

K  

---

T382  
N3



НА ДОМ НЕ ВЫДАЕТСЯ

+

# ТЕХНИЧЕСКАЯ ЭНЦИКЛОПЕДИЯ

---

## РЕДАКЦИОННЫЙ СОВЕТ

БАХ А. Н., БЕРНШТЕЙН-КОГАН С. В., ВЕЙС А. Л., ВИЛЬЯМС  
В. Р., ВОЛЬФСОН М. Б., ГУБКИН И. М., ДОЛГОВ А. Н., ИОФ-  
ФЕ А. Ф., ИПАТЬЕВ В. Н., КАГАН В. Ф., КАЛИННИКОВ И. А.,  
КЕРЖЕНЦЕВ П. М., КИРПИЧЕВ М. В., КРЖИЖАНОВСКИЙ Г. М.,  
КРИЦМАН Л. Н., КУЗЬМИНСКИЙ К. С., КУЙБЫШЕВ В. В.,  
ЛАПИРОВ-СКОБЛО М. Я., ЛИНДЕ В. В., МАРТЕНС Л. К., МЕ-  
ЩЕРЯКОВ Н. Л., ОСАДЧИЙ П. С., СВЕРДЛОВ В. М., ФЕДОРОВ-  
СКИЙ Н. М., ШАТЕЛЕН М. А., ШМИДТ О. Ю., ЭССЕН А. М.

ГЛАВНЫЙ РЕДАКТОР  
Л. К. МАРТЕНС

ТОМ ТРЕТИЙ  
БУМАЖНЫЙ БРАК  
ВОДОРОДА ПЕРЕКИСЬ



---

АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО «СОВЕТСКАЯ ЭНЦИКЛОПЕДИЯ»  
МОСКВА ♦ 1930

Срп.

ГОС ПУБЛИЧНАЯ  
НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ  
БИБЛИОТЕКА СССР

95116  
59

К  
Т389

№3

Издание осуществляется Акционерным Обществом «Советская Энциклопедия» при Коммунистической Академии ЦИК СССР, пайщиками которого состоят: Государственное Издательство РСФСР, Государственное Медицинское Издательство РСФСР, Издательство Коммунистической Академии, ВЦСПС, Госгрудиздат, Издательство «Работник Просвещения», Издательство Н. К. Рабоче-Крестьянской Инспекции СССР, Издательство «Известия ЦИК СССР», Издательство «Правда», Акционерное Общество «Международная Книга», Государственный Банк СССР, Банк Долгосрочного Кредитования Промышленности и Электрохозяйства СССР, Внешторгбанк СССР, Мосполиграф, Госстрах СССР, Всебумпром, Центросоюз, Госпромцветмет, Всесоюзный Текстильный Синдикат, Авиатрест, Азнефть, Резинотрест, Сахаротрест, Орудийно-Арсенальный Трест. Председатель Правления Н. Н. Накоряков. Члены: О. Ю. Шмидт, И. Е. Гершензон, А. П. Спунде, П. Г. Саратовцев, Л. И. Стронгин, Э. Ф. Розенталь.

ТОМ III ТЭ ВЫШЕЛ 30 ИЮНЯ 1928 Г.

Дополнительный тираж вышел 20 июля 1930 г.

Адрес Редакции Технической Энциклопедии: Москва, Остоженка, 1.  
Адрес конторы Акционерного Об-ва: Москва, Волхонка, 14.

16-я типография «Мосполиграф», Москва, Трехпрудный пер., 9.  
Главлит А 52 152. Доп. тираж 10 000 экз.

# РЕДАКЦИЯ ТЕХНИЧЕСКОЙ ЭНЦИКЛОПЕДИИ

## РЕДАКЦИОННОЕ БЮРО

Главный Редактор—инж. **Л. К. Мартенс.** | Пом. Гл. Редактора—инж. **А. Л. Вейс.**  
Зам. Гл. Редактора—проф. **М. Б. Вольфсон.** | Зав. Изд. Частью—**К. С. Кузьминский.**

## РЕДАКТОРЫ ОТДЕЛОВ

Авиация, воздухоплавание. <b>Юрьев В. Н.,</b> проф.	Дороги и дорожное строительство. <b>Крынин Д. П.,</b> проф.	Резиновое производство. <b>Лурье М. А.,</b> инж.
Автомобильное дело, авиационные и автомобильные двигатели. <b>Брлянт Н. Р.,</b> проф.	Железнодорожное дело. <b>Энгельгардт В. Ю.,</b> проф.	Сельское хозяйство, с.-х. машины и орудия. <b>Вьяльям В. Р.,</b> проф.
Архитектура, строительное дело, городское благоустройство, жилищное строительство, коммунальн. хозяйство. <b>Долгов А. Н.,</b> проф. <b>Шусев А. В.,</b> акад. архит. <b>Запорожец И. К.,</b> архит. <b>Красин Г. Б.,</b> инж.	Кожевенное дело. <b>Поварнин Г. Г.,</b> проф.	Сопрогитвление материалов. <b>Бобарыков И. И.,</b> проф.
Астрономия. <b>Михайлов А. А.,</b> проф.	Красящие вещества, крашение и ситцепечатание. <b>Порай-Кошиц А. Е.,</b> проф.	Текстильное дело и технология волокнистых веществ. <b>Лянде В. В.,</b> проф.
Бумажное производство. <b>Жеребов Л. П.,</b> проф.	Лесоводство. <b>Кобранов Н. П.,</b> проф.	Теплотехника, термодинамика, энергетика. <b>Карпичев М. В.,</b> проф.
Военная и морская техника, судостроение. <b>Боклевский К. П.,</b> проф.	Математика. <b>Каган В. Ф.,</b> проф.	Техника освещения. <b>Лалиров-Скoble М. Я.,</b> инж.
<b>Бишман Я. М.</b>	Материаловедение. <b>Флоренский П. А.,</b> проф.	Технология и производство взрывчатых веществ. <b>Ипатьев В. Н.,</b> акад.
Геодезия (высшая и низшая). <b>Орлов П. М.,</b> проф.	Металлургия черных и цветных металлов. <b>Павлов М. А.,</b> проф.	Технология дерева. <b>Дешевой М. А.,</b> проф.
<b>Кочезулов П. Ф.,</b> проф.	Механика прикладная и теория механизмов. <b>Мальшев А. П.,</b> проф.	<b>Кватковский М. Ф.,</b> проф.
Гидротехника, гидравлика. <b>Ессен А. М.,</b> инж.	Механика строительная и графостатика. <b>Прокофьев И. П.,</b> проф.	Технология и обработка металлов. <b>Чарновский Н. Ф.,</b> проф.
Двигатели внутреннего сгорания. <b>Гяттис В. Ю.,</b> проф. <b>Мартенс Л. К.,</b> инж.	Механика теоретическая. <b>Яшнов А. И.,</b> проф.	Технология строительных материалов. <b>Эвальд В. В.,</b> проф.
Детали машин и подъемные механизмы. <b>Холмогоров И. М.,</b> проф.	Мосты. <b>Передерий Г. П.,</b> проф.	<b>Лахтин Н. К.,</b> проф.
Добычающая промышленность и горное дело. <b>Губкин И. М.,</b> проф.	Мукомольное дело, мельницы и элеваторы. <b>Пакуто М. М.,</b> проф.	Технология углеводо-, вино-, курение, пивоварение. <b>Тищенко И. А.,</b> проф.
а) Геология и минералогия. <b>Федоровский И. М.,</b> проф.	Организация производства, стандартизация. <b>Берженцев П. М.</b>	Физика. <b>Иоффе А. Ф.,</b> акад.
б) Драгоценные камни. <b>Ферсман А. Е.,</b> акад.	<b>Шпильрейн И. Н.,</b> проф.	<b>Лебединский В. К.,</b> проф.
в) Каменный уголь. <b>Терпигоров А. М.,</b> проф.	<b>Бурдянский И. М.,</b> инж.	Химич. промышленность. <b>Шенис С. Д.,</b> инж.
г) Нефть. <b>Губкин И. М.,</b> проф.	<b>Нова Ф. Г.,</b> инж.	Химия (органическая, неорганическая, физическая химия и химическая технология). <b>Бах А. Н.,</b> проф.
д) Руда металлургическая. <b>Таубе Е. А.,</b> проф.	Паровые котлы и машины. <b>Саттель Э. А.,</b> инж.	Холодильное дело. <b>Рязанцев А. В.,</b> проф.
е) Силикатная промышленность. <b>Швецов Б. С.,</b> проф.	Полиграфическая промышленность. <b>Вольфсон М. Б.,</b> проф.	Экономика. <b>Вольфсон М. Б.,</b> проф.
ж) Торф. <b>Радченко И. И.</b>	<b>Михайлов С. М.</b>	<b>Гинзбург А. М.</b>
	Промышленная гигиена и техника безопасности. <b>Каллун С. И.,</b> проф.	Электротехника. <b>Осадчий П. С.,</b> проф.
	<b>Хлопик Г. В.,</b> проф.	<b>Юрьев М. Ю.,</b> проф.
	Радиотехника. <b>Баженов В. И.,</b> проф.	<b>Шпильрейн Я. Н.,</b> проф.
		<b>Шенфер К. И.,</b> проф.
		<b>Кулебакин В. С.,</b> проф.

## СОРЕДАКТОРЫ И НАУЧНЫЕ СОТРУДНИКИ РЕДАКЦИИ

Соредакторы: по химии—**Беркенгейм В. М.,** проф., и **Медведев С. С.**; по горному делу—**Попов А. С.,** проф., и **Смирнов Н. Н.,** проф.; по физике—**Вавилов С. И.,** проф.; по холоднодильному делу—**Эстрин С. Г.,** инж.

**Гуревич С. Б.,** инж.; **Ельцина Н. М.,** канд. хим.; **Знаменский А. А.,** инж.; **Мельников И. И.;** **Мущенко И. Н.,** инж.; **Ракицкий Н. П.;** **Соколов Н. В.,** инж.; **Таубман С. И.,** инж.; **Троянский П. П.;** **Флоренский П. А.,** проф.; **Шприк В. Э.,** инж.; **Эрвальд К. А.,** инж.

Пом. Зав. Изд. Частью и Зав. Иллюстр. Частью: **Беклев С. А.,** инж.; Зав. Художеств.-Технич. Частью: **Варшавский Л. Р.;** Зав. Комплектованием: **Сенин А. М.;** Тех. Ред.: **Гришинский А. С.,** **Гришинский В. С.,** **Говсеев Ю. А.,** **Никаноров В. М.;** Тех. Ред. при типографии: **Малкин А. Д.;** Зав. Корректорской: **Татаринов Б. Н.**

# СОКРАЩЕНИЯ И СИМВОЛИЧЕСКИЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ

## I. Метрические меры.

км	километры (1 000 м).
м	метры.
дм	дециметры (0,1 м).
см	сантиметры (0,01 м).
мм	миллиметры (0,001 м).
μ	микроны (0,001 мм).
тμ	миллимикроны (0,001 μ).
μμ	микромикрон (0,000001 μ).
км <sup>2</sup>	квадратные километры.
га	гектары (квадратные гектометры).
а	ары (квадратные декаметры).
м <sup>2</sup>	квадратные метры.
м <sup>3</sup>	кубические метры.
д.м. <sup>3</sup>	» дециметры.
с.м. <sup>3</sup>	» сантиметры.
м.м. <sup>3</sup>	» миллиметры.
т	метрич. тонны (1 000 кг).
ц	центнеры (100 кг).
кг	килограммы (1 000 г).
г	граммы.
дг	дециграммы (0,1 г).
сг	сантиграммы (0,01 г).
мг	миллиграммы (0,001 г).
к	караты (200 мг).
мл	килолитры (1 000 л).
гл	гектолитры (100 л).
дкл	декалитры (10 л).
л	литры.
дл	децилитры (0,1 л).
сл	сантилитры (0,01 л).
мл	миллилитры (0,001 л).
т.м.	тоннометры.
кг.м	килограммометры.
т/м <sup>2</sup>	тонны на кв. метр.
кг/см <sup>2</sup>	килограммы на кв. сантиметр.
м/сек	метры в секунду.
п. м	погонные метры.
рег. т	регистрационные тонны.

## II. Математич. обозначения.

°	градус.
'	минута, фут.
''	секунда, дюйм.
'''	терция, линия.
>	больше (< меньше).
>	не больше (< не меньше).
≈	приблизительно равно.
≥	больше или равно.
≤	меньше или равно.
≫	значительно больше.
≪	значительно меньше.
∠	угол, измеряемый дугой.
∥	параллельно.
⊥	перпендикулярно.
sin	синус.
tg	тангенс.
sc	секанс.
cos	косинус.
ctg	котангенс.
csc	косеканс.
arc sin	арксинус.
arc tg	арктангенс.
sh	гиперболический синус.

ch	гиперболическ. косинус.
th	» тангенс.
φ	диаметр.
e	основание натуральных логарифмов.
lg	логарифм десятичный.
ln	» натуральный.
lim	предел.
Const	постоянная величина.
∑	сумма.
∫	интеграл.
~	приблизительно.
∞	бесконечность.
d	полный дифференциал.
δ	частный дифференциал.

## III. Международные символы.

### а) Единицы.

A	ампер.
Ah	ампер-час.
W	ватт.
Wh	ватт-час.
kW	киловатт.
kWh	киловатт-час.
V	вольт.
VA	вольт-ампер.
kVA	киловольт-ампер.
mA	миллиампер.
Ω	ом.
MΩ	мегом.
μΩ	микроом.
C	кулон.
VC	вольт-кулон.
H	генри.
J	джоуль.
F	фарада.
μF	микрофарада.
Å	ангстрем.
D	дина.
Cal	калория большая.
cal	» малая.
HP	лошадиная сила.
lm	люмен.
lx	люкс.
m	миург.

### б) Величины.

t°	температура обычная.
T°	» абсолютная.
t° <sub>кип.</sub>	температура кипения.
t° <sub>пл.</sub>	» плавления.
t° <sub>заст.</sub>	» застывания.
t° <sub>отв.</sub>	» отвердевания.
t° <sub>крит.</sub>	» критическая.
atm	атмосфера техническая.
Atm	» барометрич.
I	сила тока.
Q	электрич. заряд, количество электричества.
E	электродвижущая сила.
V, U	напряжение, потенциал.
A	работа.
W	энергия.
P	мощность.
T	период колебания.

f, ν	частота.
ω	угловая скорость, угловая частота.
λ	длина волны.
φ	сдвиг фазы.
L	самоиндукция.
C	емкость.
R	сопротивление активное (ваттное).
ε	диэлектрич. постоянная.
μ	магнитн. проницаемость.
ρ	удельное сопротивление.
σ	удельная проводимость.
δ	декремент затухания.
Φ	магнитный поток.
H <sub>Br</sub>	твердость по Бринелю.
A <sub>с1</sub> , A <sub>с2</sub> , A <sub>с3</sub>	} критич. точки
A <sub>г1</sub> , A <sub>г2</sub> , A <sub>г3</sub>	
g	ускорение силы тяжести.
l	длина.
m	масса.
D <sub>t<sub>1</sub></sub> <sup>t<sub>2</sub></sup>	уд. в. при t <sub>1</sub> по отношению к воде при t <sub>2</sub> .
α	угол вращения плоскости поляризации.
C <sub>и</sub> ; [H <sup>+</sup> ]	концентрация водородных ионов.
pH; P <sub>H</sub>	водородн. показатель.

## IV. Основные сокращения.

фт.	—футы.
дм.	—двоймы.
об/м.	—обороты в минуту.
п-вс.	—пудоверсты.
п-фт.	—пудофуты.
фт/сек.	—футы в секунду.
чв-д.	—человекодни.
чв-ч.	—человекочасы.
долл.	—доллары.
лр.	—лиры.
мар.	—марки.
фн. ст.	—фунты стерлингов.
фр.	—франки.
шилл.	—шиллинги.
млн.	—миллионы.
млрд.	—миллиарды.
ч.	—часы.
м., мин.	—минуты.
ск.	—секунды.
°Вэ	—градусы Бомера.
°Э.	—градусы Энглера.
t°	—температура по 100°-ной шкале (C).
t°P.	—температура по Реомюру.
t°Ф.	—температура по Фаренгейту.
В табличных заголовках: °C или °Ц., °P., °Ф.	
аб-с	(в библиографии при начальном годе ссылки на журнал).
абс. ед.	— абсолютная единица.
ат. в.	— атомный вес.
Aufl.	— Auflage.
B.	— Band, Bände.

v.—volume, volumes.	об-во—общество.	H.—Heft, Hefte.
д.—долгота.	о-ва—острова.	хим. сост.—химический со-
вкл.—включительно.	№—пара (хим.).	став.
выс.—высота.	p.—pagina, paginae (лат.—	ц. т.—центр тяжести.
гг.—года, города.	страница, страницы).	Ztg.—Zeitung.
гл. обр.—главным образом.	промышл.—промышленность.	Ztrbl.—Zentralblatt.
дд.—деревни.	проф.—профессор.	Ztschr.—Zeitschrift.
д. б.—должно быть.	SK—зегеровские конуса.	эдс—электродвижущая сила.
ж. д.—железная дорога.	С., Ю., В., З.—север, юг,	эфф.—эффективный.
з.-европ.—западно-европей-	восток, запад.	Ан. П.—английский патент.
ский.	с.-з., ю.-в.—северо-западный,	Ам. П.—американский >
з-д—завод.	юго-восточный.	Г. П.—германский >
изд.—издание.	ст-и—статьи.	Р. П.—русский >
ин-т—институт.	стр.—страницы.	Сов. П.—советский >
Jg.—Jahrgang.	т., тт.—том, томы.	Ф. П.—французский >
кд.—коэффициент полезного	т.—tome, tomes.	В.—Berlin.
действия.	T.—Teil, Teile.	Brschw.—Braunschweig.
к-рый—который.	тв.—твердость.	L.—London.
к-та—кислота.	т-во—товарищество.	Lpz.—Leipzig.
Lfg.—Lieferung, Lieferungen.	т. н.—так называемый.	Mch.—München.
м—мета (хим.).	темп-ра—температура.	N. Y.—New York.
м. б.—может быть.	тр-к—треугольник.	P.—Paris.
м. г.—минувшего года.	u. ff.—und folgende.	Stg.—Stuttgart.
меш (mesh)—число отверстий	уд. в.—удельный вес.	W.—Wien.
в ситах на лнн. дюйм.	ур-ие—уравнение.	Wsh.—Washington.
мн-к—многоугольник.	У. П.—Урочное положение.	Л.—Ленинград.
мол. в.—молекулярный вес.	ф-ка—фабрика.	М.—Москва.
нек-рый—некоторый.	ф-ла—формула.	П.—Петроград.
о—орто (хим.).	ф-ия—функция.	СПБ—Петербург.

## СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ НАЗВАНИЙ РУССКИХ И ИНОСТРАННЫХ ПЕРИОДИЧЕСКИХ ИЗДАНИЙ, ОБЩЕСТВ, ФИРМ

- «АзНХ»—Азербайджанское нефтяное хозяйство, Баку.  
 БМЭ—Большая медицинская энциклопедия, Москва.  
 БСЭ—Большая советская энциклопедия, Москва.  
 «ВВ»—Военный вестник, Москва.  
 «ВВФ»—Вестник воздушного флота, Москва.  
 «ВИ»—Вестник инженеров, Москва.  
 «ВС»—Вестник стандартизации, Москва.  
 «ВТ»—Вопросы труда, Москва.  
 «ГЖ»—Горный журнал, Москва.  
 «ГТ»—Гигиена труда, Москва.  
 «Ж»—Журнал Русского физико-химического об-ва, Ленинград.  
 «ЖРМО»—Журнал Русского металлургического об-ва, Ленинград.  
 «ЖХП»—Журнал химической промышленности, Москва.  
 «ИТИ»—Известия Теплотехнического института им. проф. В. И. Гриневецкого и К. В. Кирша, Москва.  
 «ИТПТ»—Известия текстильной промышленности и торговли, Москва.  
 «МС»—Минеральное сырье и его переработка, Москва.  
 «МХ»—Мировое хозяйство и мировая политика, Москва.  
 «НИ»—Нерудные ископаемые, Ленинград.  
 «НХ»—Нефтяное хозяйство, Москва.  
 ОСТ—Общесоюзные стандарты, Москва.  
 «ИТ»—Промышленность и техника, СПБ.  
 «ПХ»—Плановое хозяйство, Москва.  
 «СГ»—Социальная гигиена, Москва.  
 «СП»—Строительная промышленность, Москва.  
 «СТ»—Санитарная техника, Москва.  
 «СХ»—Социалистическое хозяйство, Москва.  
 «ГД»—Торфяное дело, Москва.  
 «ТИТБП»—Телеграфия и телефония без проводов, Н.-Новгород.  
 Труды ГЭИ—Труды Гос. экспериментального электротехнического ин-та, Москва.  
 Труды НАМИ—Труды Научного автомобильного ин-та, Москва.  
 Труды НИУ—Труды Научного ин-та по удобрениям, Москва.  
 Труды ЦАГИ—Труды Центрального аэрогидродинамич. ин-та, Москва.  
 ТЭ—Техническая энциклопедия, Москва.  
 «УФН»—Успехи физических наук, Москва.  
 «ХД»—Хлопковое дело, Москва.  
 «AAZ»—Allgemeine Automobil-Zeitung, Wien.  
 «A. Ch.»—Annales de Chimie et de Physique, Paris.  
 AEG—Allgemeine Elektrizitäts-Gesellschaft, Berlin.  
 AGFA—Aktien-Gesellschaft für Anilin-Fabrikation, Berlin.  
 «Am. Soc.»—Journal of the American Chemical Society, Easton, Pa.  
 «Ann. d. Phys.»—Annalen der Physik, Leipzig.  
 «Ann. Min.»—Annales des Mines, Paris.

- «B»—Berichte der deutschen chemischen Gesellschaft, Berlin.  
 BAMAG—Berlin-Anhaltische Maschinenbau-Aktien-Gesellschaft, Dessau.  
 BASF—Badische Anilin- und Soda-Fabrik, Ludwigshafen a/R.  
 Bayer—Farbenfabriken vorm. Fr. Bayer & Co., Köln a/R.  
 «B. u. E.»—Beton und Eisen, Berlin.  
 «Ch. Ind.»—Die chemische Industrie, Berlin.  
 «Ch.-Ztg.»—Chemiker-Zeitung, Cöthen.  
 «Ch. Ztrbl.»—Chemisches Zentralblatt, Berlin.  
 «CR»—Comptes Rendus des Séances de l'Académie des Sciences, Paris.  
 DIN—Deutsche Industrie-Normen.  
 «Dingl.»—Dinglers Polytechnisches Journal, Berlin.  
 «EChZ»—Elektrochemische Zeitschrift, Berlin.  
 «EMA»—Zeitschrift für Elektrotechnik und Maschinenbau, Berlin.  
 «EuM»—Elektrotechnik und Maschinenbau, Wien.  
 «ETZ»—Elektrotechnische Zeitschrift, Berlin.  
 «GC»—Génie Civil, Paris.  
 Handb. Ing.—Handbuch der Ingenieurwissenschaften, herausgegeben von L. Willmann, Th. Landsberg, E. Sonne, in 5 Teilen, 1910—25, Leipzig.  
 «I. Eng. Chem.»—Industrial and Engineering Chemistry, Easton, Pa.  
 IG—Interessengemeinschaft Farben-Industrie-A.-G., Leverkusen b. Köln a/R.  
 «JAIEE»—Journal of the American Institution of Electrical Engineers, New York.  
 «J. Ch. I.»—Journal of the Society of Chemical Industry, London.  
 «Lieb. Ann.»—Liebig's Annalen der Chemie, Berlin.  
 «Mitt. Forsch.»—Mitteilungen über Forschungsarbeiten auf dem Gebiete des Ingenieurwesens, Berlin.  
 «MuM»—Wochenschrift für die gesamte Mülerei und Mühlenbau-Industrie, München.  
 «M. Sc.»—Moniteur Scientifique du Docteur Quesneville, Paris.  
 NDI—Normenausschuss der Deutschen Industrie.  
 «RGE»—Revue Générale de l'Électricité, Paris.  
 «RM»—Revue de Métallurgie, Paris.  
 «PeKa»—Fachblatt für Parfümerie und Kosmetik, München.  
 «Soc.»—Journal of the Chemical Society, London.  
 «St. u. E.»—Stahl und Eisen, Düsseldorf.  
 Ullm. Enz.—Enzyklopädie der technischen Chemie, herausgegeben von F. Ullmann, Wien—Berlin, 1915—1923.  
 «Z. d. VDI»—Zeitschrift des Vereines deutscher Ingenieure, Berlin.  
 «WeTeZ»—Westdeutsche Textil-Zeitung, Elberfeld.  
 «ZFM»—Zeitschrift für Flugtechnik und Motorluftschiffahrt, München.  
 «Z. ang. Ch.»—Zeitschrift für angewandte Chemie, Berlin.

---

*В третьем томе ТЭ помещены: 827 иллюстраций в тексте, две карты (в красках) к статьям: «Виноградство», «Виноделие» и «Винокурение», одна карта (в тексте) к статье «Вода» и четыре вкладки к статьям: «Быстрорежущая сталь»—1, «Вагонные колеса»—1 (двойная) и «Вальцовый станок»—2.*

**БУМАЖНЫЙ БРАК.** При производстве бумаги следует различать двоякого рода Б. б.: 1) свой, или оборотный, Б. б., неизбежно получающийся на самих бумажных фабриках в процессе производства, и 2) поступающую на бумажные фабрики в качестве сырья старую, использованную по своему прямому назначению бумагу, которая также называется Б. б. (или макулатурой или бумажными обрезками).

1. Свой, или оборотный, Б. б. получается: 1) при выработке бумаги на бумагоделательных машинах—в виде мокрого Б. б. (на мокрых прессах) и в виде срывов (на сушильных цилиндрах, глере и накатом станке); 2) при отделке бумаги—в виде сухого машинного Б. б. (на каландрах, перемотных станках и саморезках); 3) в виде па к к а м е р н о г о Б. б.—при сортировке бумаги в пакамере. Обрезки, получающиеся в процессе выработки и отделки бумаги, обычно также относятся к бумажному браку. Количество Б. б., получающегося в различных стадиях производства, зависит от сорта вырабатываемой бумаги, состояния машин и станков, опытности и внимательности обслуживающего персонала, постановки техн. надзора и пр. Точно нормировать количество Б. б. трудно; в среднем можно считать, что на новых, совершенных бумагоделательных машинах мокрого и сухого Б. б. и срывов не должно получаться больше 0,5—1%, а на машинах, уже проработавших ряд лет, 1—1,5%. Количество получающегося машинного и пакамерного Б. б. колеблется при обычных сортах бумаги в пределах от 3 до 10%: на фабриках газетной ротационной бумаги можно считать как норму 3%; на ф-ках низких сортов печатной бумаги (с отделкой) нормальным количеством Б. б. считают 5—6%; на фабриках, вырабатывающих различные сорта ниже среднего и средние небеленые бумаги, 6,5—8%; на средних сортах полубелых бумаг 7,5—9%; на высоких сортах бумаги (белых целлюлозных и частично тряпичных) 8,5—10%.

Большее количество Б. б. при выработке высших сортов бумаги получается гл. обр. за счет пакамерного Б. б. При изготовлении писчих сложенных и обрезных бумаг

количество Б. б. увеличивается примерно на 5,5% (обрез от стопы). При изготовлении ротационной ролевой некаландрированной бумаги нормальный выход Б. б. процента на 2 ниже, чем при изготовлении листовых бумаг. При выработке нек-рых специальных сортов бумаги количество Б. б. больше; так напр., по данным одной из наших ф-к, при выработке папиросных бобин (филиграна) количество Б. б. составляет: на прессах машины 3,5%, при размотке и резке бумаги 5%, при резке бобин 8%, при сортировке 4%, а всего при перечисленных операциях 20,5%. Следует оговориться, что приводимые цифры являются лишь примерными, установленными нашей практикой при современном состоянии оборудования. При хорошей постановке дела удастся получить и в настоящее время значительно более низкие проценты брака. На устарелых и запущенных фабриках нормы Б. б. бывают еще выше. Для понижения процента Б. б. хорошие результаты дает система нормирования и премирования рабочих. С о й, и л и о б о р о т н ы й, Б. б. на бумажных фабриках обычно сейчас же снова поступает в производство на переработку. Впрочем часть пакамерного Б. б. на фабриках более высоких сортов бумаги поступает в виде «брака листового сложенного» в продажу как бумага второго разбора.

Переработка оборотного Б. б. производится довольно примитивно; чаще всего Б. б. размалывается на бегунах и затем поступает в ролы, а далее обычным путем вместе со свежим волокнистым материалом направляется на бумагоделательную машину. Подача Б. б. к бегунам (см.) и от бегунов к ролам обычно производится вручную, в корзинках или на вагонетках; бегуны при такой системе очень часто помещаются в ролном отделении; взамен бегунов нередко применяют месьные машины или бракомолки (напр. системы Вурстера). На современных ф-ках, в особенности при машинах, работающих с большой скоростью, переработка Б. б. производится более совершенно. Бегуны чаще всего ставят непосредственно у бумажной машины (в нижнем полуэтаже, если машина располагается в 2 полуэтажах); перед обработкой на бегунах Б. б. измельчают на механич. разрывателях. Передвижение



Б. б. механизмуется; при этом размолотый в бегунах Б. б. поступает в небольшие мешальные чаны, где размешивается с водой до концентрации в 3—4% и далее перекачивается насосами в роулы или в сборные бассейны. Применяется также пневматическая подача бумажного брака по трубам или подача его ленточными транспортерами и шнеками.

При переработке газетного брака и вообще неклееных бумаг, легко распадающихся на отдельные волокна, вместо бегунов могут применяться роулы особой конструкции, располагаемые обычно рядом с бумажной машиной или под ней. Масса из роула спускается в небольшой чан, снабженный мешалкой, из к-рого перекачивается насосом в рольное отделение. При раздельной зарядке волокнистых материалов, когда только целлюлоза размалывается в ролах, а древесная масса примешивается к ней в смешивающих ролах, масса из Б. б. обрабатывается так же, как древесная масса. Для клееных сортов бумаги непосредственная загрузка в роулы сухого Б. б. нерациональна: сухой Б. б. при этом разбивается на кусочки, которые проходят под ножовым барабаном (шаром), не претерпевая дальнейшего измельчения; это понижает качество готовой бумаги и вызывает выход лишнего брака при отливке и отделке бумаги.

II. Старая использованная бумага (макулатура) поступает на бумажные фабрики извне. При современном уровне потребления бумаги в культурных странах ежегодно накапливается большое количество использованной бумаги, и ее переработка на бумажных фабриках приобретает характер серьезной экономической проблемы, тем более, что стоимость производства бумаги из Б. б. невысока благодаря малому количеству потребной механической энергии и относительной простоте применяемых технологических процессов.

Наиболее полное использование старой бумаги имеет место в Америке. Так напр. в 1919 г. в Америке на бумажных фабриках было переработано около 1 500 000 т покупного Б. б. на сумму свыше 80 млн. р.; это количество составляет 27,5% от всего количества волокнистого сырья, израсходованного в том же году на выработку бумаги. В СССР Б. б. используется пока в меньшей степени. В 1925/26 г. например у нас было переработано покупного Б. б. ок. 25 000 т, что составляет примерно 10% от всего переработанного волокнистого сырья. В дореволюционные годы у нас крупные городские заготовители Б. б. рассортировывали его на 10—12 сортов, и бумажные фабрики имели возможность закупать определенные сорта Б. б., как это практикуется и сейчас в культурных странах с высоким душевым потреблением бумаги. В настоящее время в СССР сортировка Б. б. заготовителями не производится. Получаемый фабриками бумажный брак подразделяется лишь по источникам его происхождения на четыре главнейшие группы.

А. Брак типографский, издательский и брошюровочный; к этой группе относятся типографские обрез-

ки, книги, брошюры, журналы, газеты, летучие объявления, корректуры и т. п.

Б. Брак архивный, как то: конторские книги, дела и различные документы учреждений, бланки, жел.-дор. квитанции, дубликаты и т. д.

В. Брак фабрично-заводский, как то: брак табачных фабрик, картонажный, переплеты, всякого рода обрезки картона, шулы и т. д.

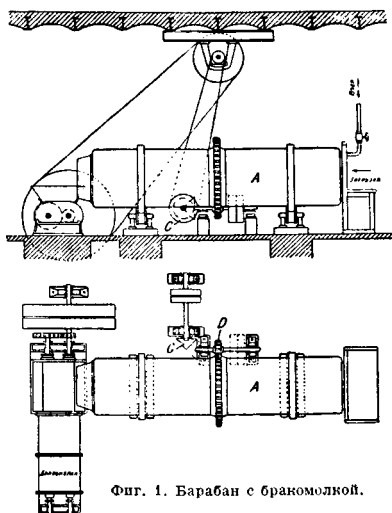
Г. Сборка—магазинная, канцелярская и городская, собираемая мусорщиками.

Так как основой такого подразделения сортов служит происхождение Б. б., то в одной и той же партии его встречаются сорта с совершенно различными с точки зрения производства, свойствами. Получая сравнительно небольшое количество Б. б., отдельные ф-ки не могут производить рассортировку его на большое число сортов, т. к. некоторых сортов получилось бы при этом настолько мало, что их переработка была бы нерациональна. Поэтому ф-ки вынуждены разбирать Б. б. лишь на 3—4 сорта и использовать ценность материала не в полной мере. Для большинства наших фабрик Б. б. является материалом второстепенного значения и применяется в качестве добавки в композицию тех или иных сортов бумаги. На тех фабриках, где Б. б. служит основным видом сырья, он обычно идет на выработку одного сорта серой обертки или картона, зачастую с примесью низших сортов тряпья. Лишь очень немногие ф-ки отсортировывают более высокие сорта Б. б. и используют их на сравнительно более ценные сорта бумаги, как то: цветные обложечные, цветные для кассовых лент, шульные и т. п.

Переработка покупного Б. б. сходна с описанной выше переработкой оборотного Б. б.; нормальная схема обработки состоит из: 1) сортировки Б. б., 2) размола его в бегунах или в бракомолке, 3) сортировки молотого Б. б. для удаления посторонних примесей и 4) легкого размола в ролах. Б. б. поступает на фабрики обычно в кипах весом около 100 кг. Вес 1 м<sup>3</sup> Б. б. в кипах составляет в среднем 300 кг, поэтому для его хранения требуется много места. Сортировка на наших ф-ках производится на столах. Норма сортировки колеблется в зависимости от качества Б. б. и числа сортов, к-рое принято на фабрике. В среднем одна сортировщица сортирует 130—170 кг в смену. Если на фабрике вырабатывается только один сорт обертки или картона, разбивка на сорта не производится, и сортировщицы лишь удаляют посторонние предметы, металл, отрывают корешки, разрывают книги на части, и т. д.

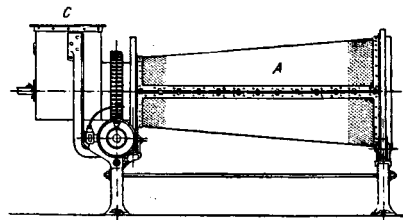
При крупном рационализированном производстве перед размолом на бракомолках целесообразно равномерно пропитать весь Б. б. водой, чтобы облегчить работу размола и сделать массу Б. б. более однородной. Пропитывание водой часто производят в специальных вращающихся барабанах. Такой барабан в комбинации с бракомолкой изображен на фиг. 1. Барабан А вращается от шкива посредством зубчатой передачи С и D. Загрузка бумажного брака и воды на чертеже обозначена стрелками. При выходе

Б. б. из барабана он автоматически поступает в бракомолку. Производительность такого барабана составляет 0,25—0,5 т/ч при расходе силы в 20—35 л.с. Длина барабана 4—5 м, diam. 1,25 м. Размолотый в бегунах



Фиг. 1. Барабан с бракомолкой.

или в бракомолках Б. б. рекомендуется отсортировать для удаления посторонних предметов, могущих в нем присутствовать. Эта операция производится на сечатых барабанных или плоских сортировках. Барабанная конусная сортировка для Б. б. изображена на фиг. 2. Размолотый Б. б. поступает через воронку С в узкую часть конуса А; при вращении барабана Б. б. поднимается продольными планками кверху и падает на сетку, которой покрыт барабан; размолотый Б. б. проваливается через сетку, а неразмолотые частицы и крупные посторонние примеси продвигаются к широкому концу барабана и вываливаются из него. При правильном размолоте в бегунах



Фиг. 2.

или бракомолках масса, полученная из Б. б., почти не требует обработки в ролах, и нормально время пребывания его в роле не превышает 1 часа. Зарядка рола м. б. значительно гуще, чем при размолоте свежего материала, напр. сульфитной целлюлозы.

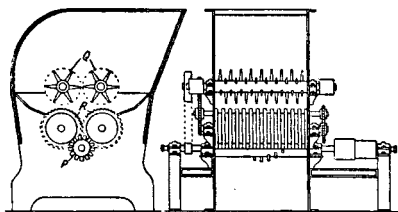
Масса из Б. б. при одной и той же продолжительности размола и при одинаковых прочих условиях получается более жирной по сравнению с такой же зарядкой, но из свежих волокон, так как волокна в Б. б. по меньшей мере один раз уже подвергались ролевой обработке. Если в композиции бумаги кроме бумажки брака входят и другие волокнистые материалы, то вопрос о способе размола является очень серьезным. В большинстве случаев лучшим способом оказывается раздельный размол свежего волокнистого материала и Б. б. и последующее смешивание масс в смешивающем роле или мешальном чане. Такой способ становится обязательным, если к Б. б. добавляется тряпье. Если бум. брак в зарядке рола составляет незначительную часть, то часто размол того и другого материала производится в одном роле; при этом свежее волокно размешивается раньше, а Б. б.—в конце размола, когда присадка ножового барабана уже облегчена. Сказанное здесь о размолоте покупного Б. б. относится и к размолоте оборотного брака.

В США в отличие от нашей и европейской практики высокие сорта Б. б. (не содержащие древесной массы) перерабатываются в белые бумаги, низшие же сорта преимущественно идут на выработку картона, кровельных бумаг и т. п. Сущность переработки бумажного брака для изготовления белой бумаги заключается в удалении типографской краски; последняя состоит из краски (обычно сажи), смешанной с олифой или лаком. Лак разрушают путем омыливания щелочью, а затем краску удаляют механич. обработкой и промывкой. Из реагентов для разрушения краски наиболее широко используются кальцинированная сода; в последнее время предложены и другие реагенты, как напр. раствор мыла. Б. б. доставляется на америк. ф-ки тщательно рассортированным поставщиками; число торговых сортов насчитывается свыше 20. На выработку белых бумаг идет Б. б., не содержащий древесной массы, так как последняя при обработке щелочью темнеет.

Обычный порядок производственных операций, применяемых в Америке при переработке Б. б. на белые бумаги, следующий. Полученный на ф-ке Б. б. еще раз сортируется; при сортировке отделяют цветную бумагу, корешки и бумагу, содержащую древесную массу; для определения последней, сортировщики применяют серноисл. анилин, дающий с древесной массой желтое окрашивание, или флороглюцин, дающий фиолетово-красную окраску. При сортировке на столах средняя норма выработки сортировщицы равна 90 кг Б. б. в час. В последнее время в Америке получила распространение сортировка на транспортерных лентах, двигающихся со скоростью до 20 м в мин. На ленту шириной в 750 мм одновременно подается Б. б. из 7 кип, на каждую кипу приходится по 2 сортировщицы; при такой системе одна работница отсортировывает ок. 140 кг Б. б. в час. После сортировки для освобождения от пыли Б. б. проходит последовательно через два отпылителя, сходных с теми, которые употребляются при обработке тряпья

(см. Трехшпальная полумасса). На некоторых ф-ках вместо первого отпылителя ставят измельчитель, разрывающий бумагу на куски величиной в 25—50 см<sup>3</sup>. Один из типов такого измельчителя изображен на фиг. 3. Валы *Q* служат для разрыхления и разрывания Б. б. и для подачи его к двум измельчающим валам *R*; зубчатый вал *P* служит для очистки валов от кусков застрявшего Б. б. Производительность такой машины составляет около 1,2 т книжного брака в час; затрата энергии 6—10 НР. После измельчения и отпыловки Б. б. подвергается варке.

Способов варки существует очень много. Самый старый способ—варка в открытых железных чанах. Чан имеет ложное дырчатое дноще и в центре циркуляционную трубу, в которую снизу выпускается пар. Обычная емкость одного чана составляет около 20 м<sup>3</sup>. Варка производится с 5,5—7,5%-ным раствором кальцинированной соды; на 1 т Б. б. берется около 3,7 м<sup>3</sup> щелока такой крепости. Варка слабоклеяной бумаги длится в открытом чане в среднем 7 ч. Загрузка—ок. 2 ч. При окончании варки помощью особого приспособления ложное дноще вместе с вареным Б. б. поднимается почти до

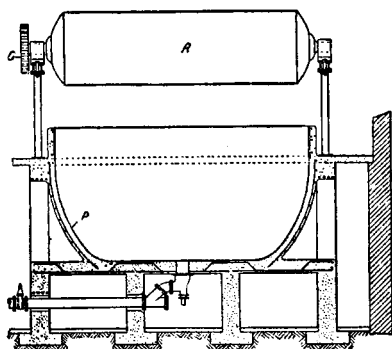


Фиг. 3.

верхнего уровня чана, щелок стекает обратно в чан и используется для последующих варок. Потеря соды достигает примерно 30% от взятого количества. Вареный Б. б. сгружается с ложного днаща вручную вилами в вагонетки. Описанный способ сопряжен с большой затратой пара и тяжелой работой при разгрузке.

Более совершенным и более распространенным является способ варки во вращающихся закрытых котлах. Загрузка измельченного и отпыленного бум. брака в котел производится чаще всего транспортером через загрузочный люк; на каждый м<sup>3</sup> емкости котла вмещается от 140 до 190 кг Б. б. Количество щелока составляет примерно 3 м<sup>3</sup> на 1 т бумажного брака. Варка производится прямым паром, подобно варке тряпья в шаровых котлах. Давление пара и продолжительность варки колеблются в очень широких пределах: варка—от 1 до 10 ч. и давление—от 1,6 до 4,5 atm. Затрата щелока—около 9—10% от веса загружаемого в котел Б. б. На фиг. 4 изображен цилиндрич. котел емк. 36,5 м<sup>3</sup> (дл. 7,5 м и диам. 2,5 м) для загрузки 5—7 т Б. б. Котел *R* вращается со скоростью 1 оборота в 2,5 мин. при помощи шестеренной передачи *G*. Под котлом расположен приемный чан *P*, куда автоматически выгружается вареный Б. б.

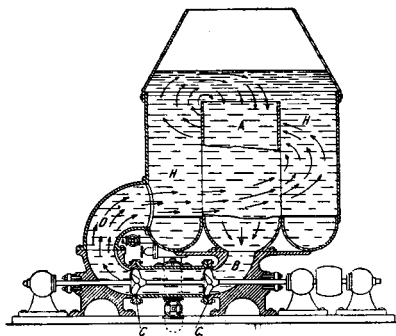
после варки. При подаче вареного Б. б. в промывку волокнистая масса смывается из



Фиг. 4.

приемного чана в расположенный под ним цилиндр с мешалкой и из него перекачивается в промывные ролю.

В последнее время в Америке для варки и разделения Б. б. на волокна нашли применение более сложные аппараты. Один из них, предложенный Уайнстоком (Winestock), изображен на фиг. 5. Внутренняя труба *A* переходит в трубу *B*, в которой вращаются пропеллеры *C* и *C*<sub>1</sub>, делающие около 200 об/м. Пропеллеры засасывают волокнистую массу через *D* в пространство *H* (движение материала показано стрелками). В аппарате т. о. создается постоянная энергичная циркуляция, благодаря которой Б. б. разбивается на волокна. Загрузка аппарата составляет 400 кг Б. б. Варка производится в течение 50 минут при густоте зарядки 5% и *t*<sup>o</sup> 70—80<sup>o</sup>. Щелок представляет собою 5%-ный



Фиг. 5.

раствор кальцинированной соды. Расход силы достигает 75 НР, а расход пара—около 2,7 т на 1 т бумажного брака. Вареная бумажная масса выпускается далее в промывные аппараты.

Кроме трех описанных нами способов варки в Америке применяется целый ряд

других б. или м. сложных способов, например варка в закрытых ролах, варка в стационарных котлах с принудительной циркуляцией массы при помощи насосов и др.

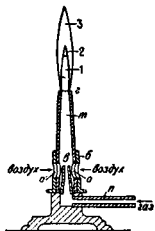
Третьей операцией обработки Б. б. на америк. ф-ках является промывка, которая наиболее часто производится в промывных ролах. Применяется и непрерывный способ промывки, при котором установка состоит из мешального чана с черпальным колесом, песочницы, центробежной сортировки и промывного аппарата, состоящего из трех барабанов, из которых каждый работает как сгуститель; сгущенная масса снимается скребком и поступает в чан следующего барабана и т. д. После промывки масса из бум. брака, предназначенная для выработки белых бумаг, отбеливается хлорной известью. Расход хлорной извести для отбелики Б. б. невелик и составляет для средних сортов Б. б. не больше 2—3%. Концентрация белящего раствора обычно отвечает содержанию 60 г активного хлора на 1 л. Продолжительность отбелики в среднем 30—45 мин. После отбелики бумажный брак очищается на чистителях и нередко пропускается через песочницу. В результате всего цикла переработки бумажного брака потери достигают 30 и даже 40%.

Бумажная масса, полученная описанным способом из бумажного брака, находит применение в Америке для выработки многих сортов бумаги: печатной, писчей, книжной и других, — словом почти всех сортов бумаги кроме самых высших, для которых требуется длинное волокно.

Лит.: Каулин Т., Переработка бумажного брака, пер. с англ. под ред. и доп. А. А. Тенсера, М., 1927; Strachan J., Recovery and Remanufacture of Waste Paper, N. Y. И. Ковалевский.

**БУМАЗЕЯ**, хлопчатобумажная ткань, всегда начесанная с одной или с двух сторон. Употребляется для теплого белья и теплых платков или как подкладка. Сорта очень разнообразны — от тонких до толстых. Расчет толстой Б., «примы»: основа № 32, уток № 3, плотность на 1 дм. основы 52 и утка 32, ширина 69 см.

**БУНЗЕНА ГОРЕЛКА**, газовая горелка, получившая широкое распространение в различных лабораториях. Струя светильного (или иного горючего) газа подводится к горелке по трубке *n*; выходя из отверстия *e*, газ увлекает за собой воздух и смешивается с ним в широкой трубке *m*; у *g* эту смесь зажигают. Отверстия *o* *o* служат для подачи воздуха; открывая и прикрывая их поворачиванием муфты *b*, можно регулировать приток воздуха. Если отверстия не вполне открыты, газ дает т. н. светящееся (коптящее) пламя, состоящее из трех конусов: 1 — в к-ром происходит частичное сгорание газа, 2 — наиболее яркая часть пламени (раскаленные частички угля) и 3 — самая горячая часть пламени, где происходит окончательное сгорание газа. Если отверстия открыты и воздух свободно проникает в



горелку, получается полное сгорание газа, что дает бесцветное (не коптящее) пламя (конус 2 не виден), обладающее более высокой  $t^\circ$  (до 2 300°). Существует много различных конструкций бунзеновской горелки, из которых наилучшими являются горелки Теклю и Мекера.

**БУНЗЕНА ЭЛЕМЕНТ**, см. Гальванические элементы.

**БУНЗЕНА-РОСКО ЗАКОН** выражает зависимость между силой света и его химич. действием: химич. действие света пропорционально произведению силы света на время его действия. Закон этот установлен Бунзеном и Роско при помощи хлористоводородного актинометра путем наблюдения над количествами водорода и хлора, вступившими в соединение (с образованием HCl) под влиянием световых лучей. Ими же установлено, что это простое соотношение в действительности усложняется вследствие того, что фотохимическое действие света постепенно усиливается с продолжением химической реакции (явление фотохимической индукции). См. Фототимия.

**БУННЕР**, ларь, в котельных — для угля, у шахт и в обогащательном деле — для полезных ископаемых; в некоторых производствах бункер служит для временного хранения материалов.

**БУНТЫ** (бурты, ярсы, кагаты). 1) Длинные кучи, в к-рые временно складывается часть картофеля или свекловицы до поступления их на винокурение и свеклосахарные з-ды. Для предохранения этих продуктов от промерзания Б. прикрывают соломой, а сверху землей; во избежание же сгорания и загнивания под Б. устраивается поддувало с вытяжкой, для чего под кучами, слегка углубленными в землю, делают канавки, перекрытые поленьями. Высота бунтов около 2 м, ширина от 2 до 3 м при произвольной длине. 2) В соляном деле бунты носят название кагатов. Добытую соль собирают в гряды, которые имеют форму усеченной пирамиды; в каждом бунте содержится до 1 000 т соли.

**БУНЦЛАУСКАЯ ПОСУДА**, изготавливается в районе г. Бунцлау в Германии из местных глин. Обжиг изделий ведется до сильного спекания, подобно изделиям из каменной массы. Готовые изделия употребляют для варки пищи на умеренном огне. Глина, употребляемая для Б. п., сильно пластична; 60—70% глины смешивают с 40—30% кварцевого песка. Натуральный цвет после обжига глины светложелтый или чисто-желтый, и для придания красноватой или буроватой окраски изделия с поверхности покрываются окрашенным в соответственный цвет ангобом или же окрашиваются в черный цвет погружением в разболтанную в воде перекись марганца (пирролизит). Обжиг производится один раз до темп-ры спекания черепка. По ангобу изделия кроются глазурью. В зависимости от температуры обжига глазури могут быть свинцовые, полевошпатовые или же глинистые.

Свинцовая глазурь наносится на слабо высушенный (до кожетвердого состояния) черепок поливанием. Примерн. составы такой глазури приведены в следующей таблице:

## Рецепты свинцовой глазури.

Рецепты	Молекулярный состав	Процентный состав
I	0,33 CaO } 0,67 PbO } 1,00 SiO <sub>2</sub>	Глета . . . . . 61,3 Мела . . . . . 13,8 Кварц. песка 24,9 100,0
II	0,33 CaO } 0,67 PbO } 1,66 SiO <sub>2</sub>	Глета . . . . . 52,6 Мела . . . . . 11,9 Кварц. песка 35,5 100,0
III	0,25 CaO } 0,75 PbO } 1,75 SiO <sub>2</sub>	Глета . . . . . 56,2 Мела . . . . . 8,4 Кварц. песка 35,4 100,0

Полевошпатовая глазурь может быть составлена подобно глазури зегеровского фарфора, плавящейся при SK 4. Примерные составы такой глазури:

## Рецепты полевошпатовой глазури.

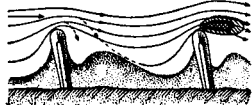
Состав	Число частей		
	I	II	III
Полевого шпата . . . . .	16	15	45—50
Кварцевого песка . . . . .	14	10	15
Известкового шпата . . . . .	8	3	—
Каолина . . . . .	—	—	24
Фарфорового черепка . . . . .	2	4	20

Глинистые глазури представляют собой натуральные легкоплавкие глины с большим содержанием флюсов, плавящиеся при SK 4—5. Эти глазури имеют особенно большое применение при изготовлении Б. п. Глину, употребляемую для глазури, предварительно отмучивают и полученным жидким шламом покрывают изделия обычными способами. При недостаточном содержании флюсов в глазурной глине легкоплавкость достигается добавлением соды или буры.

Обжиг ведется по возможности в восстановительном пламени, в котором окись железа, содержащаяся в глазури, переходит в закись, что в свою очередь облегчает образование легкоплавкого силиката железа в составе образующейся глазури. Обжиг изделий ведется при непосредственном действии пламени на огнеупорных подставках без капселей. При быстром охлаждении обожженных изделий поверхность их остается черной, при медленном — окраска принимает бурый цвет, характерный для настоящей Б. п. Для получения белой поверхности внутри изделий употребляют белый ангоб примерного состава: 45 ч. полевого шпата, 24 ч. каолина, 10 ч. кварца и 21 ч. фарфорового черепка (зегеровского фарфора). В этом случае внутреннюю сторону изделий покрывают легкоплавкой фарфоровой глазурью следующего примерно состава: 16 ч. полевого шпата, 4 ч. кварца, 8 ч. углекислой известки и 2 ч. фарфорового черепка. Свинцовые и полевошпатовые глазури могут быть окрашены введением в их состав различных окрашивающих окислов.

Лит.: Schumacher, Die keram. Tonfabrikate, Weimar, 1884; Pukall W., Feinsteinzeug, «Berichte d. Deutsch. keram. Ges.», В., 1922, Н. 5. П. Философов.

**БУНЫ**, полузапруды, поперечные дамбы (фиг. 1), которые выдвинуты от берега в русло реки на большую или меньшую длину и направлены нормально или под некоторым углом к течению. Концы бун, примыкающий к берегу, называется корнем, а противоположный конец, выступающий в реку, называется головой бун. Буны способствуют наращиванию рекою берега там, где это нужно (см. *Регулирование рек*), увеличению средней скорости реки в районе их действия и углублению русла.

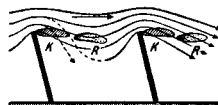


Фиг. 1.

Располагаются Б. на некотором расстоянии одна от другой так, обр., чтобы головы их лежали на очертаении новой проектируемой береговой линии. После постройки ряда Б. части русла реки между ними начинают заполняться наносами вследствие уменьшения скоростей течения. Чем правильнее будет выбрано расположение бун, тем скорее будет происходить процесс заполнения наносами промежутков между бунами. В конечном результате промежутки между бунами заполняются по высоте до самого гребня Б., а в плане — до линии очертаения нового берега, проходящей через головы бун; получается новый берег с правильным очертаением в плане. Интенсивность отложения наносов в промежутках между Б. в значительной мере зависит от направления Б. по отношению к течению, высоты их, формы голов, расстояния между бунами, от величины продольного уклона на данном участке реки, свойства русла в отношении рода и количества влекомых рекою наносов и т. п.

Для выяснения влияния Б. помимо непосредственных наблюдений над действием построенных сооружений в натуре производились также многочисленные лабораторные исследования (специальные опыты Гэгена и Энгельса), в результате которых получены данные для определения: а) возвышения гребня Б. по отношению к горизонту воды, б) расположения Б. по отношению к направлению течения и в) расстояния между Б.

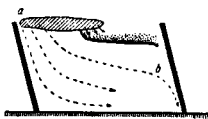
При низких горизонтах, когда нет перелива через гребни Б., у головы Б., несколько ниже ее по течению, образуется вымоина К (фиг. 2). Вымытый грунт складывается в виде бугра R, расположенного непосредственно ниже вымоины К и несколько ближе к берегу. При повышении горизонта воды настолько, что получается нек-рый



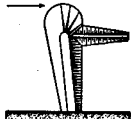
Фиг. 2.

перелив через гребни Б., вымоины у голов начинают расти в связи с увеличением расхода, а следовательно и энергии потока. Рост этих вымоин может быть настолько интенсивен, что отдельные вымоины соединяются между собой и получается сквозной глубокий проток вдоль голов Б. Продукты размыва складываются у верховой стороны Б.

С низовой стороны Б. получаются нек-рые размывы вследствие действия переливающейся через гребни Б. воды. При высоких горизонтах, когда Б. затоплены и над гребнями их имеется значительный слой воды, явление перемещения наносов происходит так, как показано на фиг. 3. Здесь пунктирные линии со стрелками на концах показывают направления, по к-рым движутся наносы от головы Б. в пространство между ними. Линия *ab* дает границу отложений наносов в пространстве между Б. при высоких горизонтах. Вымоины, образующиеся ниже голов Б., представляют опасность для устой-



Фиг. 3.



Фиг. 4.

чивости самих Б., так как при подходе вымоины к голове Б. возможен обвал последней. Для устранения этой опасности укрепляют дно под головами Б. и несколько ниже *фашинным тюфяком* (см.). Нек-рое ослабление образования вымоин у голов Б. достигается: а) пологостью откосов голов со стороны реки и б) устройством шпор у голов Б. (фиг. 4). Такое устройство несколько затрудняет наносы в пространстве между Б. и замедляет процесс образования нового берега. Это неблагоприятно. влияние шпор у голов Б. Макс Мёллер предложил устранить устройством их по фиг. 5: шпора не доходит до дна, и путь для наносов не прегражден.



Фиг. 5.

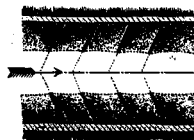
По мере заполнения наносами промежутков между Б. вымоины у голов Б. постепенно исчезают. При применении искусственного заполнения промежутков между бунами продуктами землечерпания, вымоины у голов Б. совершенно не образуются, когда заполнение сразу осуществляется полностью, или же появляются незаметно, если заполнение делается только частично. Успешность отложения наносов в промежутках между Б. зависит и от постепенности постройки бун. Если возводить Б. не сразу на полную высоту, а в несколько приемов в течение нескольких лет, то отложение наносов в промежутках между ними происходит успешнее и более равномерно.

Наблюдения и опыты показали, что при расположении Б. наклонно по течению происходит усиленный размыв берега, так как струи воды, переливаясь через гребни бун нормально к их направлению, ударяют у берег. Этого явления не бывает при наклоне Б. в сторону против течения, так как здесь струи воды, переливаясь через гребни Б., направляются не к берегу, а в сторону реки.

При регуляционных работах на реке Мемеле буну располагались под такими углами к направлению течения:

В прямых частях реки	105—100°
На вогнутых участках	100—102°
На выпуклых	90—100°

Если буну устраиваются у обоих берегов реки, то они в прямолинейных участках располагаются попарно одна против другой (фиг. 6) так, чтобы продолжения их осей пересекались на середине нового проектного русла. На криволинейных участках это правило не обязательно. Расстояние между Б. определяется в зависимости от ширины русла, длины самих Б., силы и направления течения и формы русла в плане. У вогнутых берегов расстояния между Б. делают меньше, чтобы не могло получиться значительного течения в промежутках между ними; эти расстояния делают больше на прямолинейных участках и еще больше у выпуклых



Фиг. 6.

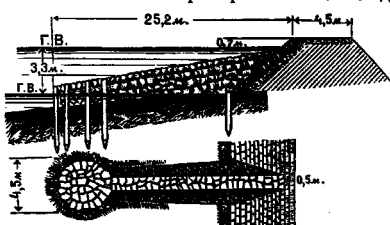


План.



Фиг. 7.

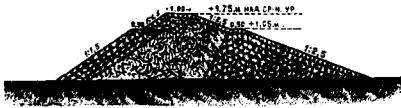
берегов. В каждом отдельном случае нужно соотносываться с имеющимися налицо обстоятельствами. Для небольших рек расстояние между бунами делается равным приблизительно ширине проектного русла. Для более значительных рек расстояние между



Фиг. 8.

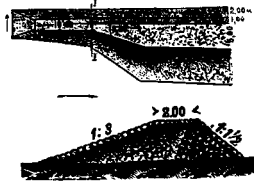
Б. уменьшается. Так напр. для Б. на р. Мемеле расстояния принимались около  $\frac{1}{2}$  ширины проектного русла. При коротких Б. расстояния между ними у вогнутых берегов уменьшается примерно вдвое; у выпуклых берегов, где наносы откладываются уже сами по себе, расстояние между бунами можно увеличить вдвое.

Формы и конструкции Б. зависят от тех материалов, какие имеются вблизи места работ. При обилии и дешевизне камня применяют накидную кладку (широко применялась у нас на верховьях р. Дона) (фиг. 7).



Фиг. 9.

Как видно из рисунка, корень Б. врезывается на 4,26 м в берег; гребень буна возвышается над горизонтом средней межи на 0,20 м у головы и идет вначале горизонтально, а затем, в 10 м от берега, начинается подъем в 1:10; поперечное сечение буна трапециoidalное, причем ширина по верху 1,00 до 1,20 м, откосы одиночные; голова Б.



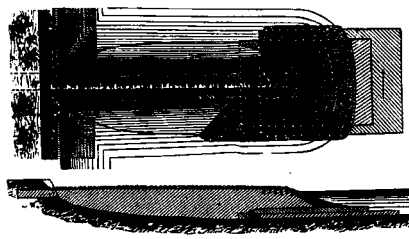
Фиг. 10.

особо не выделяется и только откос ее, обращенный к реке, делается более пологим, а именно 1:1,5. На многих перекатах применялся дешевый местный меловой камень. На фиг. 8 представлен тип Б. из сухой каменной кладки, применявшийся на р. Роне; здесь голова Б. ясно выражена и состоит из утолщения, очерченного в плане по кругу; стенки головы вертикальные; для увеличения устойчивости по периметру очер-



Фиг. 11.

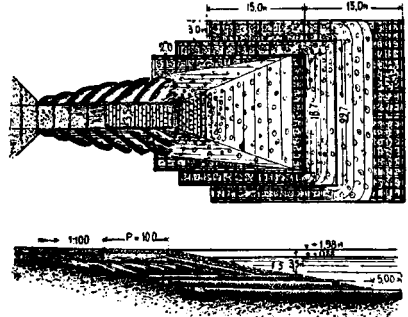
танья головы забиты сваи. Там, где камень сравнительно дорог и имеется на месте гравий, можно уменьшить потребное количество камня, применяя гравий для образования главной массы Б., а камень — для защиты



Фиг. 12.

ее от размыва. На фиг. 9 и 10 показаны применявшиеся на реке Рейне типы бун из гравия и камня; в этих типах бун имеется с нижней стороны каменная призма, к которой

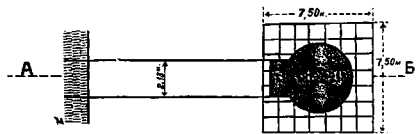
присыпается призма из гравия; с верхней стороны и по верху такие буны укрепляются каменной сухой кладкой или же наброской. На фиг. 11 изображен тип Б. (применявшийся на р. Рейне), в котором верхней откос присыпки из гравия оставлен вовсе без укрепления камнем, но зато ему придан очень пологий откос (1:4). На фиг. 12 показана Б. из фашинной кладки по типу, применявшемуся на р. Висле; здесь под головой Б. положены фашинные тыфяки для защиты от подмыва. На фиг. 13 приведен тип Б. из фашинных тыфяков и фашинной



Фиг. 13.

кладки, применявшийся на р. Мемеле. В основание головы уложены фашинные тыфяки, а самое тело Б. образовано из фашинной кладки; гребень Б. укреплен плетнями и мошением; откосы в головной части укреплены каменной отсыпкой.

## ПЛАН



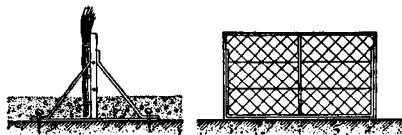
## РАЗРЕЗ по АБ



Фиг. 14.

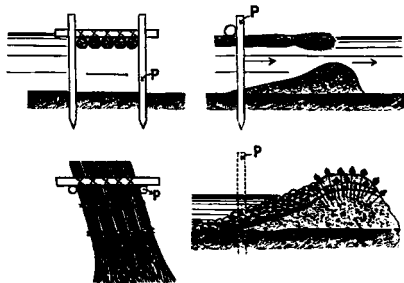
Кроме указанных тяжелых типов применяются и легкие типы бун для временных сооружений. В качестве примера на фиг. 14 показан тип таких Б., применявшийся на р. Днепре. В этом типе бросается в глаза резкая разница между головой Б., solidной и прочной по конструкции, и стержнем Б., остовом сооружения, к-рый лишь после отложения наносов самой рекой получает надлежащую устойчивость. Голова Б. состоит из плетня, подковообразного вида в плане, залпленного по сваям; внутреннее пространство плетня наполнено камнем;

стержень Б. состоит из двух плетней, заплетенных по кольям, забитым в дно реки; расстояние между плетнями делается около 2,0 м. Для предупреждения подмыва головы иногда укладывают под голову буны фашиновые туюфки (фиг. 14), причем в этом случае сваи и колья для плетней забивают в дно реки сквозь туюфк.



Фиг. 15.

Особо следует упомянуть о сквозных Б., т. е. о таких сооружениях, задачей которых является не прекращение, а лишь ослабление течения в тех местах, где желательнее вызвать отложение наносов. На фиг. 15 представлен тип таких сооружений, предложенный Дёллем (Doell). Сквозная Б. состоит из железной рамки (из оцинкованного железа), имеющей достаточно широкое основание. Рамка затянута проволоочной сеткой с крупными клетками (ок. 5 см). Такую же сетку имеет и верховая часть основания, удерживающего вертикальную рамку. Если такую сквозную Б. поставить нормально к течению в потоке, влекущем значительное количество крупных наносов, то они будут складываться перед рамкой, а более мелкие наносы будут откладываться за рамкой. Работа таких сквозных бун была испытана в 1896—97 гг. на реке Мозеле. В апреле 1896 г. была поставлена нормально к течению такая Б. с сеткой, имеющей отверстия в 5 см. Для предохранения от опрокидывания на подошву буны был насыпан слой гравия в 10 см. Через год, в мае 1897 г., бун была освидетельствована, причем оказалось, что отложения впереди и сзади рамки



Фиг. 16.

достигли самого верха при крутизне откосов в 1 : 8. Таким образом действие такой Б. в смысле осаждения наносов оказалось весьма эффективным.

Заслуживает упоминания способ, примененный Вольфом на р. Изаре для осаднения наносов посредством пловучих заграждений; задача заключалась в том, чтобы нарастить правый берег (фиг. 16). Для этого были за-

биты парные сваи Р и к ним посредством перекладин были подвешены пловучие хворостяные покрывала. Перекладины вместе с покрывалами могли опускаться, следуя за горизонтом воды. Вследствие сопротивления течению воды, которое оказывали пловучие хворостяные покрывала, происходило уменьшение скоростей под ними и осаждение наносов. Когда отложения достигли значительной высоты (что случилось к осени), пловучие покрывала были опущены и пригружены камнем. Верхняя часть получившегося вала была наращена фашиновой кладкой с засыпкой гравием. Сваи Р были срезаны. Описанный пример показывает, что таким же приемом можно в подходящих случаях удешевлять устройство Б.

Лит.: Курс внутр. водных сообщений, под ред. проф. К. Акулова, т. 1, М.—Л., 1927; Deutsch S., Der Wasserbau, T. 1, Lpz., 1926; Townsend C. M., The Hydraulic Principles Governing River a. Harbor Construction, N. Y., 1922; Engels H., Handbuch d. Wasserbaues, Lpz., 1923.

К. Акулов.

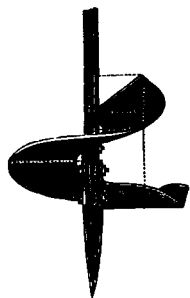
**БУР ТОРФЯНОЙ**, см. *Торфяные машины.*

**БУРА**, см. *Бора соединения.*

**БУРАВ**, посадной, Б. земляной—орудие, служащее для изготовления посадных ямок в почве при посадке деревьев, а также

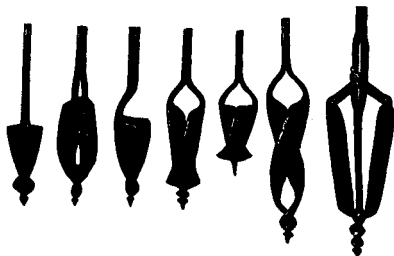


Фиг. 1.



Фиг. 2.

и вообще для приготовления ямок с разнообразными целями, как напр. для постановки телеграфных столбов, столбов для изгороди и т. п. Б. состоят из железной штанги, на одном конце с рукоятью, а на другом—с налопчатником с винтовыми лопастями, расположенными спирально и по краю



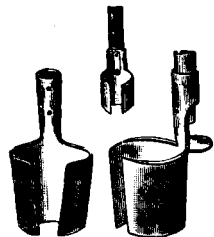
Фиг. 3.

остро отточенными. Из этих буравов отметим: бурав Болькена (фиг. 1), бурав Иеронима (фиг. 2) с приспособлениями для срезк



дерна и серию Б. (лесничего Н. А. Розанова) с различной формы налопатниками, приспособленных для работы на почвах различных физических качеств (фиг. 3).

**Б. цилиндрический**—гогенгейская лопата Фосса, цилиндрок. лопата К. Геера для производства посадок древесных пород с глыбами земли. Б. состоит (фиг. 4) из деревянного или металлического стержня с поперечной деревянной ручкой и железного, имеющего форму опрокинутого усеченного конуса, налопатника с шелью со стороны, противоположной месту прикрепления налопатника к стержню, сади которого имеет железный выступ для регулирования глубины вхождения лопаты в почву. Край одного из прорезов налопатника и нижний конец остро от-



Фиг. 4.

точены. Размер нижн.  $\varnothing$  налопатника—от 4 до 13 см, верхнего на 0,5—2,5 см больше; высота налопатника при блт. равна его диам. После погружения лопаты в почву и поворота на 360° из почвы легко вынимается растение с глыбой земли, к-рое и вставляется в посад. ямку, делаемую той же лопатой, и плотно прижимается к ее краям.

*Литт.: Гейер К., Лесовозращение или производство продуктов лес. хоз., пер. с немецк., стр. 291 и 372, СПб, 1898; Розанов Н. А., Посадка леса и другие вопросы лесоводств. дела, вып. 1—3, Киев, 1913—14; Турский М. К., Лесоводствен. орудия и инструменты, стр. 34, М., 1893. Н. Кобранов.*

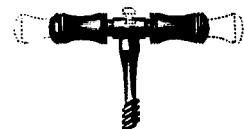
**БУРАВ ВЗРЫВНОЙ**, вспомогательный прибор при раскалывании пней порохом, предназначается для передачи искры порохом заряду, помещаемому в самом пне или в Б. в. Он состоит из пустотелого металлического цилиндра, с одного конца по



наружной поверхности имеющего винтовую нарезку, а с другого—приспособление для зажигания пороха (бурав взрывной Фрибодина—см. фиг.).

*Литт.: Вереха П. Н., Опыт лесоводств. терминологич. словаря, СПб, 1898.*

**БУРАВ ПРЕССЛЕРА**, прибор для высверливания из дерева по направлению радиуса пробных цилиндров с целью определения ширины годичных колец для установления размеров прироста дерева по толщине и определения его возраста и качества древесины.



Б. П. (см. фиг.) состоит из пустотелого, внутри слегка конического, стального цилиндра различн. длины, в зависимости от того, каких размеров желательно высверлить цилиндрок. На нижнем конце цилиндра по наружной поверхности сделана острая

винтовая нарезка, заканчивающаяся острозаточенными концами; в этом месте внутренний диам. цилиндра 5—7 мм. На верхнем конце трубка заканчивается четырехгранной головкой с плоскими краями; этим концом цилиндр входит в особую ручку, служащую в то же время и футляром. Для вынимания цилиндров, находящихся в Б. П., после завинчивания его в дерево, при нем всегда имеется особая стальная пластинка—«ерш», или «игла», с зазубринами на нижнем конце, направленными кверху. В зависимости от того, с какой твердости древесной породой приходится иметь дело, нижняя часть с винтовой нарезкой подвергается разнообразной закалке. Лучшие приборы изготовляются в Швеции.

*Литт.: Орлов М. М., Лесная таксация, 2 издание, Ленинград, 1925.*

**БУРАВА**, инструменты для сверления отверстий цилиндрич. формы, состоят из круглого металлическ. прута, на заостренном конце к-рого сделана винтообразная или спиральная нарезка. В зависимости от формы, размера и материала, для которого они предназначены, Б. носят разные названия.

1) **Буравчик** применяется столярами для сверления отверстий небольшого диаметра. Круглый стержень Б. на нижней своей половине расклепан и так завит, что оба продольных заостренных ребра образуют правую нарезку винтового хода, причем круглое сечение стержня Б. переходит сперва в весьма пологую нарезку, угол наклона режущих кромок которой относительно оси затем быстро увеличивается, в то время как диаметр винта уменьшается и наконец оба ребра сходятся на оси стержня в одно острие. Когда буравчик приставлен к дереву острием и при некотором надавливании сделано несколько оборотов, то начало винтового хода входит в дерево и тянет за собой буравчик так, что дальше нет необходимости надавливать рукой. Резец действует наподобие ножа и снимает толстую стружку, помещающуюся в пустом пространстве буравчика. При обратном ходе действует второе лезвие и выглаживает отверстие.

2) **Буравчик английский** имеет в режущей части форму прямого полукруглого желоба с острыми ребрами, к-рые затем переходят в двойной конич. винтовой ход в три или четыре нарезки.

3) **Б. ложечный**—с поперечным сечением режущей части в виде полукруглого желоба, прямые ребра которого образуют лезвие. Такие Б.—или одинаковой ширины по всей длине или суживаются к концу, причем бол. частью на конце снабжаются косым зубом, позволяющим сверлу углубляться в дерево и без надавливания руками. 4) **Б. бочарные**—для просверливания в бочках отверстий для шпунтов. 5) **Б. винтовые** состоят из стальной полосы, свернутой по винту; на рабочем конце имеют резы и небольшой затяжной винт. Различают простые и двойные винтовые Б. в зависимости от того, как завита полоса. Если полоса навивается на цилиндрич. стержень, то получается простой винтовой Б., имеющий от 4 до 6 оборотов; такой Б. на конце имеет затяжной винт и два заостренных лезвия:

одно — параллельное оси, работающее по окружности отверстия, другое — перпендикулярное, выбирающее дерево со дна отверстия. Двойные Б. получают от свертывания четырехгранной полосы около ее оси; узкие грани полосы образуют винтовые линии, дающие круглый ход двойного винта. Винтовые бурава сверлят легко, и стружки сами поднимаются по винту. 6) *Дрель* (см.). 7) *Коловорот* (см.). 8) *Трещотка* (см.).

О применении Б. см. также *Бурение*, *Бурав* посадной и цилиндрический и, *Бурав Прессера*, *Буры* почвенные.

**БУРАТ**, мельничная машина с вращательным движением рабочих поверхностей для очистки зерна от посторонних примесей посредством просеивания. Первые конструкции Б. были цилиндрические, а затем для удешения и упрощения конструкции были введены призматические Б. (фиг. 1).

Призматич. Б. представляет собой деревянный шестигранный барабан А, длиной от 1 250 до 3 500 мм, обтянутый провололочными ситами и помещенный в деревян. камеру В; барабан А укреплен на валу б, вращающемся в подшипниках а, находящихся на деревянных крышках камеры В, причем вал имеет наклон к горизонту от 0,08 до 0,10. Под буратом расположен шнек е, приводимый в действие ременной передачей от вала б; на боковых стенках камеры В имеется несколько отверстий для осмотра, закрываемых силовыми деревянными щитами д или рамами, обтянутыми полотном. Барабан Б. имеет несколько секций, из к-рых ближайшая к месту входа зерна обтягиваются более густыми ситами для просеивания мелких примесей, последняя же секция — ситом с крупными ячейками для прохода зерна. Иногда устраивают Б. без шнека; тогда в них под барабаном делают конусные приемники рассортированного продукта. Цилиндрический Б. отличается от призматического только формой барабана А.

Производительность Б. весьма невелика (в 5 раз меньше производительности плоских сит), т. е. только от  $\frac{1}{8}$  до  $\frac{1}{3}$  всей рабочей поверхности сит участвуют в работе. Б. цилиндрические и призматические страдают общим конструктивным недостатком, заключающимся в том, что вследствие уклона вала шпильки и шестерни приходится насаживать в наклонной плоскости; для устранения этого недостатка в некоторых конструкциях вал бурата делают горизонтальным, а подача зерна к выходу осуществляется особыми гонками. Б. применяются также и для просеивания продукта размола, однако на большинстве мельниц они давно уже вытеснены более совершенными машинами и в настоящее время встречаются лишь на старых или на небольших мельницах местного помола, где преимущественное значение имеет дешевизна оборудования; применяются для этой цели Б. сходные с зерновыми Б., лишь сита ставят шелковые соответствующих номеров.

Т. Э. м. III.

В виду того, что цилиндр и призматич. Б. мало производительны, были предложены конструкции центробежных или центрифугальных Б. двух типов: 1) с неподвижной ситяной обечайкой и вращающимися в ней бичами, расположенными винтообразно или имеющими выступы (лопасти), загнутые по винтовой линии, и 2) с вращающейся ситяной обечайкой и вращающимися в ней по тому же направлению бичами. Первый тип центрифугального Б. не имел распространения. Недостатки его были устранены в конструкции второго типа тем, что просеиваемый в нем продукт попадает прямо на вращающиеся бичи, часть же его, падающая в низ обечайки, поднимается вращающейся ситяной обечайкой и сбрасывается на бичи с нек-рой высотой; последние отбрасывают продукт на ситяную поверхность обечайки, а потому не производят давления на сита, рабочая же поверхность бурата благодаря такой конструкции используется почти полностью. Для соблюдения перпендикулярности направления частицы продукта к поверхности сита необходимо определить наклон рабочей поверхности лопастей, при котором достигается это направление. Пусть  $v_0$  — окружная скорость обечайки (фиг. 2) и  $v$  — окружная скорость бичей, которые расположены под углом  $\alpha$  к радиусу. Так как направление скорости вращения бичей есть  $v$ , то частица продукта встретит бич под углом  $v \cos \alpha$  и отразится от него под таким же углом  $\beta$  к радиусу  $OC$ ,  $v_1$  по направлению  $OC$ , и с такою же скоростью  $v_1 = v$ . Для того чтобы частица продукта встретила поверхность сита в перпендикулярном направлении, необходимо, чтобы окружная скорость обечайки  $v_0$  и скорость  $v_1$  дали суммарную скорость, направленную по радиусу  $OA$ . При угле наклона  $\alpha$  бича к радиусу угол, под которым частица продукта встречает бич и отражается от него, будет также  $\alpha$ ; из чертежа имеем:  $v_0 = v \cos \beta$ ; наконец из треугольника  $OCB$  получим:

$$\frac{r}{R} = \frac{\sin(90^\circ - \beta)}{\sin(90^\circ + 2\alpha)} = \frac{\cos \beta}{\cos 2\alpha},$$

откуда

$$\cos \beta = \frac{r}{R} \cdot \cos 2\alpha$$

и следовательно

$$v_0 = v \cdot \frac{r}{R} \cdot \cos 2\alpha.$$

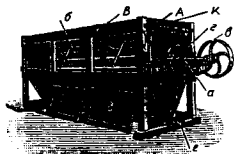
Если через  $m$  обозначим число оборотов обечайки, а через  $n$  — число оборотов бичей в 1 минуту, то получим:

$$\frac{2\pi R n}{60} = \frac{2\pi r m}{60} \cdot \frac{r}{R} \cdot \cos 2\alpha,$$

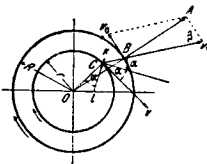
или

$$m = n \left( \frac{r}{R} \right)^3 \cdot \cos 2\alpha.$$

Из этой формулы имеем два крайних предела наклона лопастей, а именно:  $\alpha = 45^\circ$ , тогда  $m = 0$ , т. е. обечайка м. б. неподвижна, и  $\alpha = 0^\circ$ , тогда  $m = n \left( \frac{r}{R} \right)^3$ , т. е. обечайка имеет

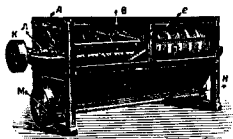


Фиг. 1.



Фиг. 2.

максимальное число оборотов, а бичи направлены по радиусу; из последнего выражения имеет:  $\frac{m}{n} = \left(\frac{r}{R}\right)^2$ . Следовательно, в пределах от 0 до 45° угла наклона лопасти  $\alpha$  можно получить направление пути продукта, перпендикулярное к поверхности сита, что является отличительной особенностью центрифугальных Б., обуславливающих их высокую производительность, т. к. достижение этого условия просеивания невозможно ни в какой другой конструкции просеивательных машин. На фиг. 3 представлена нормальная конструкция центрифугального бурата второго типа с вращающейся обечайкой и вращающимися внутри ее бичами с лопастями. Подлежащий просеиванию продукт посту-



Фиг. 3.

стывает в приемный патрубок А, по которому он подается внутрь обечайки В, и часть его попадает на бичи З, которые укреплены на остове В; последний приводится во вращательное движение от трансмиссии шкивом К, на оси которого насажен второй шкив Л, передающий движение посредством ремня шкиву М, насаженному на оси транспортного винта, расположенного внизу В.; противоположный конец оси винта имеет шкив Н, от которого приводится во вращение верхний шкив (на фигуре не виден), приводящий в движение ситную обечайку В; е—щетки для очистки сита обечайки. Часть

диль, читанный в Московском хим.-техн. ин-те им. Д. И. Менделеева, Москва, 1925; K e t t e n b a c h F., Mühlenbau, Mühlenbau, Lpz., 1921; В a t e m g a r t n e r F., Lehr- u. Handbuch über alle Teile d. Mühlenbetriebes, Berlin, 1924. В. Прохоров.

**БУРАЯ ГНИЛЬ**, болезнь древесины, к-рая вызывается сапрофитными грибами и при которой нормальная окраска древесины переходит в буровато-красный цвет. Б. г. часто также развивается без содействия грибка. Повреждения коры и камбияного слоя дерева вызывают высыхание верхних его слоев и разложение их под влиянием кислорода воздуха и проникающей воды. Бурая гниль распространяется медленно по торцу и быстрее в направлении волокон дерева. Лиственные породы от Б. г. страдают более, чем хвойные. Затеки, обдир коры, крапивный сук и пр. часто становятся причиной распространения Б. г. в древесном стволе, что сильно понижает, а иногда и вовсе уничтожает техническую пригодность дерева.

**БУРБОНАЛ**, 4-окси-3-этоксис-бензальдегид, душистое вещество с запахом *ванильна* (см.), по интенсивности превышающим последний. Получается действием хлороформа на моноэтиловый эфир пирокатехина или этилированием протокатехового альдегида; бурбонал применяется в парфюмерии.

**БУРГУНДСКАЯ СМОЛА**, бургу н д с к и й, или б е л ы й в а р, получается переплавлением, фильтрацией и упариванием еловой живицы (из *Picea excelsa* L.) и применяется гл. обр. для просолки пивных бочек и для составления различных мастик.

**БУРЕЛОМ**, буреломное дерево, сломанное ветром или бурей дерево, причём нижняя часть ствола, достигающая иногда значительной высоты, до 2/3 всей общей высоты дерева, остается на корне, а вершина падает на землю. Бурелому более подвержены хвойн. деревья, выставленные при рубках на простор, или деревья, имеющие органические повреждения. Буреломные деревья (как опавшие вершины, так и остающиеся части стволов) необходимо убирать во избежание опасностей от пожара

Характеристики центрифугальных Б.

Размер Б. в мм		Число об/м	Производительность в кг/ч				Потребн. мощн. в лр	
диам.	длина		обечайки	бичей	дранья	передира		крупок
610	1 500	30	250	410—490	380—410	250—330	180—200	1,0—0,4
650	2 000	30	250	570—650	520—620	360—410	250—280	1,5—0,8
700	2 500	28	230	730—820	650—730	440—490	330—350	1,8—0,9
800	3 000	28	200	900—1 060	820—900	570—650	410—460	2,2—1,0
900	3 500	22	190	1150—1 390	980—1 150	740—820	490—570	2,8—1,2
1 000	4 000	20	180	1470—1 640	1310—1 470	900—980	610—690	3,6—1,6

продукта попадает на бичи и отбрасывается их лопастями на ситную поверхность обечайки, другая же часть, упавшая вниз на ситную обечайку, захватывается планками, составляющими остоу обечайки, поднимается вверх и затем сбрасывается на бичи З, которыми уже отбрасывается на ситную поверхность. Вследствие почти полного использования рабочей поверхности сит производительность центрифугальных Б. почти в пять раз больше производительности цилиндрических и призматических Б., а потому первые являются машинами более совершенными, чем вторые (см. таблицу).

Как центрифугальные, так и цилиндрич. и призматич. Б. часто в практике называются просто «цилиндрами».

Лит.: З в о р ы к и н К., Курс по мукомольному производству, Харьков, 1894; К о з ь м и н П. А., Мукомольно-крупяное производство, М., 1926; П а к у т о М. М., Мукомольное производство. Курс лек-

и развития различн. вредителей. Древесина буреломных деревьев чаще всего разделяется на дрова из-за плохого ее качества.

**БУРЕНИЕ** скважин, способ получения в земной коре глубокой выработки круглого сечения, называемой буровой скважиной. Бурение скважины проводится с целью разведки горных пород, при строительных работах, при разведках месторождений полезных ископаемых, а также при добыче жидких и газообразных ископаемых, например воды, рассолов, нефти и горючих газов.

В буровой скважине различают: начало скважины у поверхности земли—у с т ь е, дно скважины—з а б о й и боковые поверхности—с т е н к и. Глубина и диаметр буровых скважин в зависимости от их назначения значительно колеблются: разведочные буровые скважины бывают диаметром от

25 мм, начальные диаметры эксплуатационных буровых скважин на нефть достигают 1 320 мм, а при бурении шахт эти диаметры достигают нескольких м; глубина буровых скважин доходит в настоящее время до 2,5 км.

**Виды Б. и способ работ.** Для проведения буровых скважин применяются различные способы бурения; выбор этих способов зависит от свойств проходимых скважиной пород, от назначения скважины, ее диаметра, а также и глубины. По своему назначению Б. подразделяется на разведочное и эксплуатационное. В зависимости от того, действует ли буровой инструмент на проходимые породы сверлением или ударами долота, различают вращательное и ударное Б., причем и то и другое может производиться ручным или механическим способом.

Процесс ударного Б. заключается в том, что буровое долото, имеющее обычно форму лопатки с заостренной нижней гранью и нагруженное для увеличения эффекта удара значительным весом, поднимают над забоем скважины на некоторую высоту и затем его быстро опускают. При этом ударе лезвие долота откалывает от забоя куски породы, которые при последующих ударах долота измельчаются и, смешиваясь с имеющейся в скважине водой, образуют буровую грязь. Для придания скважине правильной цилиндрической формы долото после каждого удара поворачивают вокруг вертикальной оси на нек-рый угол. Долото спускается в скважину на канате или на длинных (до 6 м) стержнях (буровых штангах), которые по мере углубления забоя наращаются новыми, так что верхний конец последней буровой штанги всегда выступает из устья скважины. Между долотом и буровыми штангами для увеличения веса падающей части инструмента устанавливают тяжелую железную штангу (сечением до 150 мм в квадрате, длиной до 6 м и весом до 1,6 т). При ручном бурении неглубоких скважин малого диаметра рабочие приподымают долото руками при помощи рукоятки ключа, надеваемого на выступающий конец буровой штанги, или же веревкой, прикрепляемой к концу штанги и перекинутой через находящийся на некоторой высоте над землею ролик. При Б. более глубоких скважин выступающий над устьем конец штанги присоединяют к одному концу балансира, укрепленного на стойке у скважины, а другой конец приводят в движение вручную или двигателем (фиг. 1). По мере накопления буровой грязи на забое эффект удара долота ослабевает; поэтому необходимо время от времени удалять грязь с забоя. Для этого останавливают долбление, вынимают долото и спускают в скважину на буровых штангах или на канате особый цилиндрический сосуд—желонку, которая и вычерпывает грязь. Этот способ ведения работ называется с у х и м бурением. Иногда размельченную породу очищают с забоя непрерывно во время самого процесса долбления. Для этого долото спускают в скважину на полых буровых штангах, через которые во время долбления накачивают на забой воду

или жидкий раствор глины; жидкость, выходя у забоя, смешивается с размельченной породой, поднимается по скважине вверх



Фиг. 1.

и таким образом выносит размельченную породу на поверхность. Такой способ носит название Б. с промывкой забоя.

Если при ударном Б. на буровых штангах все штанги, на к-рых спущено в скважину долото, падают при каждом ударе вместе с долотом, то такой способ называется Б. на непрерывной штанге. В этом случае при ударе долота о забой все штанги испытывают сотрясение, подвергаются продольному изгибу, быстро приходят в негодность, ломаются и требуют ловильных работ по извлечению инструмента из скважины. Для предупреждения этого между инструментом и штангами вводят особую подвижную часть, называемую раздвижной штангой, ножницами или ясом; она устраняет передачу сотрясений инструменту и позволяет держать колонну буровых штанг все время в подвешенном состоянии (канадский способ Б.). Во всех вышеуказанных случаях долото, подвешенное на буровых штангах к балансиру, связано с ним штангами, и потому скорость его при движении вниз для удара о забой зависит всецело от скорости движения балансира. Чтобы увеличить скорость падения долота на забой и тем усилить эффект удара, долото (с ударной штангой) осебобождают в высшей точке его подъема от буровых штанг и тем дают ему возможность свободно падать на забой равномерноускоренным движением, причем колонна буровых штанг опускается вниз со скоростью качания балансира, подхватывает инструмент с забоя и опять поднимает его в наивысшее положение над забоем. Приспособление, позволяющее продлевать все эти операции, называется фрейфалом, самопадом, свободно падающим инструментом. Бурение на буровых штангах называется штанговым Б., причем при всех вышеуказанных способах бурения штанги могут быть сделаны из железа или дерева. Иногда буровые штанги заменяют пенковым или стальным канатом круглого или плоского сечения; такой способ называется канатным бурением (пенсильванский способ).

При всех способах ударного бурения механизм, поднимающий долото над забоем, помещается на поверхности земли, и потому для приведения долота в движение необходимо привести в движение всю колонну буровых штанг, на к-рых оно подвешено. Это вызывает излишнюю затрату энергии, вызывает поломки буровых штанг и ловильные

работы. Чтобы избежать этого, инж. Вольский предложил гидравлический таран, действующий ударом воды (гидравлич. удар), подаваемой по полым штангам к забояю; А. М. Бенкендорф предложил электрич. таран, в котором использован соленоид.

Обычно лебедка для подъема и спуска инструментов и балансиры конструируются в одну общую установку, приводимую в действие одним двигателем; такой механизм называется буровым станком.

Ручное вращательное бурение производится особыми инструментами—б у р а м и, имеющими форму пустотелого цилиндра с отогнутыми внутрь острыми режущими лопастями, или форму зубчатой коронки, или наконец форму улитки, или штопора. Такой бур спускают в скважину и вращают на штангах вокруг вертикальной оси, отчего он под тяжестью собственного веса врзается в породу. При подъеме бур выносит размельченную породу. Скважины большого  $\varnothing$  и глубины бурят механич. двигателем и вместо бура спускают на трубах, штангах или обсадных трубах з у б ч а т у ю к о р о н к у из закаленной стали; последняя при вращении высверливает в породе колонки, по достижении известной высоты извлекаемые на поверхность. Для очень твердых пород вместо стальной закаленной коронки применяют коронку со вставленными в нее алмазами. Размеленная такой коронкой порода выносится водой, накачиваемой через полые штанги. Этот способ называется а л м а з н ы м Б. Иногда алмазную коронку заменяют гладкой коронкой без зубьев, но на забой насыпают стальную дробь, к-рая при вращении коронки раздробляет породу. В последние 15—20 лет в Америке и в СССР на нефтяных промыслах получил особенное развитие вращательный способ бурения с промывкой забоя жидким раствором глины. При этом способе Б. для мягких и средней твердости пород применяют плоские долота, а для твердых—долота с дисками или шарошками. При вращательном Б., трубчатые буровые штанги кроме продольного изгиба, сопротивляются еще и значительному скручивающему моменту, что крайне неблагоприятно отзывается на службе штанг и ведет к частым их поломкам. Для устранения этого недостатка вращательного Б. с промывкой забоя произведены попытки опускать в скважину неподвижные трубчатые штанги, снабженные в нижней части турбиной. Последняя приводится в движение жидкостью, накачиваемой в скважину. Эта турбина передает движение долоту. Примером такой установки может служить применяемый в последнее время на нефтяных промыслах СССР т у р б о б у р М. А. Капелюшника. Рабочей жидкостью в этом приборе служит глинистый раствор, накачиваемый в трубчатые штанги. Раствор после работы в турбине смешивается с породой, размеленной долотом, и выносит ее на поверхность земли.

При обычном вращательном Б. с промывкой забоя скважин больших диаметров и глубины вращение долота производится распускаемым над устьем скважины специальным вращательным столом, или

вращателем. Последний входит в состав бурового станка, так же как и передаточные механизмы для спуска и подъема инструментов. Насосы для подачи в скважину промывочной жидкости обслуживаются или тем же двигателем или — чаще — особым, специально для них установленным.

При Б. скважин в малоустойчивых породах, в целях предохранения стенок от обвалов, что мешало бы дальнейш. углублению, а по окончании Б. эксплуатации скважин, стенки последней закрепляются обсадными трубами несколько меньшего диаметра, нежели сама скважина. При добыче рассолов применяют деревянные трубы, для артезианских вод—железные, иногда оцинкованные, в нефтяном деле—исключительно железные. Для неглубоких скважин малого диаметра применяют обыкновенные газовые трубы с муфтовым соединением на резьбе. Для более глубоких и большего диаметра скважин изготовляют специальные клепаные обсадные трубы с муфтовым соединением на заклепках или герметич (американские), сварные или цельнотянутые, соединенные муфтами на резьбе. Клепаные обсадные трубы для нефтяных скважин изготовляются из листов котельного железа, толщиной 5, 6 и 8 мм ( $\frac{9}{16}$ ,  $\frac{1}{4}$  и  $\frac{5}{16}$  дм.); в этом случае швы склепываются (входоудную) в один или два ряда заклепками. Длина клепаных труб, применяемых в СССР, обычно равна 142 см (2 ар.), внутренний диаметр—200—1300 мм (8—32 дм.). Трубы соединяются между собой наружными муфтами шир. 300 мм, из такого же железа, с заклепками впопай. Для ускорения спуска труб в скважину их заранее соединяют в колона из 2 или 3 труб. На нижний конец первой трубы в каждой колонне приклепывается стальное кольцо с острой режущей кромкой, называемое б а ш м а к о м. Отдельные колона труб при Б. склепываются между собой над устьем скважины. Главный недостаток клепаных труб—их негерметичность. Обсадные водонепроницаемые трубы, соединяемые между собой на резьбе, которые применяются в СССР, имеют диаметр от 100 до 600 мм (4—24 дм.), а длину от 2 до 6 м.

Большую часть этих труб изготовляет Никополь-Марипольский завод. Толщина стенки винтовых труб, в зависимости от испытываемого ими в скважине наружного давления, от 6,5 до 15 мм. Нижний конец обсадных винтовых труб снабжается вместо башмака специальной б а ш м а ч н о й т р у б о й дл. от 400 мм до 2 м, с толщ. стенок ок. 19 мм. Обсадные трубы при постепенном наращивании и опускании вниз в процессе Б. в конце концов или останавливаются сами от трения о прорыленные породы или их приходится останавливать по технич. соображениям. В этом случае в колонну обсадных труб в скважину спускается новая колонна меньшего диаметра. После останова второй колонны спускается третья, и т. д. Таким образом крепление скважины получает телескопический вид.

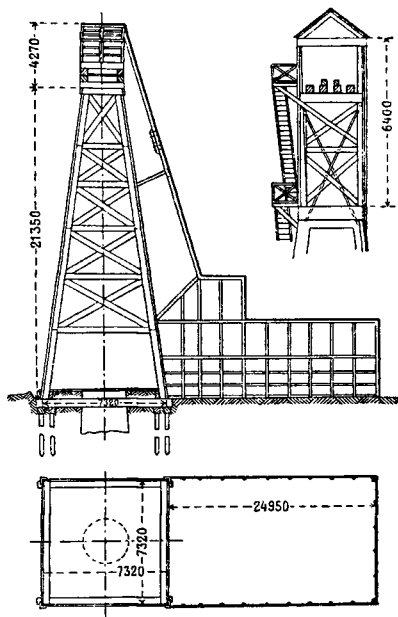
Для спуска и подъема бурового инструмента, обсадных труб и желонки устраивают над устьем скважины, в случае бурения скважины небольшого диаметра и глубины,

остаточно высокую треногу, у вершины которой укрепляют ролик для каната и блок для талей. Для более глубоких скважин, при бурении которых приходится поднимать тяжелые грузы, устанавливают более прочное подъемное сооружение, носящее название копра, или буровой вышки, высотой от 40 до 20 м и меньше. Высота вышки подбирается так, чтобы между подвешенным к вершине (головке) вышки блоком и устьем скважины могли уместиться подвесной блок, подъемный крюк, рабочее звено буровых штанг и еще должно оставаться небольшое свободное пространство для производства всех операций по свинчиванию и развинчиванию буровых штанг. При бурении на нефть в СССР и за границей применяют деревянные и железные буровые вышки, имеющие форму усеченной четырехгранной пирамиды.

Угловые стойки у деревянных вышек делаются или из целых бревен (бакинская вышка) или сколачиваются из отдельных досок (американская вышка). Нижние концы угловых стоек упираются в углы основной рамы, имеющей форму квадрата; верхние концы их связаны рамой меньшего размера, к-рая служит основанием для установки на ней брусьев с подшипниками для роликов различного назначения. Над верхней рамой надстраивается небольшая будка для прикрытия роликов. Верхняя часть вышки, т. е. верхняя рама с подшипными брусьями и будкой, носит название головки вышки и. С одной стороны вышки пристраивается сарай, одинаковой ширины с вышкой, так называемый откос, в котором помещаются буровой станок, подъемная лебедка, паровая машина, насосы и прочее оборудование. Двигатели внутреннего сгорания и электродвигатели помещаются обычно в отдельной будке из негорючего материала, устанавливаемой непосредственно за откосом вышки. Башня вышки, будка головки и откос обшиваются частью или полностью тесом, железом или огнестойкими материалами—этернитом, гипсолитом и др.

Постройка вышки для глубокого Б. на нефть ведется след. образ. Прежде всего на месте будущей скважины роется шурф, или, как его называют в Баку, шахта, круглого сечения, диам. ок. 3—3,5 м и глб. 6—6,5 м. Для предупреждения обвалов стенок шахта обшивается досками, которые поддерживаются железными или сколоченными из досок кольцами. Вокруг шахты делается невысокая (1—1,5 м) насыпь под башню и откос вышки; назначение этой насыпи—поднять пол буровой вышки для стока воды, грязи и нефти. На насыпи вокруг шахты укладывается основная рама из брусьев квадратного сечения со стороны ок. 500 мм и длиной до 7,5 м. Под раму в углах забивают предварительно по 4 сваи, соединенные насадками, или сооружают каменные столбы (фундаменты). Если строится бревенчатая вышка (бакинского типа), то угловыми стойками служат 4 круглых бревна, диаметром около 400 мм в верхнем коме. Эти стойки скрепляются 5 или 6 горизонтальными поясами из бревен диаметром 200—250 мм. Между поясами устанавливаются кресты

(раскосы) из таких же бревен. Верхние концы стоек скрепляются квадратными венцами из брусьев сечением 450×550 мм и длиной 2 м. На верхний венец укладывают подшипные брусья (450×550 мм), на к-рые устанавливаются подшипники тартального шкива, подъемного и талевых роликов. Высота бревенчатой вышки обычно колеблется от 16 до 18 м. Такие вышки применялись для штангового Б. на бакинских промыслах и выдерживали нагрузку на головку вышки до 60 т. В настоящее время их заменили вышки американского типа, выдерживающие

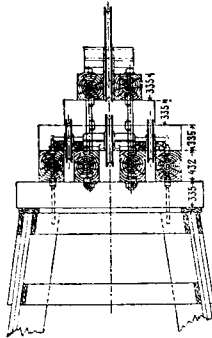


Фиг. 2.

нагрузку до 100 т (фиг. 2). Эти вышки строятся двух типов: для канатного и штангового ударного бурения — высотой 20—24 м и для вращательного бурения с промывкой забоя глинистым раствором — высотой 32—40 м.

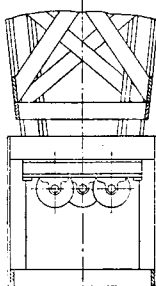
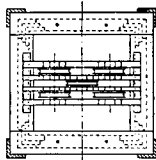
Угловые стойки америк. вышек сколачиваются в виде желобов из двух досок, под прямым углом друг к другу. Постройка этих вышек начинается также укладкой основной рамы на угловых фундаментах; к последней прибавляются в углах с соответствующим уклоном первые доски, толщиной не меньше 70 мм, составляющие угловую стойку-желоб. Первые доски для желоба каждой стойки берут неодинаковой длины, для того чтобы стыки досок не приходились в одном месте. На уровне каждого стыка прибавляют горизонтальные пояса, а последние скрепляются крестами; те и другие из досок толщиной 70 мм. Число поясов и крестов зависит от высоты вышки: для

25 м—7 поясов, для 40 м—17 поясов (включая верхний). Для усиления вышки обычно вентно на первый жолоб угловых стоек нашивают снаружи второй, а иногда и третий ряд досок. На верхних концах стоек снаружи и изнутри нашивают двойной пояс, на который укладывают верхний венец, а на него подкивные брусья. Общее расположение подкивных брусьев и всех роликов для вышки ударного бурения показано на фиг. 3. Снаружи вышки устраивают лестницу до самого верха в виде обыкновенной стремянки или зигзагообразных маршей с площадками.



Фиг. 3.

Буровые вышки американского типа для вращательного Б. имеют в Америке стандартную высоту: 25, 29, 32, 37 и 40 м (84, 96, 106, 120 и 132 фт.). У нас обыкновенно строятся вышки высотой 32 м. Такая вышка имеет шахту, подобную шахте для ударного бурения, но только ее пол закладывается бутом на цементе или бетонируется, так как он служит фундаментом, на котором во время бурения висят на хомутах колонны обсадных труб. Обычно на пол шахты укладывают два solidных деревянных бруса и на них уже опирают хомуты обсадных труб. В верхней части шахты, на уровне пола вышки укладываются параллельно друг другу и перпендикулярно к оси бурового станка 2 бруса  $0,5 \times 0,5$  м одинаковой длины с брусьями рамы, т. наз. шахтовые брусья, на которых укрепляется станина вращательного стола бурового станка. Основание вышки имеет размеры от  $6 \times 6$  до  $7,9 \times 7,9$  м. Размеры головки вышки—  $1,8 \times 1,8$  или  $2,1 \times 2,1$  м. Башня может выдержать нагрузку на головку до 120 т. В американских вышках вместо деревянных вышек вместо деревянных брусьев иногда устанавливают на головке раму из двутавровых балок. Такая рама вместе с роликками называется кронблоком (фиг. 4). К кронблоку подвешивается талевого блок. Для рабочего, обслуживающего вертел и тали при подъеме и спуске инструмента в скважину, устанавливается помост с перилами (полаты) на высоте 11, 13, 18, 24 или 30 м от уровня пола, в зависимости от

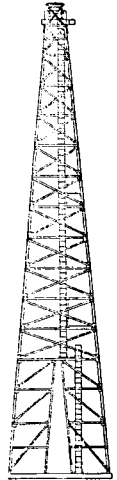


Фиг. 4.

высоты башни и длины применяемых буровых штанг. На брусья нижней рамы укладываются продольные балки и на них настигается пол из толстых досок с наклоном для стока грязи, воды и нефти. В том месте, где устанавливаются вынутые из скважины буровые штанги, пол д. б. укреплен от прогиба, для чего на него нашивают второй ряд досок; к полу прикрепляют железное корыто с нефтью, в которое и ставят концы штанг, чтобы предохранить их от загрязнения. Верхний конец штанг заводится за скобу, прикрепленную к одним из полатей. Иногда вышку снабжают вторым, «малым» откосом для установки в нем двух насосов, подающих в скважину глинистый раствор для промывки забоя.

В Америке, а в последнее время и в нефтепромышленных районах Союза вместо деревянных вышек нередко устанавливаются железные вышки, которые по окончании буровых работ разбираются и переносятся в другое место (фиг. 5). В Америке получили распространение две системы железных буровых вышек: система Вудворта, из углового железа, и система Нейля, из стальных труб.

В вышках системы Вудворта ноги, пояса и раскосы изготовляются из углового железа, размером от  $90 \times 60 \times 6$  до  $150 \times 150 \times 13$  мм, в зависимости от высоты вышки и рабочей нагрузки. Нижнее основание (рама) и головка вышки изготовляются из двутавровых балок и швеллеров. Размеры основания вышек от  $6 \times 6$  до  $8 \times 8$  м. Отдельные звенья ног вышки соединяются накладками из углового железа (для вышек легкого типа) или из котельного железа (для вышек тяжелого типа) на болтах, причем эти же накладки служат для присоединения к ним поясов и раскосов. Число болтов в каждом узле д. б. возможно меньше для ускорения сборки и разборки вышки. В последних конструкциях вышек число болтов в узле доведено до 6, так что на весь пояс требуется 24 болта. Высота башен из углового железа, принятых в Америке для вращательного бурения, колеблется от 18 до 37 м; рабочая нагрузка на них—от 27 до 135 т при коэффициенте безопасности 4. Общий вес всей железной конструкции вышки вместе с основанием колеблется от 4,2 до 16,2 т.



Фиг. 5.

Буровые вышки из стальных труб делаются обыкновенные, двойные или тройные, в зависимости от нагрузки вышки. Ноги обычной вышки состоят из одного ряда труб, соединенных в стык; ноги двойной—из двух, а тройной—из трех колонн труб, вставленных одна в другую, причем стыки колонн располагаются в различных плоскостях. Звенья ног, поясов и раскосов соединяются при помощи зажимных муфт на болтах. Основание башни вышки, размером от  $6 \times 6$

до  $8 \times 8$  м, и головку делают из двутавровых балок и швеллеров, соединенных болтами. Ноги вышек собираются из стальных труб диаметром от 50 до 125 мм; высота вышек колеблется от 25 до 36 м; максимальная нагрузка при 4-кратном запасе прочности колеблется от 12 до 85 т при общем весе железа в вышке от 8 до 16,5 т. Откосы железных вышек также делаются из углового железа или труб и собираются на болтах. Нижняя часть башни, стены и крыши откосов обшиваются обычно волнистым железом.

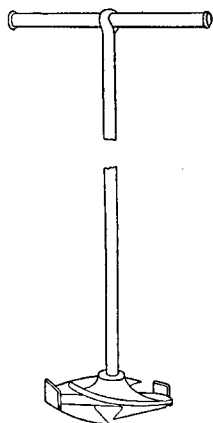
### 1. Сухое Б.

К группе сухого Б. относятся следующие системы: 1) зондирование, 2) ручное вращательное на сплошных штангах, 3) ударное на сплошных штангах, 4) ударное на канатах (пенсильванский способ).

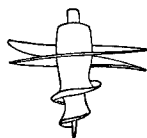
**1. Зондирование.** Наиболее простым способом проведения неглубоких скважин малого диаметра является зондирование шупом. Шуп представляет собой круглый стержень диаметром от 10 до 16 мм и имеет на одном конце ушко для продевания рукоятки, а на другом — разведочную головку, которая снабжена продольными бороздами, карманами, ямками и т. п. для захватывания образцов породы. Шупом можно работать только в мягких породах. Он загоняется в породу до необходимой глубины надавливанием на стержень или ударами деревянным молотком, а затем повертывается вокруг оси; при этом карманы или борозды головки захватывают породу и выносят ее при подъеме шупа на поверхность. Комплект шупов состоит из 8 номеров, длиной от 1,5 до 11 м, при diam. головок от 32 до 16 мм и высоте от 50 до 90 мм, с 4 бороздами на каждой. Шупы загоняются последовательно, по порядку номеров, начиная с короткого и более толстого, причем борозды разведочной головки должны быть перед загонкой тщательно прочищены.

**2. Ручное вращательное Б. на сплошных штангах** применяется в мягких и в средней твердости породах; твердые пропластки проходят ударным способом. Вращательное Б. на сплошных штангах — наиболее простой и дешевый способ. Инструментами, непосредственно действующими на породу, при этой системе служат буры различных конструкций, которые спускают в скважину на штангах. Штанги вращают за рукоятку, продетую в ухо верхней штанги, или посредством ключей, надетых на верхнюю квадратную штангу. При вращении бур внедряется в породу, забирает в себя разрыхленные части ее и при подъеме выносит их на поверхность. В настоящее время наиболее часто применяются следующие буры. а) **Американский тарельчатый бур** (фиг. 6) — состоит из тарелки, трех режущих, слегка наклонных к горизонту перьев и трех вертикальных перьев. При вращении бура разрыхленная порода собирается на тарелку и при поднятии его выносится на поверхность. б) **Бур Болькена** (фиг. 7), иначе земляной бур, — изготовляется diam. до 0,6 м и служит для Б. неглубоких скважин. Для Б. в песках приделывают поверх тарелки невысокий цилиндр, куда песок и соби-

рается. в) **Ложка** (фиг. 10), или резак — представляет собой полузакрытый цилиндр, снабженный в нижней части режущим пером. г) **Спиральный бур**, или шпиль (фиг. 9), — представляет собой полосу железа, закрученную в виде штопора, режущие нижние концы которого насталены. Этот бур



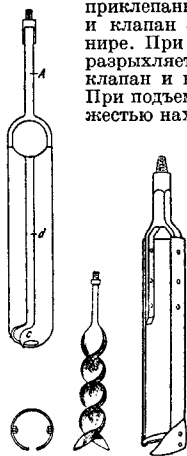
Фиг. 6.



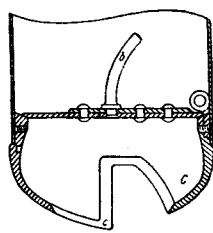
Фиг. 7.

пригоден для работы в различных глинах. д) **Открытый бур** (фиг. 8) — служит для Б. более глубоких скважин и представляет собой цилиндр из котельного железа с продольным вырезом *d*. Внизу цилиндр окаймляется одним или 2 режущими перьями *e*. Цилиндр прикреплен к вилке *A*, на головку которой

навинчиваются штанги. е) **Закрытый бур** (фиг. 11) для работы в пльвунах и сыпучих песках, — представляет собой цилиндр (из котельного железа), к нижней части к-рого приделаны две режущие лопасти *C* и клапан *b*, посаженный на шарнире. При вращении бура порода разрыхляется перьями, поднимает клапан и входит в цилиндр бура. При подъеме бура клапан под тяжестью находящейся в буре породы закрывается и порода выносится на поверхность. Этот способ применяется для бурения неглубоких



Фиг. 8. Фиг. 9. Фиг. 10.



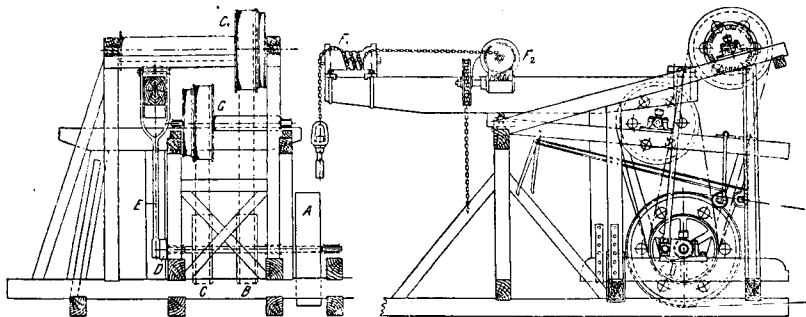
Фиг. 11.

разведочных скважин. Он применялся до середины прошлого столетия на Пермских соляных промыслах для Б. расслоподъемных скважин глубиной до 250 м. Велос на деревянных штангах особой коронкой, которая называлась желонкою и представляла собой цилиндр с зубчатым башмаком.



3. Ударное Б. на сплошных штангах подразделяется на три вида: а) Б. на непрерывных штангах, б) канадский способ (с ясом) и в) бакинский способ (со свободно падающим инструментом).

а) Б. на непрерывных сплошных штангах может быть применяемо в скважинах малого диаметра и небольшой глубины, так как при ударе долота о забой часть живой силы, развиваемой в колонне штанг, вызывается в нижних штангах продольный изгиб, а вследствие этого и частые их поломки. Поэтому такой способ бурения применяется редко, чаще—как вспомогательное бурение при вращательном способе, когда встречаются твердые породы.



Фиг. 12 и 13.

Инструментом, размельчающим породу, служит в этом случае обыкновенное долото, имеющее вид лопаты с острым нижним режущим лезвием. Буровая грязь удаляется из скважин при посредстве желонки с клапаном, спускаемой на канате.

б) Канадский способ Б. ведется на деревянных или железных буровых штангах с ясом, помещаемым между долотом и буровыми штангами. Этим способом бурили скважины на нефть сначала в Канаде, затем он перешел в Галицию, Румынию и наконец к нам в Кубано-Черноморский и Урало-Эмбенский районы. В последнем он применяется и до настоящего времени. На промыслах в Бориславе и Тустановице (Галиция) этим способом была пробурена большая часть скважин в 1000 и более м глубиной. При этом бурении применяются буровые вышки американского типа, высотой до 16 м. В откосе вышки устанавливаются двигатель и буровой станок, построенный почти целиком из дерева (фиг. 12 и 13). На главном стальном валу станка закреплены: шкив



Фиг. 14. Фиг. 15. Фиг. 16.

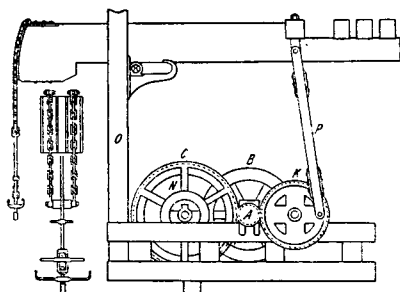
Для спуска и подъема бурового инструмента на барабан G наматывается 25-мм стальной канат, свободный конец которого перекидывается через ролик на головке вышки и снабжается приспособлением для захватывания штанг—вертлюгом или подъемным крючком. Для подъема и спуска обсадных труб на барабан G наматывается один конец талевого каната, а на другом висит талевого блок на роликах, которые расположены на подшивных брусьях головки вышки. Все ремни ременных передач станка надеты на шкивы с большой слабину; они натягиваются ключником по мере необходимости с помощью подвижных натяжных роликов. Буровой инструмент состоит из долота (фиг. 14), расширителя системы Фаука (фиг. 15), ударной штанги весом от  $\frac{1}{2}$  до 1 т и наконечника лса (фиг. 16). Последний представляет собой 2 удлиненных звена, движущихся одно в другом, внешние концы которых снабжены головками с резьбой. Верхний конец лса соединяется со штангами, нижний с ударной штангой. Крепление стенок скважин производится винтов трубами.

В. Борисевич.

в) Штанговое Б. со свободно падающим инструментом (бакинский способ). Этот способ штангового бурения впервые стали применять в Баку в 1871 году при проходке первых нефтяных скважин. Опыт такого бурения оказался удачным, вследствие чего этот способ привился и вскоре получил здесь самое широкое распространение. Характерной особенностью этого способа штангового бурения является применение фрейфала, к-рый

делает соединение штанг и долота подвижным и позволяет таким образом выключать штанги во время опускания долота на забой.

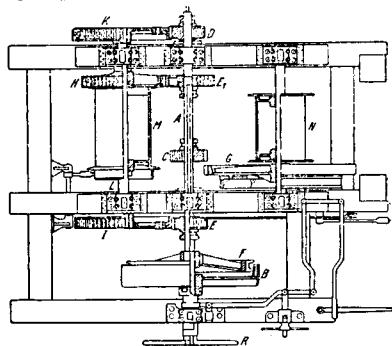
После долголетней практики штангового ударного бурения в Баку, в результате ряда усовершенствований и изменений, преимущественное применение получили два типа буровых станков: станок системы «Молот» и станок системы Мухтарова. Станок системы «Молот» (фиг. 17 и 18) состоит из следующих частей: 1) передаточного механизма, получающего вращение от механического двигателя или промежуточной трансмиссии и состоящего из главного вала *A* с приводным шкивом и передаточными шестернями, 2) подъемного барабана *N*, 3) долбежных шестерен *I* и *K* и 4) барабана *M* для чистки скважины, вращающегося на валу, на котором укреплены долбежные шестерни. У одного конца главного вала вращается холостой шкив *B* для приводного ремня. Рядом с холостым шкивом укреплен на валу фрикционный диск *F*, нажатием которого на холостой шкив вращение передается главному валу. На конце вала *A* укреплен на шпонке штурвал *R*, который служит для поворачивания вала вручную на небольшой угол. На квадратной части вала расположены 4 шестерни *C*, *D*, *E* и *E*<sub>1</sub>, которые могут передвигаться вдоль вала. Шестерня *C* может сцепляться с шестерней *G* подъемного барабана *N*, а шестерня *E*<sub>1</sub> с шестерней *H* барабана *M* для чистки скважины. Другая пара шестерен *D* и *E* может сцепляться с долбежными шестернями *K* и *I*. Передвижные передаточные зубчатые шестерни вдоль вала *A* производятся особыми приборами, которые расположены вдоль главного вала. Долбежные шестерни *K* и *I* укреплены при помощи шпонок на круглом валу *L*. В спицах шестерен проделаны на различных расстояниях от центра конические гнезда для пальца кривошипа. Переставляя палец, можно изменять размах балансира станка. Во время долбления эта часть станка страдает



Фиг. 17.

больше других от ударов и толчков, возникающих при качании балансира вверх и вниз, и поэтому при глубоких скважинах и большом числе качаний балансира (45—50 в минуту) часто происходит поломка зубьев шестерен. Вращательное движение шестерен-кривошпипов преобразуется в колебательное движение балансира при помощи

двух шатунов *P*. Шатуны делаются железными, реже—деревянными с железной оковкой. Узкая часть балансира, расположенная над устьем скважины, называется головой его, а противоположная—хвостом. Снизу к обоим нижним брускам балансира в головной его части прикрепляются короткие бруски, и лобовая часть балансира срезается по окружности, описанной



Фиг. 18.

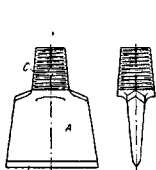
из центра на оси качания балансира. Такое устройство дает возможность сообщать буровому инструменту качание сверху вниз по вертикальной линии, совпадающей с осью скважины. Осью качания балансира служит короткий вал квадратного сечения с круглыми шейками на концах, прикрепленный к балансиру двумя железными скобами. Круглые шейки балансирного вала лежат на двух кронштейнах, прикрепленных к двум вертикальным стойкам *O*. Последние прикреплены внизу к станинам, удерживающим их в вертикальном положении, а верхним концом—к поперечной балке, связанной с вышкой. По мере надобности балансир передвигается то вперед, то назад при помощи особого приспособления. Подъемная шестерня *G* укрепляется на валу шпонкой и связывается с подъемным барабаном болтами или особыми приливами на боковой шайбе барабана, обхватывающими спицы шестерни. Подъемный барабан снабжен ленточным тормозом. Барабан для чистки *M* (таргальный барабан) располагается на долбежном валу, на котором он свободно вращается. С одной стороны к барабану прикрепляется болтами зубчатая шестерня *H*, а с другой—тормозный обод на валу *L*.

Буровой станок Мухтарова отличается от станка «Молот» следующими конструктивными особенностями: 1) все шестерни, барабаны и фрикционная шайба закреплены на конических утолщениях валов, что способствует спокойному и плавному ходу станка; 2) валы лежат на подвижных подшипниках, что дает возможность производить сцепление и расцепление шестерен исполнительных механизмов с шестернями главного вала передвижением подшипников при помощи специальных тяг; 3) вертикальные балансирные стойки заменены наклонными стойками в виде козел, составляющих одно целое со

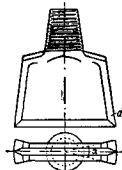
станной, благодаря чему удары и нагрузка, воспринимаемые стойками от балансира, передаются станине в двух точках, соответствующих двум якорям фундамента; 4) балансиры состоят из двух параллельных деревянных балок и при помощи двух ползунков может передвигаться вперед и назад.

Кроме буровых станков указанных двух основных систем встречаются в Баку также станки комбинированного типа, заимствованного одни части от станков Мухтарова, а другие от станков «Молот».

**Буровой инструмент.** Долота, которые применяются в Бакинском районе, показаны на фиг. 19. В каждом долоте различают плоскую лопатообразную часть — лопасть *A*,



Фиг. 19.

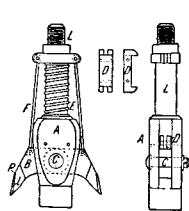


Фиг. 20.

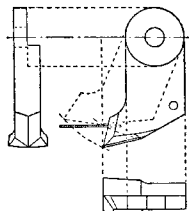
нижняя часть которой оттянута и заострена, образуя режущее лезвие *B*, и цилиндрич. или коническое утолщение — резьбу *C*. Такое долото называется з у б и л ь н ы м. Но у большинства долот боковые грани лопасти расширены, образуя т. н. перья (фиг. 20, *d*), наружная поверхность которых выгнута по дуге окружности. Зубильные долота применяются при прохождении пород твердых или средней твердости. При бурении в породах мягких или даже средней твердости предпочитают пользоваться долотами с перьями. Кроме обыкновенных долот существуют еще специальные долота. При очень твердых породах употребляют долота-болванки с более прочными, утолщенными лезвиями и перьями. При большом скоплении на забое мелких кусочков железа применяется пикообразное зубильное долото. В некоторых случаях употребляют круглые или полукруглые долота. Долота обыкновенно отковываются из специальной вязкой стали, и лезвие их закаливается. Литые долота не получают распространения, так как они легко ломаются во время работы. Основной размер долота, т. е. ширина лезвия, соответствующая диаметру скважин, в Бакинском районе изменяется от 1042 мм (42-см. скважина) до 178 мм (8-дм. скважина).

Расширитель употребляется для получения скважины большего диаметра, чем ширина лезвия долота, что необходимо для спуска обсадных труб. Всякий расширитель устроен так, что по выходе его из нижнего конца обсадных труб, во время спуска бурового инструмента в скважину, расстояние кромок режущей части расширителя от его оси автоматически увеличивается. При подъеме инструмента расширитель автоматически принимает свою первоначальную форму и может войти в обсадные трубы. Наибольшее распространение имеет расширитель типа Кинда с наружной пружиной или т. н.

русский расширитель (фиг. 21). Широкая плоская часть *A* расширителя, ограниченная с боков параллельными плоскостями, называется корпусом. Нижняя часть корпуса переходит в муфту с внутренней нарезкой, куда ввинчивается долото. По направлению вверх корпус переходит в круглый ствол *L*, оканчивающийся винтовой нарезкой. В корпусе расширителя выдолблено сквозное отверстие, куда вставляются резы *B*, скальвающие и обрабатывающие под круглую форму своими острыми кромками-лезвиями стенки скважины, пройденной перед этим долотом. Резцы укрепляются в корпусе болтом *C*, служащим для них также осью вращения. Расширитель отковывается из железа, а резы — из такой же стали, как и долота. Стальная подушка *D* воспринимает на себя удары резов и предохраняет расширитель от расклепывания. Резцы представляют собой рабочую часть расширителя. Они состоят из корпуса *B* и режущей кромок *L*, называемой лезвием или ж а л о м. Наружное очертание лезвия представляет собой дугу окружности, радиус которой равен радиусу расширенной части скважины. Наружному очертанию корпуса реза придается несколько криволинейная форма. Выступающая часть реза *P*, прилегающая к стенке обсадных труб, имеет закругленную форму и называется л б о м. Лоб устроен т. о., что площадь соприкосновения реза с трубами сведена до минимума для уменьшения трения между ними и кроме того лезвие реза не должно касаться стенки обсадных труб во избежание порчи последних. Резец имеет с обеих сторон уширенные боковые грани, называемые перьями. Книзу перья делаются шире, чем сверху, с целью избежать заклинивания резов в породе. При прохождении твердых пород или при рубке обсадных труб нижнюю часть резов снабжают продольной режущей гранью в виде лезвия (фиг. 22). Такие резы называются т о п о р и к а м и. Резцы удерживаются в раскрытом виде упругостью пружины *E* (фиг. 21), которая надега на ствол расширителя и упирается одним концом в корпус расширителя, а другим в хомут, свободно двигающийся вдоль ствола. Хомут связан с резами при помощи круглых железных



Фиг. 21.



Фиг. 22.

тяг *F*, называемых п о в о д к а м и. Поводки, состоящие из одной тгги, называются одинарными, в отличие от двойных поводков, которые имеют вилкообразную форму. Вместо жестких тяг применяют также

расширители с канатными поводками. В случае разрыва каната оба реза одновременно опускаются книзу и инструмент можно свободно втянуть в обсадные трубы.

Неудобства, которые возникают при обрыве поводков, отсутствуют в расширителях без поводков, системы Похвалла (фиг. 23). Здесь резы расширителя снабжены хвостовыми придатками *k*. В корпусе и в подушке расширителя просверлены два отверстия (фиг. 23). Здесь резы расширителя снабжены хвостовыми придатками *k*. В корпусе и в подушке расширителя просверлены два отверстия (фиг. 23), сквозь которые пропущены два стержня *l*, упирающиеся одним концом в придатки *k* резов, а другим, в виде головки, в канавку шайбы *m*. Шайба *m* прижимается к стержням *l* пружиной *n*, упирающейся другим концом в гайку *o*, накрученную на нарезной конец ствола расширителя и регулирующую степень нажима на пружину. Впоследствии Похвалла заменил два стержня одним, который действует одновременно на оба реза.

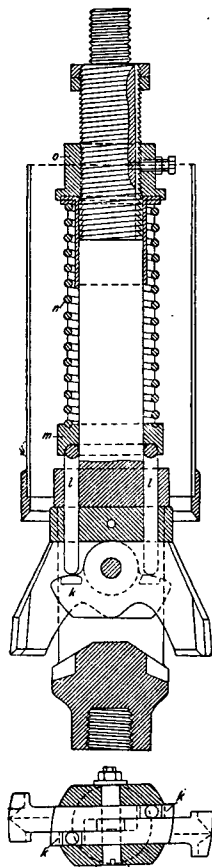
Ударяющий штамп ставится непосредственно над долотом или над расширителем, если одновременно с долблением производится расширение скважины. Назначение ударной штанги—увеличить вес, а следовательно и силу удара буровых инструментов. Обычно вес ударной штанги, употребляемой в Баку, достигает 1300—1600 кг. Ударные штанги бывают круглой или квадратного сечения. Нижняя часть имеет утолщение в виде муфты с нарезкой, куда завинчивается долото или расширитель, а верхний конец, тоже утолщенный, имеет наружную нарезку. В Баку, где скважина закрепляется обсадными трубами по мере углубления, ударная штанга движется внутри труб и снабжается направляющими планками, образующими так называемые направляющие фонари, которые удерживают штангу во время долбления в вертикальном положении в центре скважины.

Фрейдфал, распространенного в СССР типа Фабиана, представляет собой полый

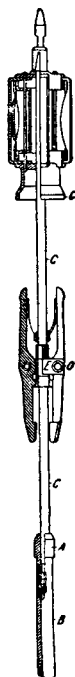
железный патрон квадратного или круглого сечения, переходящий в верхней части в головку с резьбой для свинчивания с буровой штангой. Внутри патрона ходит шток в виде круглого стержня, который нижним своим концом навертывается посредством муфты на конец ударной штанги. В стенках патрона простроганы две продольные щели для направления стального клина, пропущенного сквозь шток и удерживающего его от выпадения. В верхней части щелей с левой стороны сделаны уширения в виде уступов, на которые бурильщик подхватывает клин штока небольшим поворотом патрона против движения часовой стрелки в тот момент, когда патрон надвинут на шток, т. е. когда долото стоит на забое. В нижней части щелей устроен вырез, называемый *з а м к о м*, такой длины, чтобы в него свободно входил клин фрейдфала. Во время работы рабочий должен все время подхватывать падающую часть бурового инструмента при наименьшем положении балансира, то сбрасывать ее при наибольшем положении, поворачивая буровые штанги то влево, то вправо. Работа эта весьма утомительна, в особенности при быстром качении балансира (40—50 качаний в минуту) и при большой глубине буровой скважины.

Автоматический фрейдфал облегчает работу бурильщика (ключника). В нем захватывание и сбрасывание бурового инструмента происходит автоматически. Наибольшее распространение получили в бакинской практике автоматические фрейдфалы системы Дудина и Мухтарова. В обеих системах вручную производится только поворачивание всего инструмента вокруг оси для правильной обработки стенок буровой скважины.

Фрейдфал Дудина (фиг. 24) представляет собой круглый полый патрон *B*, надетый на шток *C*. В патроне сделаны две продольные щели, в которых ходит стальной клин, укрепленный в штоке и связывающий патрон и шток в одну систему. Нижняя часть патрона представляет собой муфту с нарезкой, навинчивающаяся на ударную штангу, а верхняя *A* утолщена в виде головки с уступом, выступающим над телом патрона. Верхний конец штока имеет коническую нарезку для свинчивания с буровой штангой. В средней части штока укреплен хомут *E*, в гнездах которого помещаются две лапы, вращающиеся вокруг осей *O* и образующие клещи. Выше клещей помещается упорный фонарь *G*. Корпус фонаря представляет собой пустотелый стальной цилиндр, оканчивающийся внизу раструбом. В наименьшем положении лапы фрейдфала под действием пружин захватывают своими клещами головку патрона и увлекают его вместе с инструментом при подъеме



Фиг. 23.



Фиг. 24.

балансира. В наивысшей точке подъема концы клешей заходят в конический раструб упорного фонаря. Под нажимом корпуса верхние концы лап клешей сближаются, а нижние расходятся и освобождают при этом головку патрона, который падает свободно вниз, скользя по штоку. Пружины упорного фонаря должны быть настолько тугими, чтобы они могли удерживать фонарь на месте во время удара клешей об его конический раструб.

Фрейфал Мухтарова отличается от предыдущего тем, что в нем клещи закрепляются на штоке не при помощи хомута, а вставляются в сквозное отверстие, выдолбленное в утолщении штока. Лапы имеют изогнутую форму в виде ножинок, и нижние концы их, захватывающие головку патрона, прижимаются к нему пружинами. Для освобождения патрона в этом фрейфале верхние концы лап разводятся упорным конусом.

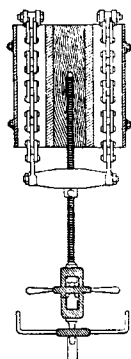
Пружинные ясы. Сложные и тяжелые автоматич. фрейфалы на практике часто заменяются пружинными ясами (фиг. 25). В патрон *A* с боковыми шелями входит шток *B*, на к-рый надета стальная пружина, упирающаяся нижним своим концом в выступающую часть головки патрона. Верхний конец пружины упирается в муфту *B*, надетую на патрон и скользящую по нем.

Муфта при помощи клина *Г* соединена со штоком *B*, движущимся внутри патрона. Скорость, с которой движается головка балансира сверху вниз, достигает своего максимума в момент, когда балансира занимает горизонтальное положение, а затем равномерно убывает. Во время движения балансира подвижная часть бурового инструмента, подвешенная к пружине при помощи штока яса, сжимает пружину под влиянием инерции и, опережая ход балансира, производит удар долота о забой раньше, чем головка балансира достигает наивысшего своего положения, при котором скорость его уменьшается до нуля. Существует несколько видоизменений описанной конструкции пружинных ясов, но все они основаны на одном и том же принципе.

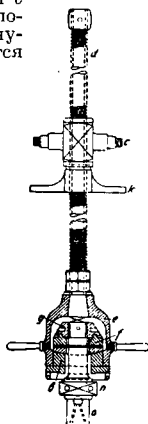
Буровые штанги изменяются квадратные, со стороной квадрата от 38 до 44 мм.

Длина каждой отдельной штанги 6,4 м. Для наращивания во время бурения применяют также короткие штанги разной длины. Концы буровых штанг утолщены и образуют замок. Одна половина замка имеет муфту с внутренней нарезкой, в к-рую заворачивается вторая половина замка с внешней нарезкой. Для удобства быстрого свинчивания и развинчивания штанги муфты и концы имеют коническую нарезку. Утолщения на концах штанг служат для подвешивания штанг над устьем скважины и подхватывания их подъемным крючком при подъеме и спуске инструмента в скважину.

Уравнительный винт служит для подвешивания буровых штанг к балансиру. Он дает возможность во время долбления постепенно опускать буровой инструмент по мере углубления забоя и подвешивается на цепях Галля к головке балансира (фиг. 26). В Баку получил широкое распространение уравнительный винт следующей конструкции (фиг. 27). На нижнюю коническую головку винта *d* надет патрон *e* и закреплен на нем неподвижно контргайкой. Внутри патрона *e* помещается



Фиг. 26.

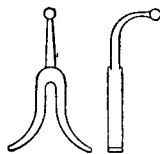


Фиг. 27.

стальные шайбы *f* с кольцевой прокладкой из шариков. На шайбах *f* лежит шайба *g*, в которую завернут на резьбе и закреплен шпилькой переводник *a*, окаймляющийся внизу муфтой с внутренней нарезкой для навинчивания на буровые штанги. Нижняя часть патрона снабжена внутренней нарезкой, куда заворачивается пробка *b*, имеющая форму шаровую поверхность, соответствующую выпуклой поверхности шайбы *f*. Винт *d* вращается в гайке *c* с цапфами, посредством которых уравнительный винт подвешивается к балансиру на цепях Галля. Во время работы контргайка *k* закрепляет винт неподвижно в гайке *c*. Ручки для поворачивания буровых штанг укрепляются в расширении *n* переводника.

Инструменты для сборки бурового инструмента. Для подвешивания бурового инструмента над устьем скважины служит подкладная вилка (фиг. 28). Для свинчивания и развинчивания штанг употребляют особые ключи, состоящие из рукоятки и зева. Фрейфальный ключ и ключ для ударной штанги делают солидной конструкции с кольцом на конце рукоятки.

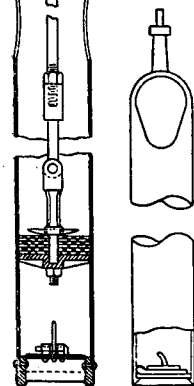
Инструменты для чистки забоя скважины. В начале Б., когда глубина скважины незначительна, удаление буровой грязи с забоя производится открытыми или закрытыми бурами или простой



Фиг. 28.

желонкой (фиг. 30), к-рые спускают в скважину на буровых штангах. По мере углубления скважины прибегают к поршневой желонке—так наз. американке (фиг. 29)—или песочному насосу, которые спускают в скважину на стальном канате.

**Производство Б.** По окончании подготовительных работ, заключающихся в постройке вышки, установке бурового станка, двигателя и других приспособлений, приступают к Б. скважины. Прежде всего опускают в шахту и устанавливают на дно шахтовую колонну, или кондуктор, состоящий обыкновенно из пяти клепаных труб, длиною 1,4 м каждая. Эта колонна укрепляется в центре шахты в вертикальном положении и служит направлением для Б. скважины. Затем опускают на штангах открытый или закрытый бур, смотря по породе в забое, вращают его по направлению движения часовой стрелки и выотверстие, диам. которого на 2—3 см меньше диаметра кондуктора. По мере углубления скважины шахтовая колонна вместе с приклепываемыми к ней трубами осаживается вниз под действием собственного веса, давяльного винта или гидравлич. домкрата. Давильный винт (фиг. 31) состоит из винта А с крупной нарезкой и гайки В, укрепленной в ступенчатой шайбе D. Шайба своими уступами ложится на кромку обсадных труб. Верхняя часть винта А имеет цилиндрическое утолщение с двумя сквозными отверстиями, переходящее в уступом в круглый стержень а, на который надета головка С. Последняя при задавливании колонны упирается в горизонтальный деревянный брус, удерживаемый на месте железными тягами, связанными с фундаментом вышки. Вращая винт при помощи ломов, пропущенных сквозь отверстия в утолщении, и вывинчивая его так обр. из гайки В, заставляют трубы под давлением винта опускаться вниз. Вместо винта иногда применяют для задавливании колонны труб гидравлический домкрат, который устанавливается на стальной крышке, надетой на трубы, и упирается скалкой в давяльный брус.

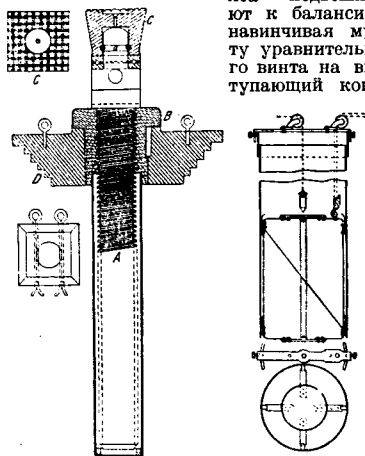


Фиг. 29.

Фиг. 30.

Во время осаживания кондуктора вертикальность и прямолинейность его оси все время проверяют при помощи проверочного фонаря (фиг. 32). Опуская фонарь на различную глубину, получают последователь-

ные отметки острия гири отвеса и так. образ. судят об отклонении оси колонны от вертикального направления. Обыкновенно эту операцию продлевают в трех положениях фонаря: вблизи устья скважины, посредине ее и вблизи башмака колонны. Если ось колонны вертикальна и прямолинейна, то все три отметки должны совпадать. В противном случае получаются две или три разных отметки на нек-ром расстоянии одна от другой. Замеченное отклонение, если оно незначительно, исправляют поворачиванием колонны вокруг ее оси, в противном случае приподнимают трубы и вновь расширяют то место, где замечено отклонение. Шахтовой колонной углубляются до 20—40 м, после чего последнюю задавывают в грунт, а шахту затрамбовывают щебнем и заливают цементом. В шахтовую колонну до ее башмака опускают новую, т. е. рабочую колонну обсадных труб, диаметр которой на 50 мм меньше диаметра шахтов. колонны, и приступают к углублению скважины. Пользуясь подъемным барабаном бурового станка, спускают в скважину на штангах буровой инструмент, состоящий из долота, расширителя, ударной штанги и фрейфала или пружинного яса. Нарастивание штанг продолжается до того момента, пока долото не станет на забой скважины. Спущенный в скважину инструмент после соответствующего урегулирования фрейфала или



Фиг. 31.

Фиг. 32.

штанги, причем голова балансира приводится в самое низкое положение. После этого пускают в ход станок, и балансир начинает качаться вверх и вниз. Вместе с балансиром движется и буровой инструмент, подвешенный к его голове. Падая вниз с высоты около 60—70 см, буровой инструмент развивает большую скорость, и долото, встретив забой, врезается в породу. При сбрасывании инструмента ключик поворачивает его на некоторый угол с таким расчетом, чтобы при падении инструмента вниз

боковые перья долота и резов расширителя срезали на стенках скважины полосу, немного налегающую на полосу, срезанную во время предыдущего падения инструмента. Если угол поворота инструмента больше, чем нужно, то на стенках скважины получаются выступы (пропуски), которые в дальнейшем препятствуют вращению инструмента, задерживая долото или резы. На удаление пропусков приходится затрачивать лишнее время, особенно при прохождении твердых пород, т. к. в этом случае необходимо по несколько раз трамбовать неправильно пройденное место. По мере углубления забоя ключник время от времени вывинчивает на ходу уравнивательный винт, пока последний почти весь не выйдет из гайки. Тогда останавливают балансир, освобождают уравнивательный винт от штанг, завинчивают его в гайку, навинчивают на конец штанг короткую штангу и, соединив опять штанги с уравниват. винтом, продолжают долбление.

По накоплении буровой грязи в забое буровой инструмент и штанги извлекаются из скважины. В скважину опускают американку на стальном канате, диам. ок. 20 мм (3/4 дм.), наверху на тартальный барабан. Когда американка достигает забоя, ее немного приподнимают и затем опять опускают на забой. Эту операцию повторяют 3—4 раза, а затем вытаскивают американку из скважины, опорожняют ее от грязи и вновь опускают в скважину. Очистив таким образом забой скважины, возобновляют долбление.

Величина углубления скважины в единицу времени, или, как говорят, «скорость проходки», зависит от: 1) степени твердости, устойчивости и т. п. качеств пород, пересекаемых скважиной, 2) глубины скважины и 3) диаметра скважины. Мягкие устойчивые породы дают возможность быстро углублять скважину. С увеличением глубины скважины средняя скорость проходки уменьшается, так как при этом много времени тратится на спуск и подъем бурового инструмента. В скважине большого диам. углубление подвигается медленнее, чем в скважинах среднего диаметра. Средняя суточная скорость углубления (не считая случайных неполадок) для Бакинского района следующая:

При глубине скважин в м	0—200	200—300	300—400	400—500	500—600
Ср. суточная скорость проходки в м.	5,3	3,7	1,9	1,7	1,4

Довоенная стоимость одного пробуренного м скважины, включая сюда стоимость обсадных труб, была в среднем:

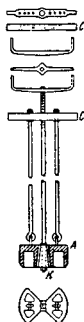
При глубине скважины в 300 м	120 р.
» » » 400 »	150 »
» » » 500 »	185 »

Для крепления стенок скважины приходится периодически, по мере углубления скважины, наращивать колонну обсадных труб новыми звеньями. Для этого в муфту колонны устанавливают вертикально нижним концом своим приклепываемую трубу (или колено из двух-трех труб), следя, чтобы отверстия для заклепок в муфте и нижнем конце приклепываемой трубы совпадали, и после этого при помощи клепальной машин-

ки (фиг. 33) приклепывают трубу pistonными, или потайными, заклепками. Клепальная машинка помещается внутри приклепываемой трубы в таком положении, что нижние бабки А приходятся против отверстий в муфте, в которые вставляют pistonные заклепки, а верхняя перекаладина С опирается на кромку верхней муфты и поддерживает машинку на весу. Вращением винта заставляют его вывинчиваться из перекаладины С и увлекать за собой клин К, который раздвигает обе бабки А и прижимает их к стенкам трубы. Конец pistonной заклепки, упирающийся в бабки, расклепывается при ударе кувалдой по другому концу и образует плоскую головку, заполняющую предварительно раззенкованное отверстие в трубе. Потайные заклепки вставляются в отверстия изнутри приклепываемой трубы особым приспособлением, подаваемым, до спуска в трубу клепальной машинки. Герметические трубы завинчивают вручную в муфту предшествующей трубы посредством особых цепных или шарнирных ключей. Спуск колонн обсадных труб и последовательное наращивание их продолжается до тех пор, пока башмак не достигнет требуемой глубины. Перед спуском следующей колонны, в целях экономии, а иногда и по технич. соображениям, верхнюю часть установленной колонны обсадных труб обрезают на 10—20 м выше башмака предыдущей колонны и отрезанную часть извлекают из скважины.

Расход на крепление составляет значительную часть всего расхода на Б. скважины. В зависимости от конечной глубины и конечного диам. скважины, сорта обсадных труб (клепанные или герметические), а также от особенностей проходимых пород, на 1 м проходки скважины расходуется труб по весу от 150 до 300 кг. При современной стоимости 1 кг клепаемых труб в 32 к и герметич. в 44 к. стоимость крепления одного м скважины обходится в среднем от 60 до 130 руб.

Тампонаж скважин. В месторождениях нефти водоносные и нефтеносные пласты б. ч. чередуются между собой в различных группировках (см. *Воды нефтяных месторождений*). Основная задача при Б. нефтяных скважин—изолировать водоносные пласты от нефтеносных с целью преградить воде доступ в последние. Для изоляции водоносных пластов последние перекрывают при Б. водонепроницаемой крепью или, как говорят, делают тампонаж скважины. Выбор способа тампонажа зависит от того, с какого рода водой приходится иметь дело. Верхняя, а также промежуточная вода могут попасть в нижележащий нефтяной пласт либо через швы и муфты клепаемых обсадных труб либо по кольцевому зазору между обсадными трубами и стенками скважины. В этих случаях тампонаж скважины заключается: 1) в заполнении водонепроницаемым материалом кольцевого пространства между наружной поверхно-

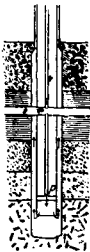


Фиг. 33.

стью клепаных обсадных труб и обнаженными стенками скважины, а также кольцевого пространства между клепаными обсадными трубами, 2) в применении герметических труб, 3) в образовании различного рода искусственных сальников, преграждающих воде доступ в скважину из затрубного пространства мимо башмака колонны, и 4) в заделывании башмака колонны обсадных труб в глину, образующую водонепроницаемую перегородку. На практике указанные приемы комбинируются в одной и той же скважине. В случае проникновения в скважину нижней воды тампонаж сводится к образованию водонепроницаемой пробки, плотно закрывающей отверстие, пробуренное в водонепроницаемом пласте, отделяющ. нефтеносный пласт от водоносного.

Клепаные обсадные трубы легко пропускают воду через муфты и швы. Чтобы сделать такое крепление водонепроницаемым, заполняют жидким раствором портланд-цемента промежуток между стенками скважины и обсадными трубами, начиная с башмака, а также кольцевой зазор между двумя смежными колоннами обсадных труб. Затвердевая, цементный раствор образует водонепроницаемую перегородку, предохраняющую скважину от проникновения в нее воды через неплотности в трубах или по затрубному пространству из-под башмака колонн. После заливки цементного раствора в скважину рекомендуется оставлять последнюю в покое около двух-трех недель во избежание образования трещин в цементе от сжатия при возобновлении работы. В последнее время в Америке начали прибавлять к цементному раствору различного рода патентованные порошки или жидкости, ускоряющие процесс затвердевания, а следовательно сокращающие продолжительность остановок работ. Для заливки цементного раствора в междутрубное пространство употребляют толстостенные трубочки диам. от 15 до 40 мм в зависимости от величины зазора между обсадными трубами. Эти так наз. заливочные трубочки пропускают по возможности глубже в зазор, до того места, откуда предполагают начать заполнение междутрубного пространства. В противном случае цементный раствор не доходит до требуемой глубины, образуя пробку в зазоре.

Чтобы предохранить обсадные трубы от смятия вследствие давления, оказываемого залитым в затрубное пространство жидким раствором цемента, внутрь обсадных труб засыпают на некоторую высоту пробку из глины. Промежуток между стенками скважины и трубами над башмаком последней обсадной колонны заполняют цементным раствором, вводя последний снизу вверх под башмак. Сущность этого способа, называемого подбашмачной заливкой, заключается в том, что в нижней части колонны (фиг. 34) выше башмака устраивается герметическая перегородка *P*, имеющая в центре сквозное отверстие, в которое входят заливочные трубочки. Це-



Фиг. 34.

ментный раствор, поступающий по трубочкам в пространство ниже перегородки *P*, поднимается в затрубное пространство под давлением веса столба цемента, а если этого недостаточно, то проталкивают его насосом. В затрубном пространстве цементный раствор может быть поднят на высоту около 100 м, образуя водонепроницаемую рубашку вокруг обсадных труб.

При креплении скважины герметическими винтовыми обсадными трубами верхняя вода может проникнуть в забой скважины только по затрубному пространству из-под башмака колонны, если трубы не повреждены и плотно свинчены. Тампонаж таких скважин сводится к созданию водонепроницаемой перегородки у башмака колонны или на некоторой высоте над башмаком. Если ниже водоносного пласта залегает более или менее плотная глина, то для прекращения доступа воды в скважину заделывают башмак герметической колонны либо прямо в забой, находящийся в глиняном пласте, либо предварительно пробуривают в глине отверстие несколько меньшее, чем наружный диаметр башмака. В этом случае башмак врезается своей острой кромкой в глину, которая образует водонепроницаемую перегородку вокруг внешней поверхности башмака. Если пласт глины имеет малую мощность или она песчаниста, то перед задавкой башмака наливают через заливочные трубочки в забой на нек-рую высоту (несколько м) цементный раствор, который после заливки башмака образует твердую пробку в затрубном пространстве выше башмака. Еще лучше применять в этом случае подбашмачную заливку цемента под давлением, как указано было выше, и затем произвести задавку башмака в глину. При этом цементное кольцо поднимается в затрубном пространстве на большую высоту и лучше заполняет все неровности и трещины в породах, чем при предыдущем способе.

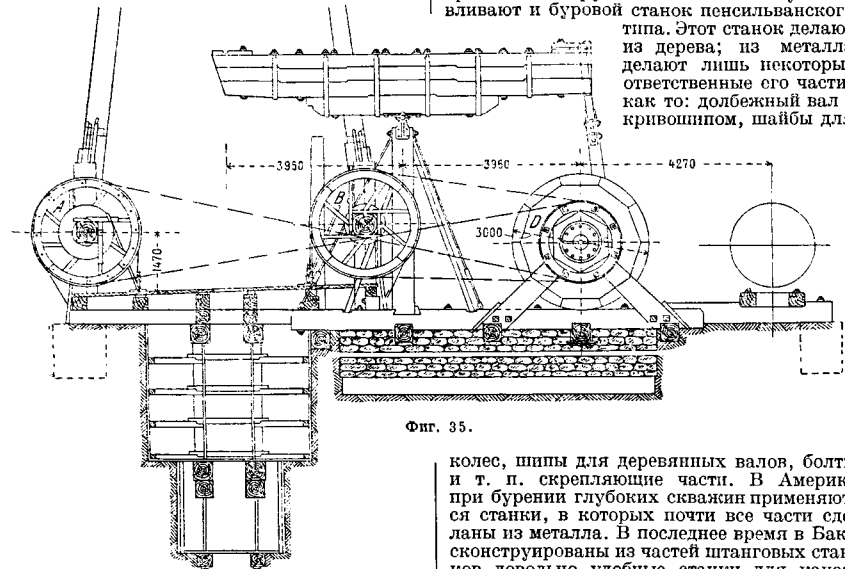
Если скважина пробурена до водоносного пласта, расположенного ниже нефтеносного, и при этом пробит залегающий между ними водонепроницаемый пласт, то для восстановления изоляции между нефтяным и водоносным пластами заливают в забой густой раствор цемента. Для предохранения цементного раствора от разбавления водой во время спуска его на забой пользуются особыми желонками. Иногда устраивают железобетонную пробку; для этого куски старого стального каната утрамбовываются на забое и заливаются жидким цементом, к-рый спускается на забой в ведре или в банке из оцинкованного железа с коническим дном; такое ведро подвешивается к долоту и опускается вместе с инструментом на забой, где оно изрубается долотом и затрамбовывается вместе с содержимым.

Ловильные работы. Несмотря на все меры предосторожности, при Б. скважин нередко происходят случаи падения в скважину буровых инструментов и других железных предметов или отвинчивание или поломка частей бурового инструмента, которые при этом остаются в скважине. Иногда приходится тратить много средств и времени на извлечение этих предметов. Бакинские



буров, техники выработали весьма совершенные способы ловильных работ и сконструировали для этой цели много разнообразных ловильных аппаратов. Ловильные инструменты по способу захвата ловимого предмета распределяются на следующие категории: 1) крючки или удочки, захватывающие извлекаемые из скважины предметы за выступающие части или отверстия в них; 2) инструменты с подвижными плашками, к-рые при надевании инструмента на выступающую часть извлекаемого предмета свободно пропускают его, а затем при подтягивании вверх захватывают его; 3) инструменты, навинчивающиеся на извлекаемый предмет (колокола) или ввинчивающиеся в его отверстие (метчики); одновременно они нарезают также резьбу на извлекаемом предмете; 4) наконец инструменты в виде клещей, лапы которых закрываются вращением штанг,

**4. Канатное Б.** (пенсильванский способ). Этот способ, вывезенный из Китая, впервые был применен во Франции в 1827 г. для Б. артезианских колодезь, а затем распространился по всей Европе и Америке. В Пенсильвании выработалась постепенно особая, т. н. пенсильванская, система Б., к-рая отсюда и перешла к нам, сначала в Грозненский район, затем в Кубано-Черноморский, а в последние годы и в Бакинский район. При этой системе буровой инструмент спускается в скважину на канате из манильской пеньки или из стальной проволоки. Наиболее употребительные канаты из манильской пеньки имеют diam. 37—63 мм ( $1\frac{1}{2}$ — $2\frac{1}{2}$  д.м.); стальные канаты у нас имеют diam. 28—32 мм ( $1\frac{1}{4}$ — $1\frac{1}{2}$  д.м.), а в Америке—25, 20 и даже 18 мм. Для канатного бурения применяют буровые вышки американ. типа или железные (в Америке), высотой 22—25 м. Одновременно со сооружением вышки в ней устанавливают и буровой станок пенсильванского типа. Этот станок делают из дерева; из металла делают лишь некоторые ответственные его части, как то: долбежный вал с кривошипом, шайбы для



Фиг. 35.

служащих для их спуска, и захватывают плоские предметы, не имеющие выступающих частей. Выбор необходимых ловильных инструментов зависит от рода неполадки и от того положения, какое занимает в скважине извлекаемый предмет. Для определения положения упавшего или оставшегося предмета в скважину спускают на штангах особые приборы—печати, нижняя поверхность к-рых покрывается пластичным материалом, оставляющим отпечатки предметов, находящихся в скважине. Встречающиеся на практике неполадки чрезвычайно разнообразны и сложны, вследствие чего невозможно заранее указать, как должен поступить бурильщик в каждом отдельном случае, и его опытности и находчивости необходимо предоставлять выбор способа ловли и вида ловильного инструмента. И. Векслер.

колес, шпы для деревянных валов, болты и т. п. скрепляющие части. В Америке при бурении глубоких скважин применяют станки, в которых почти все части сделаны из металла. В последнее время в Баку сконструированы из частей штанговых станков довольно удобные станки для канатного Б. Пенсильванский канатный буровой станок (фиг. 35) состоит из главного вала *D* с насаженными на него кривошипом и тремя деревянными шкивами, из к-рых большой, диаметром в 3 м, служит для передачи ремнем движения от двигателя (обычно—паровой машины). Второй деревянный шкив, диаметром в 1,8 м, плотно соединен с первым; он имеет на ободе три ручья для канатной передачи к талевому валу *B*, к-рый служит для наматывания каната, идущего от талевого блока для подъема и спуска тяжелых колонн обсадных труб. Третий шкив, тоже в 1,8 м диаметром, имеет на ободе три ручья для передачи движения от главного вала перекручивающимися канатами (в Грозном—струнами) валу *A* для наматывания инструментального каната (инструмент. вал), на котором подвешен инструмент во время

бурения. Все валы лежат на деревян. стойках, укрепленных раскосами к фундаменту станка или к ногам вышки. Инструментовый и талевого валы делаются из крепких пород дерева и имеют на концах железные шпцы, которые лежат в бабитовых подшипниках, укрепленных на вышеуказанных стойках. Оба вала имеют торзные диски с железными тормозными лентами. У талевого вала укрепляется вертикальная стойка, на к-рой на металлической подушке лежит балансир, состоящий из 3 или 4 брусев, врубленных друг в друга и соединенных болтами и хомутами. На переднем конце балансира, над устьем скважины подвешивается уравнивательный винт, а к заднему концу балансира прикрепляется при помощи железного хомута деревянный шатун. Нижний конец шатуна имеет подшипник с затяжным клином; во время долбления буровой скважины этот подшипник надевается на палец кривошипа главного вала.

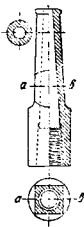
Работа такого станка происходит след. обр. Чтобы начать спуск инструмента в скважину, шатун снимают с пальца кривошипа, а передаточные канаты (струны) с талевого вала. Собранный буровой инструмент прикрепляют с помощью особого переводника к одному концу бурового каната. Другой конец последнего перекидывается через ролик на головке вышки и наматывается на инструментовый вал, пока инструмент не повиснет над устьем скважины. Тогда сбрасывают со шкива инструментового вала передаточные канаты, и инструмент спускается в скважину под действием собственного веса, причем скорость спуска инструмента в скважину регулируется тормозом. Такой спуск инструмента в скважину, при глубине ее напр. в 600 м, продолжается ок. 8 мин., между тем как при штанговом Б. на эту операцию требуется ок. 1½ ч. По достижении инструментом забоя наклоняют голову балансира и в таком положении закрепляют на канате зажимы уравнивательного винта. Так обр. инструмент, подвешенный к голове балансира, будет следовать ее колебаниям и при каждом опускании ударять долотом о забой. Для подъема инструмента натягивают буровой канат поворотом инструментового вала, освобождают зажимы уравнивательного винта и наматывают канат на инструментовый вал. Когда инструмент выйдет из скважины, ход паровой машины замедляют, сбрасывают струны с инструментового шкива, нажимают на рукоятку тормоза, и инструмент остается подвешенным над устьем скважины. Быстрый спуск и подъем инструмента при канатном бурении является одним из главных преимуществ его перед штанговым бурением.

Когда буровой инструмент спущен в скважину и буровой канат закреплен в зажимах уравнивательного винта, приступают к долблению. Балансир делает от 30 до 40 качаний в минуту, и работа персонала сводится к поворачиванию долота на некоторый угол после каждого удара для придания скважине круглого сечения. При работе на манильском канате с инструментового вала свивают несколько оборотов каната и укладывают их по полу вышки вокруг сква-

жины; затем продевают круглый стержень в кольца зажимов уравнивательного винта и при помощи этого стержня закручивают несколько канатов в одну сторону после каждого удара долота о забой, а после этого медленно раскручивают его в обратную сторону. Если Б. ведется на стальном канате, то вращать долото вышеуказанным способом в виду жесткости каната невозможно; если же для этого несколько больше спустить канат с инструментового вала, то свободная часть его может свернуться в такие петли, что канат придется рубить и тем сделать его неудобным для дальнейшей работы. Поэтому при работе на стальном канате свивают с инструментового вала не более 15 м; эту часть спускают с подъемного ролика и навивают кругами на стержни, продетые в петли уравнивательного винта. В этом случае при долблении головку уравнивательного винта вращают все время в правую сторону, т. е. по часовой стрелке, причем в эту же сторону вращается и нижняя часть каната вместе с инструментом и верхняя часть, намотанная на стержнях вокруг уравнивательного винта. Число качаний балансира в зависимости от глубины скважины от 30 до 40 в мин. По накоплении в скважине буровой грязи инструмент вынимают и очищают забой посредством обыкновенной американской желонки.

Буровой инструмент для канатного Б. состоит из долота, расширителя, ударной штанги, яса и канатного переводника (роп-сокета). Долото, расширитель и ударная штанга весьма сходны с инструментами, применяемыми при бакинском штанговом бурении, и разница существует только в отдельных размерах и нарезках соединений. Употребление яса необходимо во всех случаях, когда происходит некоторое передвижение инструмента относительно оси каната, напр. при подпрыгивании инструмента во время выдергивания его из породы, при перепуске каната во время долбления и т. д. Кроме того звук, издаваемый звеньями яса при ударе друг о друга во время долбления, дает ключнику необходимые указания для регулирования длины каната посредством уравнивательного винта. Самая верхняя часть инструмента, ропсокет, представляет собой замок, соединяющий жестко буровой канат с ясом (фиг. 36). Ровно отрезанный конец бурового каната вводится через узкую часть коническ. отверстия замка, пряди слегка расплетаются, и некоторые проволоки в них загибаются для образования утолщения, к-рое затягивается обратно и заклинивается в коническом отверстии. Для надежности этот узел заливают через широкое отверстие расплавленным бабитом.

В Грозненском районе применяют круглые канаты из проволоки тигельной стали с пеньковой сердцевинкой в прядях и в самом канате. Диаметр каната 30 мм, диаметр проволоки 1,6, 1,88 и 2,1 мм, число прядей 6, число проволоки в пряди от 19 до 24. Проволока свита в пряди налево, а пряди свиты в канат направо, для того чтобы при



Фиг. 36.

вращения каната вправо во время долбления он не раскручивался. Вес 1 м каната ок. 4 кг. Тигельная сталь, из к-рой делается проволока, должна иметь временное сопротивление на разрыв не меньше 160 кг/мм<sup>2</sup>. Срок службы талевого каната около 1 года при хорошем уходе и постоянной смазке. Расход бурового каната около 2 м на 1 м проходки. Для чистки скважины применяют канат диаметром в 18—20 мм ( $\frac{3}{4}$  или  $\frac{7}{8}$  дюм.), навиваемый на отдельно установленный от бурового станка тартальный барабан. Иногда бурение ведут на канате из манильской пеньки диаметром в 50—75 мм. Расход такого каната выражается в 6—8 м на 1 м проходки.

В Америке в устойчивых породах бурят без расширителя, одним долотом, и когда достигает определенной глубины, сразу спускают колонну труб для крепления стенок скважины и закрытия верхних вод от нижележащих нефтяных пластов. В менее устойчивых породах, напр. в Грозном и особенно в Баку, где требуется немедленное вслед за проходкой крепление стенок скважины, одновременно работают долотом и расширителем. В Америке при таких породах обычно проходят некоторое пространство одним долотом, затем расширяют его и тогда уже спускают в расширенное место обсадные трубы. Для крепления скважин при канатном Б. в Грозном и Баку применяют клепаные железные трубы, а при необходимости закрытия воды—винтовые герметические трубы. В Америке вследствие малых диаметров скважин употребляют только винтовые герметич. трубы. Для закрытия воды при канатном бурении б. ч. применяют т. н. способ задавливания башмака в глину с нижней пробкой. Перед задавливанием водозакрывающей колонны в нерасширенное место скважины колонну приподнимают на несколько м, забрасывают почти до самого башмака хорошо промятую пластичную глину, спускают под башмак на канате особую деревянную пробку, закрывающую башмак снизу и не пропускающую глину в трубы, и начинают давить колонну труб вниз. При этом глина из-под башмака выдавливается пробкой в забурное пространство и после задвки башмака в нерасширенное место образует в забурном пространстве водонепроницаемое соединение между трубами и породой. Для дальнейшего углубления скважины пробка вырубается.

Полотка инструмента и оставление его в скважине случаются при канатном Б. гораздо реже, чем при штанговом Б., что значительно уменьшает ловильные работы, да и сами ловильные работы здесь занимают много меньше времени, т. к. производится большей частью на канате, а не на штангах. Быстрый подъем и спуск инструмента, более интенсивный удар долота о забой и меньшая затрата времени на ловильные работы значительно ускоряют проходку скважин канатным способом по сравнению со штанговым. Результатом этого являются большие выходы колонн, что в свою очередь дает возможность начинать скважины трубами меньших диаметров, чем при штанговом Б. Все это значительно удешевляет стоимость

проходки скважины, пробуренной канатным способом. Эти преимущества сделали канатный способ бурения нефтяных скважин самым распространенным. Так, из нескольких сотен тысяч скважин, пробуренных в Америке, две трети пройдены канатным ударным Б. Особенно удобен этот способ для разведочных работ, при к-рых большею частью применяются передвижные станки, напр. автомобильные станки системы Стар, Кейстон и др. Во всех этих станках имеется четырехколенная прочная железная рама, на к-рой укреплены трубчатый паровой котел, паровая машина, буровой станок и высокая мачта с роликом наверху, заменяющий при бурении буровую вышку; через этот ролик перекидывают буровой канат, идущий с инструментом вала. Подвижными станками можно бурить скважины с начальным диаметром несколько меньшим, чем станками стационарного типа, но обычно разведочные скважины и не начинают большими диаметрами. Подобные станки большею частью передвигаются при помощи той же паровой машины, которая служит для буровых работ, причем скорость передвижения колеблется от 3 до 6 км в час. Паровые котлы работают при давлении 12—15 atm. Мощность паровых машин 10—25 HP в зависимости от типа станка.

Работы по Б. нефтяных скважин канатным способом ведутся непрерывно круглые сутки, в три смены. Каждая смена состоит из ключника, тормозчика и двух рабочих. Зарплата плата такая же, как и при штанговом Б. В общем, грозненские скважины, пробуренные канатным способом, обходятся дешевле бакинских штанговых. Скважина глуб. в 300 м по довоенным расценкам стоила ок. 25 000 р., глуб. в 600 м—100 000 р., в 800 м—150 000 р. и наконец глубиной в 1 300 м—ок. 250 000 р. Скорость проходки канатным Б. превосходит приблизительно в полтора раза скорость ударного штангового Б. Особенно сказывается это преимущество при более глубоком Б. В. Борисевич.

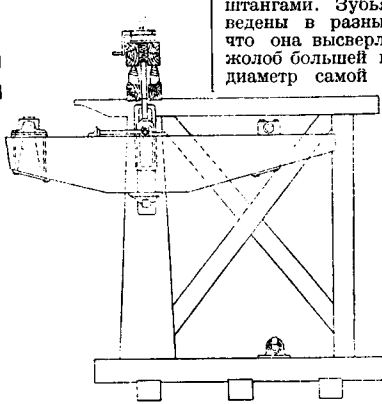
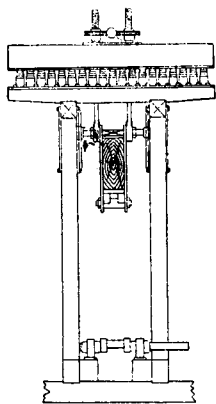
### II. Б. с промывкой забоя.

К этой группе Б. относятся: 1) ударное на непрерывной штанге (способ Фовелли), 2) ударное на непрерывной штанге быстроударными станками, 3) вращательное стальное и дробовое коронками, 4) вращательное долотом с промывкой забоя глинистым раствором, 5) вращательное алмазной коронкой и наконец 6) турбинное (турбобур инж. М. А. Капелюшников).

**I. Ударное Б. на непрерывной штанге** пригодно для неглубокого Б. во всех породах и в особенности при прохождении пород песчаных, пльвучих и глинистых, содержащих газы и дающих как наз. пробки. Долото при этом способе имеет вид лопатки с боковыми перьями и снабжено каналами для пропуска струи промывочной воды к лезвию. Для расширения скважины применяют расширитель типа Фаука, но только с центральным отверстием для пропуска жидкости. Промывочная жидкость накачивается ручным или приводным насосом. Такое бурение может применяться для глубин не более 200—250 м в виду быстрого износа

трубчатых штанг, непосредственно воспринимающих удары долота о забой.

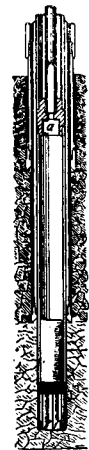
**2. Ударное Б. на непрерывной штанге быстродарными станками.** При бурении станками «Рapid», «Раки» и др. долото с расширителем и ударной штангой также присоеди-



Фиг. 37 и 38.

няется непосредственно к трубчатым штангам, но для уменьшения вредного действия, оказываемого на штанги ударами долота о забой, штанги подвешиваются к балансиру (фиг. 37 и 38), лежащему на упругих пружинах, так что при наименьшем положении балансира долото немного не достает до забоя. Балансиру дают значительное число качаний, до 180 в минуту, при небольшом

подъеме в 80—250 мм. При каждом качании в момент наименьшего положения балансира, штанги, вследствие развившейся значительной живой силы, сжимают балансирующие пружины, и долото ударяет о забой. Вслед за ударом долота давление на пружины ослабевает, они поднимают балансиры в прежнее положение и натягивают штанги. Дальнейшее движение головки балансира вверх поднимает инструмент с забоя. Число пружин под балансиром меняется в зависимости от глубины и веса штанг и инструмента. Этот способ пока не получил большого распространения, хотя проходка в отдельных случаях шла гораздо скорее, нежели напр. при канатном способе. Так, в Баку одна скважина глубиной в 700 м была пройдена со средней скоростью 9 м в сутки, причем в отдельные дни проходка составляла 25 м (в глинах и песках); в Вест-



Фиг. 39.

фалии в меловых мергелях производительность станка доходила до 250 м в сутки.

**3. Вращательное Б. стальное и дробовое коронками** применяется стальной коронкой в породах мягких и средних, дробовой—

в твердых. Бур Каликс-Девис (фиг. 39) состоит из зубчатой стальной коронки и стальной толстостенной колонковой трубы почти одинакового диаметра с буровой скважиной. Колонковая труба при помощи переводника *a* соединяется с полыми штангами. Зубья коронки разведены в разные стороны так, что она высверливает кольцевой желоб большей ширины, нежели диаметр самой коронки и колонковой тру-



Фиг. 40.

бы, оставляя в середине нетронутый столбик породы. Промывочная жидкость, которая накачивается в штанги, проходит между столбиком породы и внутренней стенкой колонковой трубы, вымывает размельченную породу с кольцевого забоя и выносит ее вверх по кольцевому пространству между стенками скважины и колонковой трубой.

Такая коронка с успехом применяется при Б. в глинах, сланцах, песчаниках и т. п. Для Б. в твердых породах применяется дробовая коронка (фиг. 40), представляющая собой стальной цилиндр с узким прорезом у нижней кромки. Закаленная стальная дробь ( $\varnothing = 2,5 - 10$  мм), подаваемая с поверхности вместе с промывочной жидкостью, проходит на дно скважины под колонку и при вращении последней разбуривает породу. Бур Каликс-Девис применяется при бурении скважин диаметром от 100 до 250 мм.

**4. Вращательное Б. с промывкой забоя глинистым раствором** получило в конце прошлого столетия широкое распространение в США (в Н. Орлеане и Луизиане) при Б. скважин для добычи воды. С 1911 года этот способ широко распространился по всем нефтеносным районам Америки, гл. обр. в западной части США, где почти полностью вытеснил канатный способ. Значительное распространение его наблюдается в последние годы и в главнейших районах Союза—Бакинском и Грозненском. В то время как до национализации нефтяных промыслов (1920 год) этим способом было пробурено в Баку и Грозном лишь несколько скважин, с 1921 года этот способ начал вытеснять штанговое ударное бурение в Баку и канатное—в Грозном. В 1925/26 году проходка этим способом в Баку достигала 53%, а в Грозном—23% от всей годовой проходки. К началу 1927 года в С. Америке было в работе свыше 10 000 вращательных станков, в Баку же число их доходило до 200, а в Грозном—до 25. Это значительное развитие вращательного Б. объясняется быстротой работы и дешевизной этого способа. С 1911 по 1926 г. в Северной Америке этим способом было пробурено около 5000 скважин, средней глубиной свыше 600 м. При

вращательном Б. порода высверливается специальными быстро вращающимися долотами, срезающими ее своими острыми кромокми или дробящими ее (при твердых породах) зубными шарошками. Эти долота получают движение от вращения колонны трубчатых штанг, так наз. бурильных труб, диам. 65—150 мм. По этим трубам при Б. накачивают глинистый раствор, который через отверстие в долоте поступает к забоям и, двигаясь обратно вверх между штангами и стенками скважины, уносит с собой на поверхность измельченную долотом породу. Для крепления стенок скважины обсадными трубами штанги с долотом извлекаются из скважины, а затем уже спускаются обсадные трубы. Дальнейшее углубление скважины может продолжаться меньшим диаметром. Этот способ показал особую успешность в очень рыхлых и мягких породах, дающих обвалы и представляющих поэтому большие трудности при ударном бурении. Однако в последнее время с применением дисковых и особенно шарошечных долот этим способом проходится довольно легко и твердые породы. Экономичность этого способа обуславливается как дешевизной самих буровых работ, так и уменьшением на 50% и больше стоимости крепления стенок. Последнее достигается большими выходами колонны труб из предыдущего башмака—до 600—800 м. Например при ударном штанговом Б. скважину глубиной в 800 м начинают трубами диаметром 1,2 м и, спустив от 12 до 16 колонн, заканчивают трубами в 300 или 250 мм; при ударно-канатном способе ее начинают трубами в 550—650 мм и, спустив 6—8 колонн труб, заканчивают скважину трубами в 250—200 мм; при вращательном же способе начинают с 400 мм и при двух или, редко, трех колоннах труб заканчивают 200 или 150 мм. Далее одним из крупных достоинств этого способа является глинизация стенок скважины промывочным раствором, служащая во многих случаях хорошим тампонирующим средством. К недостаткам этого способа Б. относится трудность точного определения проходимых пород, к-рые размельчаются долотом и смешиваются с раствором глины. В последнее время буровые техники обратили на это внимание, и имеется несколько приспособлений для отбора пород с забоя, но все эти способы связаны с затратой значительного времени и уменьшением скорости проходки. С усовершенствованием способов отбора пород вращательное Б. с промывкой забоя можно будет с успехом применять и к разведочному Б., что значительно удешевит и ускорит эти работы. Другим недостатком этого способа является легко получающееся искривление скважины при крутом падении пластов и в тверд. породах. Это обстоятельство, затрудняющее тампонаж скважины, является иногда причиной отказа от рассматриваемого способа. При вращательном Б. с промывкой забоя затраты энергии на единицу проходки меньше, чем при удари. штанговом или канатном Б., т. к., во-первых, самый процесс разрушения породы (соскабливание ее долотом или дробление шарошками) требует меньшей затраты силы, чем при

откалывании долотом, а во-вторых, потому, что долото всегда работает на чистом, промывочном забое. Большая скорость вращательного Б. по сравнению с ударным объясняется тем, что не приходится тратить время на чистку забоя. Кроме того глинизация стенок скважины и непосредственное давление столба раствора (уд. в. 1,1—1,4) предотвращают обвалы пород, и поэтому можно крепить скважину после прохождения 600—800 м.

При Б. скважин вращательным способом, как и при ударном способе, сначала сооружают буровую вышку и устанавливают буровой станок; при бурении неглубоких разведочных скважин применяют специальные буровые станки с мачтами, которые выполняют роль вышки и несут на верхнем конце подъемный ролик. Устанавливают также мешалки для глинистого раствора, отстойные приспособления для очистки раствора от песка и так назыв. грязевые насосы для накачивания этого раствора в скважину.

Вращательные буровые станки в существенных частях все сходны между собой и различаются только конструкцией отдельных деталей. Они состоят из: а) главного трансмиссионного вала, б) лебедки, которая связана посредством цепной передачи с главным валом и служит для подъема и спуска инструмента и обсадных труб, и наконец в) вращательного стола, передающего вращение при помощи цепи от главного вала колонне буровых штанг и долоту. На главном трансмиссионном валу насажены зубчатые колеса для цепей Галля: одно—для соединения с двигателем, несколько колес (1—3)—для сообщения различных скоростей подъемному барабану лебедки и одно—для движения вращательного стола. Иногда на главный вал насаживают зубчатое колесо для передачи движения глиномешалке. Движение от вала передается цепям Галля специальных, очень прочных конструкций. На обоих концах главного вала, выступающих за стойки, наглухо насажены две катушки, служащие для подтягивания в башню с помощью перекинутого через них пенькового каната различных тяжестей, а также для свинчивания и развинчивания буровых штанг и обсадных труб. Ниже трансмиссионного вала лежит вал подъемного барабана лебедки. С обеих сторон этого барабана на одном с ним валу насажены зубчатые колеса (ценные звездочки—одна, две или три), которые при помощи бесконечных цепей соединяются с соответствующими зубчатыми колесами трансмиссионного вала и служат для перемещения скоростей. Подъемный барабан состоит из двух чугунных или стальных шайб и наглухо зажатого между ними клепаного или литого цилиндра, диаметром 0,3—0,4 м и длиной 0,9—1,8 м, на который наматывается талевой канат. С шайбами барабана непосредственно соединены две тормозных шайбы с ленточными тормозами, с деревянными или из прессованного асбеста колодками. Оба тормоза управляются одной рукояткой. Длина барабана зависит от глубины скважины.

Вращательный, или поворотный, стол (вращатель), устанавливаемый над-

устьем скважины, служит для вращения колонны буровых штанг с долотом во время Б., а в некоторых новейших конструкциях станков кроме того для свинчивания и развинчивания штанг и обсадных труб. Он состоит из литой чугуновой или стальной станины, укрепленной на шахтовых брусках. На станине лежит поворотный круг. Горизонтальный вал приводится во вращение от главной трансмиссионной вала цепной передачей или валом с конич. шестернями. Малая шестерня поворотного круга соединяется с валом при помощи кулачной муфты. На верхней части поворотного круга имеется приспособление, снабженное стальными роликами для зажима буровых штанг. Зажимное приспособление м. б. легко снято с поворотного круга, когда необходимо пропустить через центральное отверстие станины предмет большего размера. В виду того, что зажимные ролики своими острыми кромками сильно портят буровые штанги, в станках новейших конструкций это приспособление изменено. Для этого верхней, т. е. ведущей трубе, или штанге, которая во время Б. зажата роликами, придают форму квадратного сечения со стороной квадрата в 150 мм или же берут толстостенную трубу круглого сечения с толщиной стенок в 50—60 мм и на ней фрезером накрест выбирают четыре борозды, так что получается крестообразное сечение. Длина таких ведущих штанг достигает 12 м. Эти штанги зажимаются особыми клиньями, входящими в соответствующие углубления в поворотном круге. Во время бурения такая штанга, приводимая столбом во вращение, может свободно опускаться по мере углубления забоя. Недостатком этого приспособления является то, что им нельзя вращать также обсадные трубы и для этого необходимо иметь особые приспособления. В последних конструкциях делают подвижную часть стола двойной, причем эти половины вращаются в одну сторону во время бурения и в разные стороны при свинчивании и развинчивании колонны штанг и труб. В настоящее время изготовляют столы разных размеров (380, 400, 500, 600 и 650 мм) в зависимости от диаметра труб верхней колонны.

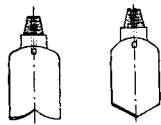
Двигатели, применяемые при вращательном Б., д. б. приспособлены для реверсивного хода и изменения числа оборотов. Широкое применение в последнее время начали получать электродвигатели с переменной скоростью. Обычно устанавливают для бурового станка электромотор в 75 HP и для грязевых насосов в 50 HP. Наиболее распространенным двигателем для вращательного бурения является реверсивная паровая машина, по большей части одноцилиндровая, редко — двухцилиндровая, мощностью в 30—45 HP; в этом случае применяют и паровые насосы. Бурильщики отдают предпочтение паровой машине перед другими двигателями, потому что она допускает большую временную перегрузку, что часто требуется при буровых работах; кроме того она дает наибольшую гибкость в скоростях, а главное — обеспечивает от внезапных остановок и перерывов в работе насосов во время бурения, когда инструмент спущен в скважину.

Для непрерывного накачивания глинистого раствора обычно устанавливаются два насоса, чтобы не останавливать циркуляции раствора при порче или ремонте одного из них. При паровой силе устанавливают для подачи раствора паровые двоянные насосы с производительностью от 400 до 800 л в минуту, с рабочим давлением до 25 atm. Обычно при нормальной работе это давление держится в пределах 5—8 atm, но в случае обвала или для захвата инструмента применяют повышенное давление до 20—25 atm и выше. При применении электрической энергии для бурения грязевые насосы приводятся в действие электромоторами при помощи ременной или цепной передачи. В последнее время изготовляют также насосы, у которых электромотор устанавливается при самом насосе и соединяется с ним зубчатой передачей. Выкидные линии обоих грязевых насосов соединяются в одну общую линию, которая заканчивается стояком высотой около 5 м, прикрепленным к стенке буровой башни. К верхнему концу стояка прикрепляется гибкий резиновый шланг, другой конец которого соединяют с наконечником вертлюга, наверху которого на верхний конец колонны буровых трубчатых штанг. Длина гибкого шланга 10—12 м, при диаметре 50—75 мм. Глинистый раствор, накачиваемый так, образ. через стояк, гибкий шланг и вертлюг, поступает в скважину у забоя через отверстия, имеющиеся специально для этой цели во всех буровых инструментах, применяемых при этом способе Б. Захватив размельченную долотом породу, раствор выливается на поверхность из скважины в систему деревянных желобов, в к-рых он освобождается от песка и других твердых частей, оседающих на дно, и попадает в приемный чан с опущенными в него приемами насосов. Для изготовления глинистого раствора устраивают специальные глиномешалки — паровая. Она состоит из деревянного ящика, по дну которого проложены трубы диам. в 50 мм с отверстиями в 3 мм для выхода пара. Пар, выходя из этих отверстий, размешивает глину с водой очень быстро. Кроме этой конструкции, применяют еще механические глиномешалки с приводом от главного вала бурового станка. Для раствора употребляют глину без примеси песка, имеющую способность долго оставаться в воде во взвешенном состоянии. Уд. вес применяемого раствора изменяется от 1,1 до 1,4. При прохождении мощных глинистых отложений можно вводить в скважину не глинистый раствор, а чистую воду, в которой растворяется измельченная при бурении глина. При прохождении же крупнозернистых песков и пористых пород, наоборот, необходимо качать в скважину более густой раствор. При необходимости закрытия глиной какого-либо пласта в скважину сначала вводится жидкий раствор, а затем качают более густой раствор, который оседает на стенках в виде тонкого слоя глины. При прохождении рыхлых и сыпучих песков и пльвунов необходимо также подавать густой раствор глины. Надлежащая консистенция раствора избавляет бу-

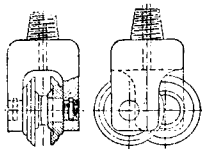
бурильщика от многих осложнений и увеличивает выходы колонн обсадных труб.

Перед началом Б. прежде всего в центре дна шахты вырывают, насколько возможно глубоко, круглую яму, в которую устанавливают кондуктор. Затем нижнюю часть шахты закладывают бутаовым камнем и бетонируют, образуя основание для хомутов обсадных труб. Верхняя часть кондуктора доходит до самого пола вышки. На небольшом расстоянии от пола (0,2—0,3 м) в трубе кондуктора прорезается сбоку отверстие, к которому присоединяется отвод из 125—150 мм трубы для стока грязевого раствора. В мягких и разрывающихся породах кондуктор иногда спускают на значительную глубину (20—50 м), с целью предотвратить разрыв пород грязевым раствором вокруг шахты.

При бурении в мягких породах применяется плоское долото (фиг. 41) с острыми, слегка загнутыми в сторону вращения кромками, получившее в Америке благодаря своей форме название «рыбий хвост» (fishtail bit). Это долото отковывают из специальной инструментальной стали. Иногда это долото заменяется пикообразным долотом (фиг. 42). Для бо-

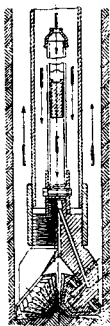


Фиг. 41. Фиг. 42



Фиг. 43.

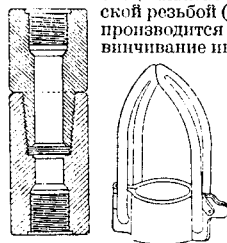
лее твердых пород применяют долота с режущими дисками (фиг. 43) и наконец для очень твердых пород—долота, снабженные катящимися конусами-шарошками. Из последних наиболее распространено долото типа Шарп-Юза (фиг. 44); оно состоит из двух свободно вращающихся конусов, сидящих на пальцах стального корпуса. Конусы имеют профрезерованную по всей поверхности зубья, которые при вращении долота откалывают с забоя мелкие кусочки породы. Иногда сбоку корпуса устанавливаются вертикальные шарошки, которые обрабатывают стенки скважины. Все трущиеся части долота автоматически смазываются. Долота присоединяются к штангам при помощи специальных муфт, так называемых удлинителей.



Фиг. 44.

Буровые трубки с муфтами на резьбе, соединяемые муфтами на резьбе, изготавливаются из бесшовных труб, с диаметром в 65, 75, 100, 125 и 150 мм, из хорошей стали, с высеченными концами, во избежание ослабления при нарезке. Чтобы не портить резьбу у штанг при отвертывании и свертывании их при спус-

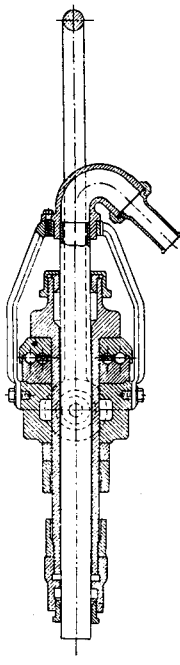
ке и подъеме инструмента, их собирают отдельными звеньями из 3—4 труб, так наз. свечами, и концы таких свеч снабжают специальными замками с конической резьбой (фиг. 45), в которых и производится свинчивание и развинчивание инструмента при спуске и подъеме. Длина таких свеч достигает 6 м.



Фиг. 45. Фиг. 46.

Спуск и подъем штанг производится при помощи талевого блока; к нижним серьгам последнего прикреплен разъемный хомут, так называемый элеватор (фиг. 46), который и служит

для подвешивания штанг. Бурильщик поднимает талими элеватор к верхним концам свеч, а рабочий, стоящий на верхних полках, заводит элеватор под замок свечи, закрывает его, и свеча при дальнейшем подъеме подвешивается на талях. Рабочий, стоящий у устья скважины, подводит нижний конец свечи к муфте долота или удлинителя, и когда бурильщик слегка опускает штангу, ее конец заходит в муфту, после чего рабочие завертывают штангу в муфту и закрепляют соединение. Когда при опускании долота со штангой элеватор почти подойдет к столу вращателя, буровую штангу закрепляют в столе клиньями, затем снимают элеватор, и бурильщик поднимает его кверху за следующей штангой. Когда долото почти достигнет забоя, на буровые штанги навертывают в ведущую штангу, а на нее вращающийся сальник—вертлог (фиг. 47), который состоит из двух частей: нижней—толстостенной трубы с фланцами и сальником, которая ввинчивается в муфту ведущей штанги и вращается при бурении вместе с колонной буровых штанг, и верхней—отвода, закрепленного в сальнике, который при вращении штанг остается в покое. Этот отвод соединяется со свободным концом гибкого шланга, идущего от грязевого насоса, и через него перекачивается глинистый раствор. В верхней части вертлога находится серья, при помощи которой колонна штанг подвешивается к талевому блоку. Закре-



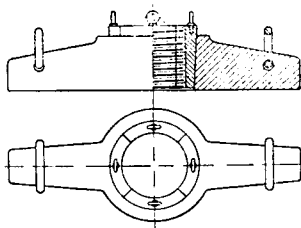
Фиг. 47.

пив ведущую штангу, бурйльщик пускает в ход грязевой насос и, когда раствор начинает переливаться из скважины, включает цепную передачу от главного вала к столу, заставляя последний вращать всю колонну буровых штанг с долотом, со скоростью 70—120 об/м. Вместе с тем бурйльщик медленно спускает инструмент до забоя, разбуривая в первое время осеющую во время подъема и спуска инструмента пробку. Во все время Б. необходимо держать инструмент на весу, лишь слегка нажимая долотом на породу, чтобы долото снимало стружку только такой толщины, при к-рой штанги не испытывали бы большого крутящего момента. В начале Б. вес штанг бывает незначителен и долото приходится ставить на забой, чтобы получить достаточный эффект, но по мере углубления скважины вес колонны штанг увеличивается и ее приходится тормозить и держать на весу.

Успех бурения всецело зависит от равномерности подачи инструмента и от соответственной нагрузки штанг. Если тормоз будет ослаблен больше, чем следует, то долото врежется глубоко в породу, нагрузка на штанги возрастет и штанги могут сломаться. Поэтому в последнее время техники стараются исключить влияние бурйльщика на ход долота и ввести автоматическую подачу. Так, при работе электродвигателем устанавливают автоматические выключатели, останавливающие мотор при чрезмерной нагрузке на штанги; в Америке применяется также автомат Хилда, регулирующий нагрузку на долото в зависимости от свойств породы; у нас в Баку применяется подобное же приспособление инж. М. М. Сквордова. Известные примеры, когда при Б. скважин глубже 2 000 м автоматом Хилда не было ни одной аварии из-за перегрузки штанг. Для предупреждения скопления больших кусков породы выше долота и захвата ими инструмента бурйльщик через определенные промежутки времени, например каждые  $\frac{1}{4}$  ч., приподнимает инструмент на  $\frac{1}{2}$ —1 м, не останавливая вращения, и медленно проходит это место до забоя.

Для крепления и применяют исключительно винтовые, так наз. америк., сварные или бесшовные трубы. В целях экономии диаметры колонн и толщину стенок труб подбирают так, чтобы вес колонн был наименьшим. Обычно в Америке скважины заканчиваются при диаметре в 165 или 112 мм ( $6\frac{1}{2}$  или  $4\frac{1}{2}$  дм.), у нас же, в Баку и Грозном—при 250, 200 и 150 мм (10, 8 и 6 дм.), оставляя 150 и 100 мм (4 дм.) в запасе на случай каких-либо неполадок. Начальный диаметр труб подбирают в зависимости от глубины скважины и числа водозакрывающих колонн. В Америке лишь очень редко применяют трубы с diam. больше 400 мм; наиболее употребительны: 318, 267, 210, 159, 114 мм ( $12\frac{1}{2}$ ,  $10\frac{1}{2}$ ,  $8\frac{1}{4}$ ,  $6\frac{1}{4}$  и  $4\frac{1}{2}$  дм.), реже—168 и 132 мм ( $6\frac{3}{8}$  и  $5\frac{1}{8}$  дм.). В Баку и Грозном для этих же целей применяют обычные у нас винтовые трубы, diam. от 500 до 100 мм, с интервалами через 50 мм. Чтобы ускорить спуск колонн и тем обеспечить бурение от образования обвалов и пробок, обсадные трубы также заранее свер-

тывают в колена по две или три трубы и в таком виде укладывают возле буровой. При спуске сначала затаскивают в буровую колесо с накрутым на нижней части его башмаком, подхватывают его специальным элеваторм и спускают в шахту, где и ставят на клиньях на зажимной хомут, или стайдер (фиг. 48), к-рый лежит на дне шахты на фундаментных брусьях. Затем элеватор освобождают и подхватывают им второе ко-



Фиг. 48.

лено, поднимают его и завертывают нижний его конец в муфту ранее спущенного колена. Когда трубы хорошо соединены, их слегка приподнимают, чтобы освободить клинья подкладного хомута, и спускают колонну вниз до тех пор, пока элеватор и муфта накрученного колена не поравняются со столом вращателя. Спуск останавливают, колонну заклинивают, элеватор освобождают и опять посылают его за новым коленом. Спуск труб идет очень быстро: обычно колонну 200- или 250-мм труб, длиною в 700—800 м, успевают спустить за 3 вахты, т. е. в 24 часа. Иногда во время спуска колонна застревает, не дойдя до места («колонну захватывает»), и интенсивная прокачка глинистого раствора ее не освобождает. Тогда ставят под хомуты гидравлические домкраты и стараются ими поднять трубы, чтобы освободить их от захвата породой. Часто во время такого захвата трубы сминает и их следует исправить; если же исправить не удастся, то их обрезают немного выше испорченного места, верхнюю часть вынимают, спускают специальный деревянный клин, обращенный толстым концом вниз, затем спускают на штангах пикообразное долото и стараются выйти скважиной в сторону от испорченного места и затем уже спустить в новую скважину предполагаемую колонну обсадных труб. Для предупреждения захвата труб перед спуском их проверяют скважину длинным долотом (3—3,5 м) с параллельными боковыми гранями, которыми и срезают все неровности стенок скважины. Трубы спускают в скважину, наполненную глинистым раствором, к-рый после задвки или цементировки башмака остается в затрубном пространстве и является тампонирующим средством. Кроме того глинистый раствор, остающийся в затрубном пространстве, способствует тому, что трубы не застревают и могут быть в случае необходимости извлечены из скважины. Для того чтобы раствор не вышел из затрубного пространства после спуска колонны труб, создают между башмаком колонны и стен-



ками скважины плотное соединение при помощи затрубной подбашмачной заливки или, снабдив трубы сальником, задавливают башмак в водонепроницаемую породу (глину). Для заделки труб обычно выбирают мощные пласты глины, содержащей возможно меньше песка. Задавка будет тем лучше, чем плотнее соприкосновение между трубами и стенками скважины и чем больше протяжение этого соприкосновения.

Нормальное Б. производят долотом, ширина которого больше наружного диаметра труб и башмака по крайней мере на 25 мм. Поэтому для получения плотного соприкосновения труб с породой, перед задавкой пробуривают в глинах ступенчатое отверстие меньшего диаметра, чем наружный диаметр труб, сначала на 15, затем на 25 и наконец на 50 мм, и в это отверстие задавливают колонну труб. Башмак с острыми кромками врзается в этом случае в породу и, обрезая края скважины, проходит вниз до тех пор, пока трение труб о породу не остановит колонну. Если глины, в к-рые задавливаются башмак, пластичны, неломки, не разбухают от воды и не размываются, то получается очень плотное соединение.

В последнее время обязательным условием хорошего тампонажа признается цементировка скважин. Цементировка нижней части затрубного пространства, иногда на высоту от 100 до 200 м, производится заполнением этого пространства раствором цемента, накачиваемым или через обсадные трубы или через специальные трубы, спускаемые внутрь обсадных. В Америке наиболее распространена цементировка по способу Перкинса; у нас применяют подбашмачную цементировку с помощью фонаря. Способ Перкинса заключается в том, что скважину готовят как тампонажу, как для обычной заделки, и устанавливают через специальную крышку, укрепленную на обсадных трубах, циркуляцию глинистого раствора через затрубное пространство. Затем спускают в скважину на поверхность глинистого раствора деревянную пробку с кожаной манжетой и накачивают насосом в скважину, поверх этой пробки, намеченную порцию раствора цемента. Пробка под давлением столба цемента опускается, вытесняя глинистый раствор из труб через затрубное пространство на поверхность. Когда вся порция цемента будет налита в скважину, кладут вторую пробку с кожаной манжетой, наверхывают на устье скважины крышку и через нее под давлением начинают накачивать насосом глинистый раствор, вследствие чего столб цементного раствора между двумя пробками начнет опускаться вниз. Когда нижняя пробка дойдет до забоя, цемент из труб начнет вытеснять глинистый раствор из затрубного пространства вверх, а сам будет занимать его место. Это происходит до тех пор, пока верхняя пробка не дойдет до нижней и весь цемент не войдет в затрубное пространство. Пробки подбираются такой длины, что, когда верхняя пробка дойдет до нижней, кожаная манжета первой, завернувшаяся вверх, должна остаться в трубах и тем сразу остановить движение жидкости к забюю (это видно на

манометре насоса, накачивающего глинистый раствор в скважину). В этот момент останавливают накачивание жидкости, колонну труб спускают в нерасширенное место и затем задавливают в него башмак, отделяя таким образом цементный раствор в затрубном пространстве от забоя скважины. После цементирования скважину оставляют в покое на некоторое время (14—28 дней), чтобы дать цементу окрепнуть, а затем высверливают пробки и продолжают буровые работы, испытав предварительно результаты закрытия воды понижением уровня раствора в скважине. Иногда применяют одну верхнюю пробку, а иногда цементируют совершенно без пробок, выдавливая цемент столбом воды или глинистого раствора. Применяемая в Баку ф о н а р я у подбашмачная заливка состоит в том, что в спущенную почти до забоя колонну труб спускают на 40- или 50-мм цементировочных трубах деревянный фонарь с верхней манжетой, который устанавливают на забой так, что верхняя часть его остается в трубах. На фонарь насыпают пробку из глины и песка высотой от 20 до 30 м и затем заливают через цементировочные трубы положенную порцию цементного раствора (от 30 до 50 бочек). Раствор, попав в фонарь, вытесняет глинистый раствор сначала из него, а затем и из нижней части затрубного пространства, поднимаясь иногда на 50—75 м выше башмака. Когда вся партия цемента залита, отвертывают цементировочные трубы от фонаря (они соединяются с последним левой резьбой) и поднимают их, причем остающееся в крышке фонаря отверстие закрывается специальной пробкой. Трубы промывают и вынимают из скважины, а последнюю оставляют в покое на 3—4 недели, после чего вырублют фонарь и продолжают буровые работы. Все способы закрытия воды требуют большой тщательности в выполнении отдельных операций; несмотря на безукоризненность выполнения их, тампонаж часто не удается, и его приходится повторять, а иногда даже вследствие повторных неудач забрасывать скважину, вынув обсадные трубы и затрамбовав ее глиной или же залив раствором.

При Б. скважины, особенно при разведках, необходимо иногда получать о б р а з ц ы п о р о д, которые давали бы точное представление о проходимых на данной глубине породах. Кусочки измельченной породы, выносимые глинистым раствором на поверхность с различных глубин, перемешиваются между собою и не дают полной картины разреза скважины. Нек-рым, по весьма недостаточным указаниям служит ощущение, испытываемое бурильщиком, стоящим на тормозе, при прохождении различных пород. Наиболее же достоверным способом получения разреза скважины является подъем с забоя неразрушенных колонок пород. Это производится обыкновенными или двойными колонковыми бурями. Наиболее простой обыкновенный бур представляет собой короткую трубу с длинными зубьями на конце, спускаемую на буровых трубчатых штангах. Этим буром осторожно выбуривают колонку длиной до 1 м, а затем сильно нажимают зубья на забой, отчего они загибаются

и при подъеме штанг отрывают и выносят колонку на поверхность. Из двойных колонковых буров с успехом может быть применен бур, употребляющийся для этой цели в алмазном бурении.

Операции по подъему колонок пород требуют большой затраты времени и сильно задерживают проходку. В Америке средняя скорость проходки при вращательном способе достигает 100 м на один станок в месяц; такой же скорости достигают и в некоторых районах Баку, например в Сураханах. Общая проходка в 1925/26 году была принята по тресту Азнефть в 69 м на один станок, а по тресту Грознефть—74 м. В отдельных скважинах проходка достигает значительно больших размеров: например в Сураханском районе нередко проходка достигает 350—400 м и больше на станок в месяц, а в Америке скважину в 230 м глубиной заканчивают за одни сутки. Средняя стоимость одного м скважины зависит в каждом отдельном случае от глубины скважины, конструкции крепления, успешности проходки, стоимости силовой энергии и т. д. Средняя стоимость одного м скважины для скважин Бакинского района в 1925/26 году принята в 170 р., включая в эту сумму все расходы, т. е. стоимость оборудования буровых работ и крепления скважины. Средняя стоимость одного м скважины в С. Америке исчисляется около 120 р. Эту разницу нужно отнести за счет упрощенной конструкции крепления скважин и несколько более высокой средней проходки, обусловленной лучшим оборудованием и более высокой квалификацией буровых рабочих. Работы по Б. в С. Америке, также как и у нас, ведутся б. ч. в 3 смены. Состав смены: в Америке—1 бурлищик и 3 рабочих, в Баку и Грозном—1 бурлищик и 4 рабочих; на 2—3 буровых скважины—1 буровой мастер.

**В. Барсевич.**

**5. Алмазное Б.** При вращательном алмазном бурении коронка, снабженная на нижнем конце алмазами, выбуравляет кольцевую скважину так. обр., что центральная часть скважины вырезывается в форме цельного столбика. По мере опускания коронки, через каждые 2—8 м Б. приостанавливают, штанги поднимают вверх и вместе с ними извлекают столбик, к-рый представляет собой натуральный образец пройденных пород. Сложенные вместе в последовательном порядке эти столбики (колонки) дают точную картину пройденных скважиной пород. В виду быстроты и сравнительной дешевизны Б. этот способ получил большое распространение при разведке. Алмазное бурение дает возможность твердо установить наличие ископаемого, глубину и характер его залегания; оно получило особенное значение при разведках руды, а также угля; в последнее время оно стало применяться и при разведках на нефть. Кроме того оно применимо и в инженерно-строительной практике для изысканий при тоннельных работах. Нужно однако иметь в виду, что алмазное бурение может с успехом применяться только для разведки твердых пород и гл. обр. пород однородной твердости. В породах неравномерной твердости, в трещиноватых и

сыпучих породах оно непригодно. Для разведочных работ в отдаленных и трудно доступных местностях алмазное бурение весьма удобно благодаря портативности бурового станка. Особенно выгодно оно для Б. неглубоких скважин с целью определения глубины залегания различных точек при составлении пластовых карт месторождения. Для этой работы применяются легкие переносные станки, которые приводятся в движение газотиновым двигателем.

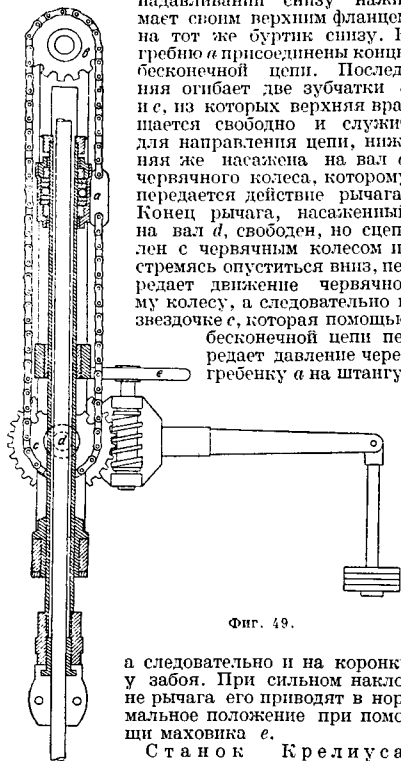
Для алмазного бурения применяют ручные и приводные станки. Нагнетательный насос для промывки забоя устанавливается б. ч. отдельно от станка, для того чтобы промывка могла продолжаться и при остановке станка. В качестве подъемного сооружения при алмазобурильных станках служат или простая бревенчатая тренога или небольшая вышка с сараем, и в редких случаях—железная тренога.

При работе станка штанги одновременно получают вращательное и поступательное вниз движение. Вращение производится при помощи зубчатых передач разных систем, для спускания же штанг по мере углубления забоя служит пустотелый шпиндель (патронная трубка), снабженный зубчатой, винтовой или гидравлической подачей и проходящий через втулку горизонтальной шестерни, от которой шпиндель и получает вращательное движение.

Одной из наиболее ответственных частей алмазобурильного станка является механизм для регулирования давления коронки на забой. Для успешности работы необходимо, чтобы на коронку, усаживаемую алмазами, действовало достаточно сильное давление, которое изменялось бы сообразно проходным породам и глубине скважины. Для этого служат особые приспособления, к-рые можно подразделить на несколько групп: а) нагрузка на штанги производится непосредственно действующим на них грузом; б) нагрузка на штанги производится помощью рычага с подвешенным к нему грузом; в) давление коронки на забой производится подачей пустотелого шпинделя, несущего штангу и снабженного винтовой нарезкой, причем шпиндель и гайка, через которую он проходит, вращаются с неодинаковой скоростью (дифференциальная подача); г) давление на коронку производится гидравлическим способом. Наиболее совершенным является гидравлический способ, наиболее же простым и практичным нужно признать рычажный механизм, позволяющий легко производить разгрузку штанг и поднятие коронки над забоем. Непосредственная нагрузка штанг путем подвешивания груза имеет то неудобство, что при этом нагрузка на коронку может оказаться чрезмерной; дифференциальное же регулирование весьма сложно и в случае разнообразия проходных пород представляет большие неудобства.

Рычажный регулятор давления изображен на фиг. 49. При помощи червяка и червячного колеса действие рычага с подвешенным грузом передается через звездочку и цепь на гребень а, соединяющий две втулки, надетые на шпиндель, в котором зажат

штанга. Верхняя втулка при надавливании ее вниз нажимает своим фланцем на буртик шпинделя сверху; нижняя же втулка при надавливании снизу нажимает своим верхним фланцем на тот же буртик снизу. К гребню *a* присоединены концы бесконечной цепи. Последняя опирает две зубчатки *b* и *c*, из которых верхняя вращается свободно и служит для направления цепи, нижняя же насажена на вал *d* червячного колеса, которому передается действие рычага. Конец рычага, насаженный на вал *d*, свободен, но сцеплен с червячным колесом *h*, стремясь опуститься вниз, передает движение червячному колесу, а следовательно и звездочке *e*, которая помощью бесконечной цепи передает давление через гребенку *a* на штангу,



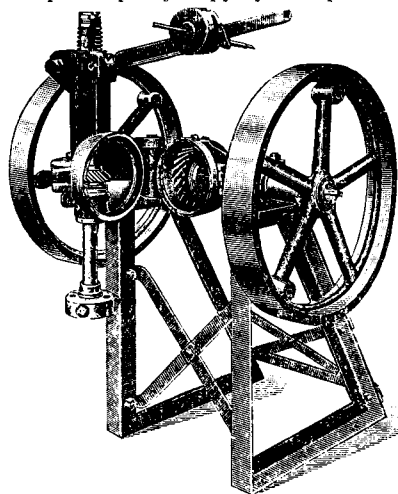
Фиг. 49.

а следовательно и на коронку у забоя. При сильном наклоне рычага его приводят в нормальное положение при помощи маховика *e*.

**Станок Крелиуса.** Типичным и наиболее распространенным станком с рычажным регулятором давления на коронку является станок Крелиуса (фиг. 50 и 51). На двух железных рамах, скрепленных между собою крестовинами, укреплены подшипники, на которых расположен сквозной вал с двумя шкивами по концам. Вращение производится при помощи двух взаимно перпендикулярных шестерен с винтовыми зубьями. Вертикальная шестерня навинчена на втулку горизонтального вала и может в случае необходимости вращаться на валу, если требуется бурить скважину под известным углом. Горизонтальная шестерня снабжена длинной втулкой *N* (фиг. 51), которая вставляется в чугунный патрубок *M*, расположенный в крышке кожуха и играющий роль подпятника для шестерни, причем для уменьшения трения применяется вращение на шариках. Через втулку *N* проходит патронная трубка *O* с продольным пазом по всей длине, шириной соответственно шпонке шестерни внутри втулки. Т. о. при вращении горизонтальной шестерни вращается и патронная трубка, которая может иметь

также и поступательное движение вверх и вниз. В патронной трубке зажата винтами штанга *Q*, которая вращается, а также получает поступательное движение вместе с патронной трубкой. Цилиндр *T*, обхватывающий снаружи патронную трубку, сцеплен двумя зубчатыми рейками с шестерней, на к-рую действует собачка, расположенная в обхватывающей ее вилке, имеющей с шестерней общую ось вращения. К боковой наружной поверхности вилки прикрепляется конец рычага с передвигающимся грузом. Передвижением груза меняют давление на коронку. Станки этой системы с теми или с иными видоизменениями строятся многими фирмами. Иногда сверлильн. аппарат лебедки и насос монтируются на общей платформе.

**Станок Войслава** (фиг. 52) регулирует давление на коронку непосредственной нагрузкой на штангу. Станок состоит из двух валков *a, a*, снабженных рукоятками и концы шестернями *b, b*, которые сцепляются с конической шестерней *c*, насаженной на втулку *d*. Последняя укреплена в откидывающейся платформе *f*. В станках более поздней конструкции шарнирное соединительное устройство с втулкой заменено прочной рамой, в верхней ее части к-рой вращается втулка *d*, а в боковых—валки *a, a*; снизу в ней имеется достаточно широкое цилиндрич. отверстие для бронзовой патронной трубки *g*. Последняя вместе с прилитой зубчатой рейкой, по ширине соответствующей пазу на втулке шестерни, проходит через втулку. Таким обр. вращательное движение шестерни передается патрон. трубке, к-рая вместе с тем может иметь во втулке и поступательное движение. Штанга пропускается через патронную трубку и закрепляет-



Фиг. 50.

ся винтами *h* в верхней ее части. Следовательно при вращении рукоятки происходит вращение штанги, причем штанга вместе с патронной трубкой может свободно подни-

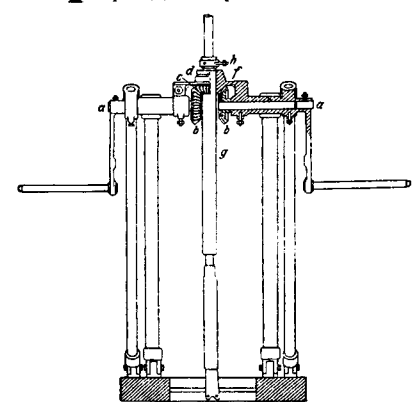
маться и опускаться. Откидная платформа может поворачиваться в вертикальной плоскости, и таким образом скважину можно бурить под желаемым углом.

Станки с дифференциальной подачей напоминают собой сверильные станки для металла. Механизм дифференциальной подачи изображен на фиг. 53. Пустотелый шпindel *a* с крупной прямоугольной нарезкой приводится в движение коническ. передачей. Втулка горизонтальной конич. шестерни, вращающейся в неподвижном подшипнике *e*, снабжена тремя шпонками, входящими в соответствующие пазы шпинделя *a*.

На нижнем конце втулки закреплено зубчатое колесо *f*, которое передает вращение шестерне *i*, расположенной на стержне *l*. Шестерня *i* свободно насажена на стержне *l* и прижимается к диску *o* при помощи пружины и гайки *m*. Натяжением гайки можно увеличивать или уменьшать силу трения и вместе с тем податливость этого предохранительного устройства. Вращение зубчатки *i* передается стержню *l* и шестерне *h*, которая в свою очередь передает вращение шестерне *g* с длинной втулкой, снабженной гаечной резьбой, в точности отвечающей наружной резьбе шпинделя *a*. На нижний конец втулки *b* навернуто гаечное кольцо, скрепленное контргайкой. Между гаечным кольцом и подшипником *d* помещаются кольца антифрикционных шариков. Нарезка шпинделя *a* и гайки *b* левая; нижняя зубчатка *f* имеет 24 зуба, а зубчатка *i*—25 зубьев. Т. к. при Б. шпindel с левой резьбой должен вращаться вправо, то, для того чтобы придать ему поступательное движение, гайка должна вращаться несколько быстрее. Поступательное движение шпинделя зависит от отношения зубьев у шестерен *h* и *g*. Обычно углубление коронки в очень твердых породах, напр. в кварцитах, принимается в 0,042 мм на один оборот, в крепких, как например в гнейсе, графите, порфире—0,084 мм, а в породах средней твердости—мраморах, песчаниках и т. д.—0,120 мм. Для обратного поднятия шпинделя освобождают гайку *m* и закрепляют стержень *l*; при этом зубчатка *g* становится неподвижной, и так как гайка и шпindel

имеют левую нарезку, то шпindel поднимается вверх. Для определения величины

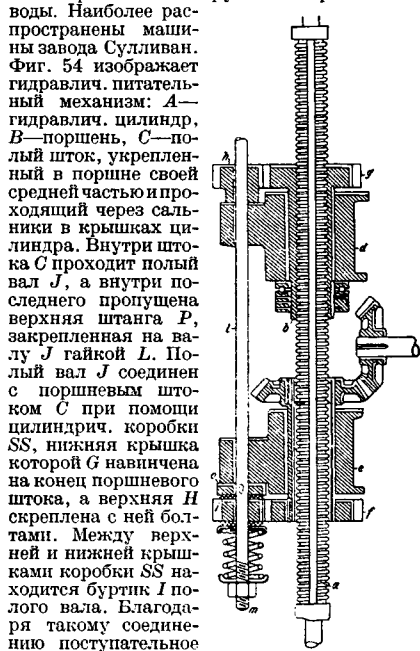
давления коронки на забой применяются специальные приборы—индикаторы.



Фиг. 52.

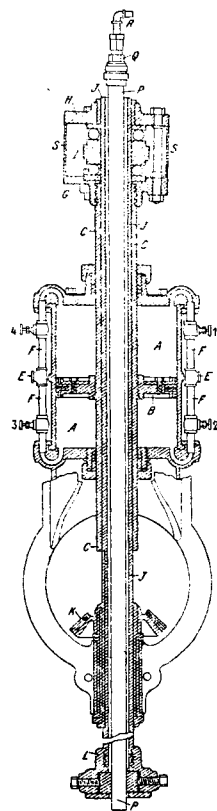
Станки с гидравлической подачей строят многие крупные американ. заводы. Наиболее распространены машины завода Судливан.

Фиг. 54 изображает гидравлич. питательный механизм: А—гидравлич. цилиндр, В—поршень, С—полый шток, укрепленный в поршне своей средней частью и проходящий через сальники в крышках цилиндра. Внутри штока С проходит полый вал J, а внутри последнего пропущена верхняя штанга P, закрепленная на валу J гайкой L. Полый вал J соединен с поршневым штоком С при помощи цилиндрич. коробки SS, нижняя крышка которой G навинчена на конец поршневого штока, а верхняя H скреплена с ней болтами. Между верхней и нижней крышками коробки SS находится буртик I полого вала. Благодаря такому соединению поступательное движение поршня и штока вверх и вниз передает такое же движение валу, а вместе с ним и штангам. Полый вал кроме того может иметь вращательное движение, незави-



Фиг. 53.

связан от поршневого штока. Такое движение палы *J* получает от конической шестерни *K*. Во время перемещения поршня вниз и вращения палы буртик *I* давит вниз на нижний фланец, а при поднятии поршня буртик давит на верхнюю крышку. Для уменьшения трения между буртиками и крышками коробки имеются шариковые прокладки. На верхнем конце штанги *P*, проходящей через полый цилиндр, находится вертлюг *Q*, соединенный с рукояком насоса *R*. Вода поступает в питающий цилиндр через тройник *E* и вытекает через другой тройник *E*. От тройников идут трубки *F, F*, концы которых сообщаются с отверстиями в верхней и нижней крышках цилиндра. На трубках *F, F* имеются вентили *1, 2, 3, 4* для распределения жидкости. Регулирование движения штанг в этом механизме производится давлением воды на верхнюю поверхность поршня; давление измеряется манометром. Если порода твердая и штанги опускаются медленно, то давление в цилиндре увеличивается, и тогда можно уменьшить приток воды; при встрече мягких пород коронка углубляется быстрее, давление на-



Фиг. 54.

дает, и тогда подкачку воды нужно увеличить. Алмазные станки Сулливана имеют распространение в СССР и в других странах. Специально для разведок на нефть спроектирован станок типа *N* (фиг. 55) для бурения на глубину 700 м, снабженный 46-см гидравлич. цилиндром и приводимый в действие газопоршневым двигателем в 30 л. Станок смонтирован на жесткой стальной раме на колесном ходу, с широкими железными ободами. Самые большие станки Сулливана *FK* предназначаются для *B.* на глубине до 1 600 м. В Америке изготавливаются также станки для алмазного *B.* с двумя гидравлическими цилиндрами.

Давление на колонну при гидравлическом питании легко подсчитать, зная давление воды, указываемое манометром, и разность площадей поверхности всего поршня и сечения штока. Кроме этого давления коронка испытывает добавочное давление от

веса штанг, возрастающее с глубиной скважины. В америк. станках среднего размера вес инструмента, при глубине 30 м, составляет ок. 265 кг, что при коронке в 53 мм, выбуривающей столбики в 31 мм, дает на кольцевую поверхность коронки давление в 18 кг/см<sup>2</sup>. Проф. Войслав считает возможным допускать давление в 12 кг/см<sup>2</sup>, что он и про-

водит в своих ручных станках, снабженных 12 карбонатами по 1/2 кг, с общ. площадью дна 13 см<sup>2</sup>, допуская максимальное давление на коронку в 164 кг при скорости вращения не более 150 об/мин. В Германии при *B.* на калийные соли станками с гидравлич. питанием применяют давление в 500 кг при 300 об/мин., при коронке диаметром 68 мм, выбуривающей столбики в 50 мм. Здесь давление на каждый см<sup>2</sup> значительно больше.



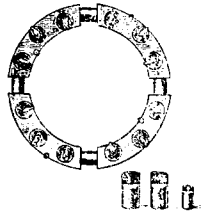
Фиг. 55.

Американцы допускают еще гораздо большее давление. Креплус рекомендует начинать бурение с давлением на забой в 200—250 кг, при дальнейшем же бурении—производить постепенную разгрузку штанг, для того чтобы это давление не повышалось. Наибольшее число об/мин. у Креплуса 160. Скорость вращения американских станков достигает 200—300 об/мин.

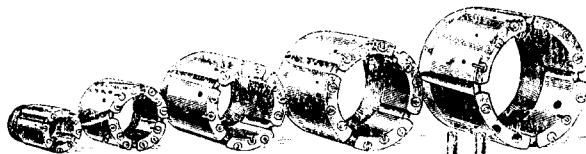
При начале *B.* скважины с поверхности земли наносы проходятся шурфом. При достаточной водоносности наносов этот же шурф служит зумфом для накопления воды; в противном случае необходима организация регулярной доставки воды. Количество ее может быть рассчитано в зависимости от средней скорости восходящей струи из скважины в 0,2—0,3 м/сек. При тяжелых рудах требуется большая скорость. Станок устанавливается над шурфом по ватерпасу на поперечных брусьях. Устье шурфа забивается досками, в которых вырезывается отверстие для пропуска штанги. На дно шурфа устанавливают по отвесу и заливают у основания цементом (или обмазывают жирной глиной) железную трубу, устье которой д. б. несколько выше уровня воды в шурфе. Буровая мусть из скважины, переливаясь через край трубы, осаждается на дне шурфа. Иногда вместо шурфа на-

носы проходят буром и скважину закрепляют обсадной трубой.

Алмазные коронки и колонковый цилиндр. Для бурения ручными станками применяются коронки (см. фиг. 56 и 57) с наружным diam. 36 мм и внутренним  $d = 25$  мм, выбуривающие столбики в 22 мм. Коронка из мягкой стали снабжается алмазами в 0,7—2 к при малых диаметрах коронки и до 8 к—при больших диаметрах. Алмазы в особых



Фиг. 56.

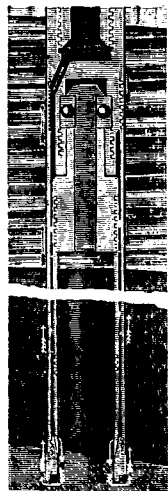


Фиг. 57.

оправках, вынченных в гнезда коронки, укрепляются таким образом, чтобы при вращении коронки каждый оставял свой след; алмазы, расположенные по наружной поверхности, выдаются немного наружу, а на внутренней поверхности—внутрь. Коронка имеет на нижнем торце выемки, а по наружной поверхности—желобки для пропуска грязи. Коронки для глубоких скважин достигают в диаметре 200 мм и более.

Наибольший диаметр известной до сих пор коронки достигал 575 мм (коронка имела 50 алмазов, общим весом 300 к).

Коронка навинчивается на колонковый цилиндр. На фиг. 58 изображен цилиндр для небольшой глубины. В нем заключена внутренняя рубашка. Вода к забою поступает между стенкой цилиндра и рубашкой. Для того чтобы предохранить столбик породы от изломов под влиянием вращения цилиндра, внутренняя рубашка отделена от самого цилиндра горизонтальной шариковой прокладкой. Для глубокого бурения применяются колонковые цилиндры более солидной конструкции с каналами в стенках для подачи к забою промывающей воды. По мере углубления скважины, когда



Фиг. 58.

стержень породы достиг по высоте длины колонковой трубы, вращение останавливают и колонковый цилиндр поднимают вместе со штангами наверх, причем выбуренный столбик отрывается особым приспособлением—рвателем, действующим автоматически при первом движении коронки наверх. Действие рвателя обусловлено пружиной

в виде цилиндрического кольца с выступами внутрь, срезанными на конус; при извлечении цилиндра наружу пружинку разводят, чтобы освободить столбик породы.

Для Б. употребляют двойного рода алмазы, так назыв. борты и карбонаты. Борты представляют собой натуральные благородные алмазы, которые вследствие еле заметной трещиноватости или неровности окраски не применяются в качестве драгоценных камней. Борты могут быть использованы лишь в том случае, если они сохранили

свои естествен. плоскости и ребра, мощные служить режущими лезвиями. Карбонаты представляют собою буровато-черные алмазы неправильной формы, похожие на блестящие куски кокса. Укрепление алмазов в буровой коронке требует весьма большого внимания и опыта. Самыми лучшими алмазами являются черные бразильские карбонаты скрытокристалличес. строения. Белые (прозрачные) бразильские борты также довольно часто применяются в буровом деле. Капские, или африк., бесцветные алмазы значительно дешевле, но при твердых породах их следует избегать, так как они легко крошатся и требуют особенно тщательной вставки. Качество алмазов имеет огромное значение для успеха Б. Хорошие алмазы отличаются плотной структурой, однородным цветом, блеском и ровной поверхностью.

Расход алмазов бывает наименьший при Б. в соли, наибольший—в мелком кварцевом конгломерате. При проходе скважин в наклонных пластах малой мощности и неодинаковой твердости расход алмазов увеличивается. На расход алмазов в значительной степени влияет сорт алмазов, способ вставки, опытность бурового мастера, способ промывки и пр. Расход алмазов на 1 м проходки в разных породах следующий:

Диорит, кварцевый диорит . . . . .	0,0233	к
Лима, железистый сланец . . . . .	0,05	»
Твердый гранит . . . . .	0,262	»
Черный сланец, твердая руда . . . . .	0,0105	»
Известняк, сланец . . . . .	0,151—0,184	»
Песчанк . . . . .	2,89	»
Конгломерат . . . . .	8,2	»

Скорость и стоимость Б. Скорость бурения ручным разведочным станком Креллуса на уральских рудниках приведена ниже в табл. 1.

Стоимость 1 м проходки на уральских рудниках составляла со всеми расходами, включая и стоимость алмазов, от 3 р. 30 к. до 13 р. 12 к. В среднем за два года 1 м проходки обошелся ок. 6 р. при цене алмазов 75—92 р. за к. На скважину задалживалось в смену 4 человека. Воды для бурения расходовалось 75—100 гл в сутки. Машинное алмазное бурение станками Сулливана

Табл. 1.—Скорость проходки на уральских рудниках.

Преобладающая порода	Скорость проходки в м/ч *			
	до 30 м	30—60 м	60—90 м	более 90 м
Порфирит твердый То же и немного кварца . . . . .	0,119	0,075	0,055	—
Порфирит средней твердости . . . . .	0,104	0,073	0,046	0,046
Средняя . . . . .	0,432	0,762	0,073	—
Средняя . . . . .	1,368	0,084	0,066	0,056

\* Здесь указана скорость лишь за время, потраченное на углубление. В твердых породах приходилось извлекать инструмент 1 раз в 2—3 сутки, редко 1—2 раза в сутки; в трещиноватых породах—2—4 раза в сутки.

в Донецком бассейне при глубине скважины 60—140 м давало следующие результаты:

В станциях . . . . .	Проходка за смену в м		Стоим. и. м в рублях
	2—4	1—2	
» песчаных . . . . .	2—4	1—2	20—30
» кварц. песчан. . . . .	0,1—0,2		

Скорость и стоимость алмазного бурения в соляных копях Германии составляет:

До 100 м глубины . . . . .	Проходка за смену в м		Стоим. и. м в марках
	6,00	4,55	
» 200 » . . . . .	4,55	5,3	6,2
» 300 » . . . . .	3,03		

Самые глубокие скважины в Европе пробурены при помощи алмазной коронки. Наибольшая глубина скважины достигнута вблизи Чухова в Верхней Силезии—2 240 м.

Воломитное Б. В виду высокой стоимости алмазов стремились заменить их разными металлическими сплавами. Наибольшее применение получил *воломит* (см.), состоящий из карбидов тугоплавких металлов (вольфрама, кобальта, никеля и хрома) с небольшим количеством железа, имеющий  $t_{пл.}$  ок. 2 700°. Большое преимущество воломита перед алмазами—возможность отливкой придавать ему любую форму.

Табл. 2.—Сравнительные свойства воломита, алмазов и быстрорежущей стали.

Свойства	Алмазы	Воломит	Быстрорежущая сталь
1. Твердость по Мосу	10	9,8	5—6
2. Механическая прочность	Стремление к расщеплению по кристаллическ. плоскостям	Большая, чем у алмазов; несколько меньшая, чем у быстрорежущей стали	Меньшая твердость, но большая вязкость, благодаря чему большая механическая прочность
3. Сопротивление высокой $t^{\circ}$	Применимы до 1 110°	Применимы до 1 110°	Твердость заметно уменьшается выше 450°

Как видно из табл. 2, воломит, обладая почти такой же твердостью, как алмаз, имеет большую механическую прочность и значительно большее сопротивление сжатию; по вязкости он несколько уступает быстроре-

жущей стали. Стоимость воломита в 100—200 раз меньше стоимости алмазов.

При глубоком Б. воломит употребляется не только для зубьев, устанавливаемых в коронки, но и для изготовления фрез. Такими воломитными фрезами было освобождено много буровых скважин от застрявших инструментов. В нек-рых породах, например в конгломератах, прорезывающихся с гипсом, при Б. алмазной коронкой получается чрезмерный износ алмазов, и Б. практически становится невозможным; помощью же воломитной коронки Б. идет вполне успешно. Воломитное Б. получило уже широкое распространение за границей; в СССР оно применялось при исследовании Курской магнитной аномалии. Для твердых горных пород, в к-рых алмаз мало изнашивается, применение алмазов обходится значительно дешевле воломита. Наоборот, в породах вязких и средней твердости воломит дает хорошие результаты.

С. Герш.

**Б. Турбинное Б.** В турбобуре инж. М. А. Капелюшникова глинистый раствор, накачиваемый через неподвижные буровые штанги, приводит в движение турбину небольшого диаметра, дающую до 2 000 об/м. В нижней части турбобура имеется полый шпиндель, к которому с помощью муфты привертывается долото. Между шпинделем и турбинным валом находится зубчатая передача Баррета, снижающая число оборотов шпинделя до 150 в мин. Глинистый раствор, пройдя через турбину, полый шпиндель и отверстия долота, выходит к забою, размывает размельченную породу и поднимается на поверхность. При работе турбины насос, подающий глинистый раствор, должен развивать давление на 8—10 атм больше, чем при одной только промывке забоя. Вращающий момент, развиваемый турбиной, передается долоту в правую сторону, т. е. по движению часовой стрелки, а штангам — в обратную; поэтому, во избежание вращения штанг, верхний конец их, выступающий на поверхности, необходимо удерживать хомутом или специальным зажимным приспособлением. Станок турбинного Б. состоит из лебедки для подъема и спуска инструмента и обсадных труб и указанного выше зажимного приспособления, которое неподвижно укрепляется на полу вышки. Двигатель только обслуживает лебедку, поэтому он м. б. не реверсивным и не иметь сложных приспособлений для регулировки хода станка. Поступательное движение долота во время Б. достигается постепенным сматыванием с барабана каната, на к-ром висит инструмент. При чрезмерном нажиме долота на забой турбина останавливается, и этим предотвращается скручивание буровых штанг. Применение

этого способа в Баку в последнее время дало весьма положительные результаты. При опытных работах, которые были произведены несколькими десятками таких турбобуров, выяснились отдельные конструктивные

недостатки, которые повидимому легко могут быть устранены.

**В. Борисевич.**

Лит.: 1) Ударное бурение. Станки, вышки, инструменты: 1) Дельсон В. Н., О новых системах бурения, примен. на балансе. Нефт. пром. Студия. Баку. Росс. техн. о-во, май-июль, 1902 (устарело); 2) Гамов К. Горные разведки бурением, СПб, 1902; 3) Глушков И. Н., Руков. к бурению скважин, 1 изд., ч. 2—3, М., 1904, ч. 4, 1911; 4) Идельсон Я. С., Атлас конструктор. чертежей инструментов для штанг. бурения, Баку, 1915—16; 5) Гоффер Г., Справочн. книга по горному делу, т. 1, Берлин, 1921; 6) Сюмел Д., Методы добычи нефти, ч. 1, пер. с англ., М., 1924; 7) Глушков И. Н., Руков. к бурению скважин, 2 изд., т. 1—2, М., 1924; 8) Успенский Н. Э., Курс глуб. бурения ударным способом, М., 1924; 9) Справ. по нефт. делу, т. 1, М., 1925; 10) Векслер И. П., Курс бурения, ч. 1—2, Москва, 1927; 11) Tescklenburg Th., Handb. d. Tiefbohrkunde, В. 2, Berlin, 1906; 12) Bowman J., Well Drilling Methods, U.S. Geol. Survey, Water Supply, Paper 257, Wash. D. C., 1914; 13) U.S. Geol. Surv. Fish. Methods in Oil Wells, U.S. Bur. of Mining, Bull., 1920, 182; 14) Jefferies W. H., Deep Well Drilling, W. H. Jeffrey Co., Toledo, Ohio, 1921; 15) Ugen L. C., A Textbook of Petroleum Production Engineering, McGraw Hill Book Co., New York, 1924; 16) Whitesell Oil Well Driller, N. Y., 1924; 17) Ziegler V., Oil Well Drilling Methods, N. Y., 1923; 18) Thompson A. B., The Evolution of Oil Well Drilling Methods, "General Electr. Reviews", London, 1924, June; 19) Процесс Б. и методы закрытия воды: два вышеперечисленные лит., за исключением №№ 1, 2, и 7, а также: 19) Глушков И. Н., Руков. к бурению скважин, т. 3, 2 изд., М., 1925; 20) Те Фел, Способы закрытия воды в нефт. и газ. скважинах, пер. с англ., М., 1923; 21) Мачульский Ч. Л., Тампонаж нефт. скважин в Грозном, "Нефт. и сланц. хоз.", 1925, 2; 22) Селуцкий В. П., Исследование бурения буровых скважин, "Азерб. нефт. хоз.", Баку, 1924, 3—23; 23) Knaprock A., Rock Classification from the Oil Driller's Standpoint, "Trans. Am. Inst. Min. and Met. Eng.", 1920, v. 65; 24) Ugen L. C., Circulating Mud-laden Fluid in Connection with Cable Tool Drilling, "Sum. of Oper. Calif. Oil Fields", 1920, v. 6, 2, Aug.; 19) Скорость и стоимость Б.: №№ 3, 5, 6, 9, 11, 14, 15, 17—19, а также: 25) Бриттала А. Ф., Скорость намотки бурения, "Азерб. нефт. хоз.", 1924, 4, 26) Катарин В., Вопрос об истории бурения, там же, 1924, 12, 27) Любистков В., Успехи бурения в 1924/25 г. на бак. промыслах, там же, 1926, 1; 28) Godde H. A., Williams W. L., Оборудование для бурения и окпл. скважин на нефт. промыслах Калифорнии, пер. с англ., "Нефт. и сланц. хоз.", 1923, 10; 29) Ambrose A. W., Fuel Waste in Oil Field Boilers for Drilling and Production, "U. S. Bureau of Min., Rep. of Invest.", 1920, 178; 30) Ugen L. C., The Operator's Guide to Well Logging, Electric Power and the Resulting Gain to the Producers, "General Electr. Reviews", 1919, v. 22, May. II. Вращательное бурение. Станки, вышки, инструменты: №№ 6, 7, 9, 14—18, а также: 31) Глушков И. Н., Руководство по бурению скважин, 1 изд., ч. 3, М., 1904; 32) Евреинов Г. В. и Никитин В. П., Выбор электродвигателя для вращат. бурения, "Нефт. и сланц. хоз.", 1923, 3; 33) Сюмел Д., Об автоматич. вращат. способе бурения нефт. хоз., 1924, 12; 34) Сюмел Д., Об электрич. приводе системы Лусеу, там же, 1924, 11; 35) Сюмел Д., Курс вращат. бурения, Баку, 1924; 36) Слоним Л. И., Автоматич. бурение на нефть, "Аз. нефт. хоз.", 1925, 5; 37) Коиради Г. А., Буровой агрегат системы Леоара для вращат. бурения, "Нефт. хоз.", 1926, 8; 38) Вагенгейм Н., Обзор успехов буровой техники в Америке, там же, 1927, 4; 39) Магич А. И., Современное состояние вращат. бурения в Америке, "Аз. нефт. хоз.", 1922, 9—11, "Нефт. и сланц. хоз.", 1922, 9—10; 40) Слоним Л. И., Гидравлич. передача системы Neb-Shaw при вращат. бурении, "Нефт. и сланц. хоз.", 1924, 2; 41) Вагенгейм Н., Новые усовершенствования в области вращат. бурения, "Аз. нефт. хоз.", 1924, 12; 42) Деринг Г. Р., Новые американ. патенты по бурению на нефть, "Нефт. и сланц. хоз.", 1924, 11—12; 43) Капитангер, Steel or Wooden Derricks, "Min. a. Met.", N. Y., 1924, Nov. 4; 44) Ugen L. C., Erecting Scaffolding and Erection of Steel Derricks, "Oil Weekly", Houston, 1923, v. 43, 13; 45) Collom R. E., Notes on Core Drilling Methods in Oil Fields, "Sum. of Oper. Calif. Oil Fields", 1921, v. 6, 12, June; 46) Процесс Б. и способы закрытия воды: №№ 6, 9, 14, 15—20, 31, 35, а также: 46) Капелюшников М. А., Техническ. анализ вращательного бурения, "Нефт. и сланц. хоз.", 1924, 8; 47) Парничий А. А., Америк. вращат. долото в бак. условиях, "Аз. нефт. хоз.", 1925, 1; 48) МСКО 110 м,

Методы работы колонн. буром в Америке, перев. с англ., "Аз. нефт. хоз.", 1925, 2; 49) Льюис Д. и МакМуррей В. Ф., Применение индигидо глины, раствора в нефт. и газ. скважинах, пер. с англ., "Нефт. и сланц. хоз.", 1922, 1—4; 50) Роллард и Кеннеди, Применение индигидо глины, раствора к бурению скважин, перевод с англ., "Аз. нефт. хоз.", 1923, 2—3; 51) Идельсон Я. С., Применение барита в качестве промыв. раствора при бурении нефт. скважин, "ГЖ", 1925, 11; 52) Арутюнов И. Г., Данные из практики цементного тампонажа на нефтяных промыслах Грозного, "Нефт. и сланц. хоз.", 1925, 10; 53) Галайз в Г. Т., Заливки Перлина в Америке и Бану, "Аз. нефт. хоз.", 1925, 4; 54) Гамов И. М., Цементировка скважин, провод. вращат. способом на новогоронских промыслах, "Нефт. хоз.", 1926, 4; 55) Pollard and Heggen, Drilling Wells in Oklahoma by the Mud-laden Fluid Method, "U. S. Bur. of Min.", Tech. Paper, 1914, 68; 56) Collom R. E., Mud Fluid of Rotary Drilling, "Sum. of Oper. Calif. Oil Fields", 1923, v. 8, 7, June; 57) Скорость и стоимость Б.: №№ 6, 9, 14, 15—19, 26—30, 35, а также: 57) Вагенгейм Н., Скорость вращат. бурения в Америке и Бану, "Аз. нефт. хоз.", 1924, 42; 58) Ерожене, Успехи вращательного бурения в бакинском районе, "Нефт. и сланц. хоз.", 1925, 5; 59) Капелюшников М. А., Практические результаты бурения турбобуром, "Нефт. хоз.", 1926, 4; 60) Сорочин Н. А., Современные достижения американской буровой техники, там же, 1926, 5. III. Алмазное бурение. №№ 2, 3, 5, 7, 15, 31, а также: 61) Нерослов П. В., Алмазн. коронковое бурение на нефть, "Нефт. и сланц. хоз.", 1924, 8; 62) Скановский Н., Алмазное бурение на Садоновских рудниках алмазских предпрятий Госпроцветмета, "Горн. журн.", 1927, 6; 63) Бокан В. И., Практ. курс горн. искусства, т. 2, М., 1922; 64) Клужанский Г. В., Алмазн. бурение, Берлин, 1923; 65) Глушков И. Н., Работы рудн. месторождений в 1924, 1924; 66) Глушков И. Н., Проблемы применения волонита и др. слесулов в горных работах, "Горн. журн.", 1927, 6; 67) Tescklenburg Th., Diamantbohrsystem, В. 3, В., 1889 (устарело); 68) Glockemeier G., Diamantbohrsystem für Schurf- und Aufschussarbeiten über u. unter Tage, В., 1913; 69) Longueur R. D., The Diamond Drilling in Oil Exploration, "Bull. Amer. Assoc. of Petrol. Geol.", v. 6, 1922; 70) Sullivan A. Machinery Co., Diamond Drilling for Oil, Chicago, 1922, Bull. 69—9, June, 1922; 71) Успенский Н. Э., Ручное бурение, там же, 1924, а также: 71) Глушков И. Н., Руков. к бурению скважин, изд. 1, ч. 1, М., 1904; 72) Войсл в С., Исследование грунта и разведки полезных ископаемых посредством ручного бурения; 73) Долин и Иоаниски В. В., Ручное штанговое бурение, М.—Л., 1926; 74) Капелюшников М. А., Бурение на воду и устройство трубоочных колодезов, М., 1926; 75) Tescklenburg Th., Handbuch d. Tiefbohrkunde, В. 1, В., 1899 (устарело); 76) "Organ d. Vereins d. Bohrtchniker", Н. Свинроу.

## БУРЕНИЕ ШПУРОВ И ВЗРЫВНЫЕ РАБОТЫ, см. Взрывные работы.

**БУРЕТ**, сорт сырьевых шелковых остатков, получаемый в шелкочесальной промышленности, используемый на изготовление шелковых нитей низшего качества.

**БУРЕТОВОЕ ПРЯДЕНИЕ**, см. Прядение. **БУРКАРДА КОТЕЛ**, четырехбарabanый вертикальный водотрубный котел. Отличается компактностью, хорошим в отношении теплопередачи расположением отдельных частей и высокой паропроизводительностью: 40—50 и более кг с 1 м<sup>2</sup> поверхности нагрева. Трубы в котле взаимно перекрещиваются. Опыты над Б. к. подтверждают, что крестообразное расположение труб увеличивает паропроизводительность при низкой t° отходящих газов и дает большой кпд. Необходимой принадлежностью Б. к. являются центрально расположенный пароперегреватель и железный экономайзер. Последний помещается у внешних стенок обмуровки, вследствие чего потеря на излучение уменьшается до 3—4%. Котлы эти предназначаются для крупных силовых централей и строятся на давление в 15—16 атм. Несмотря на вышеуказанные качества



соответствует  $2(2l+1)$  состояний. Поэтому каждому  $l$  соответствует  $\sum_{l=0}^{n-1} 2(2l+1)$  состояний. Вы-

числяя эту сумму по правилу арифметич. прогрессии (начальный член 2, разность прогрессий 4, число членов  $n$ ), находим, что она равна  $2n^2$ , чем и объясняются свойства периодической системы (в слое с главным квантовым числом  $n$  не м. б. больше, чем  $2n^2$  электронов, согласно принципу Паули).

Не менее значительных успехов достигла волновая механика и в объяснении химич. свойств А. В отличие от теории Бора она сумела объяснить не только гетерополярные молекулы (состоящие из ионов разного знака), но и гомеополлярные (состоящие из нейтральных А.). Простейшим примером является молекула водорода, теория к-рой была построена Хайтлером и Лондоном. Изучение поведения двух электронов в поле двух водородных ядер указывает на существование таких состояний, в к-рых энергия такой системы двух электронов в поле есть функция расстояния ядер друг от друга, обладающая минимумом. Расстояние, на к-ром энергия минимальна, и есть то расстояние, на к-ром будут находиться друг от друга ядра в равновесии. Аналогичное объяснение получено и для более сложных гомеополлярных молекул. Заметим, что применение волновой механики к проблеме строения электронной оболочки А. встречает только вычислительные, но не принципиальные трудности: в принципиальном отношении все вопросы строения электронной оболочки разрешены, если не считать только некоторых деталей, связанных с релятивистскими поправками (в случае внутренних электронов тяжелых А.) и с взаимодействием между оболочкой и ядром (впрочем и в этом случае теория Дирака, представляющая нечто вроде предварительного варианта будущей теории, объединяющей теорию квантов с теорией относительности, дает достаточно надежные указания на решение многих вопросов). Заметим, что многие чисто вычислительные трудности, встречающиеся в задаче об электронной оболочке А., успешно разрешаются применением приближенных приемов вычисления. В этом направлении особенно важную роль сыграла приближенная статистическая модель А., предложенная Ферми и Томасом, а также метод «самосогласованного поля», предложенный Хартри и усовершенствованный Фоком и Дираком.

Строение атомного ядра. Важнейшим экспериментальным материалом, на котором основаны наши знания о строении атомного ядра, являются те факты, которые были добыты опытами с искусственным расщеплением ядер. Из явлений радиоактивности было известно только, что в состав ядер входят  $\alpha$ -частицы (ядра гелия) и электроны. В 1919 г. Резерфорд показал, что при обстреле быстрыми ( $2 \cdot 10^8$  см/сек)  $\alpha$ -частицами ядра азота могут быть разбиты на составные части, а именно из них выбиваются протоны (водородные ядра). Эта первая изученная Резерфордом ядерная реакция, происходящая по формуле  $N^{14} + He^4 \rightarrow O^{17} + H^1$ , сопровождается поглощением энергии в  $1,8 \cdot 10^{-8}$  эрга на каждое распавшееся ядро азота (несколько больше 1 млн. электрон-вольт). Дальнейшие исследования показали, что  $\alpha$ -частицами м. б. выбиты протоны также из ядер целого ряда других элементов (бор, фтор, натрий, алюминий, фосфор, неон, магний, кремний, сера, хлор, ар-

гон, калий); некоторые из этих реакций сопровождаются поглощением, другие выделением энергии (напр. реакция  $Al^{27} + He^4 \rightarrow Si^{30} + H^1$ , т. е. расщепление алюминия  $\alpha$ -частицей сопровождается выигранием энергии в 3 млн. электрон-вольт). Лишь очень небольшой процент  $\alpha$ -частиц, столкнувшихся с данными А., может вызвать расщепление их ядер. Это иллюстрируется исследованием элементарных процессов ядерного расщепления, к-рое произвел Блэккет (1925 г.) с помощью наполненной азотом камеры Вильсона (прибора для визуального наблюдения и фотографирования путей отдельных очень быстрых заряженных частиц): из 415 000 путей  $\alpha$ -частиц, заснятых Блэккетом, только 8 соответствовали расщеплению ядер азота. Впрочем число и энергия выбиваемых протонов сильно зависят от энергии применяемых  $\alpha$ -частиц: в азоте при увеличении энергии  $\alpha$ -частиц от 6 до 8,8 млн. электрон-вольт энергия выбиваемых протонов растет от 4,8 до 7,2 млн. электрон-вольт, а число их увеличивается во много раз. В алюминии, как показали опыты Поэе (1929 и 1931 гг.), наблюдается явление резонанса: при некоторых значениях энергии  $\alpha$ -частиц число выбиваемых протонов оказывается особенно большим.

В 1932 г. Чадвик открыл новый вид искусственного расщепления: изучая открытие до него Боте и Беккером лучи, испускаемые ядрами бериллия при их облучении  $\alpha$ -лучами полония, Чадвик доказал, что эти лучи состоят из частиц, масса которых близка к массе протона, а заряд равен нулю. Эти частицы были названы нейтронами. Нейтроны испускаются при бомбардировке  $\alpha$ -частицами ядер бериллия, бора, лития, фтора, алюминия, натрия, магния. Масса нейтрона еще в точности неизвестна. Чадвик, исходя из реакции  $B^{11} + He^4 \rightarrow N^{14} + n$  (где  $n$  обозначает нейтрон), определил массу нейтрона в 1,0065 (в единицах, в которых вес  $\alpha$ -частицы принят за 4). Возможность определения массы нейтрона основана на соображениях о «дефекте массы» (см. ниже), т. е. на применении теоремы эквивалентности между массой и энергией (см. *Относительности теория*). Наиболее точное значение массы нейтрона, вычисленное до сих пор, основано на изучении реакции расщепления диплона ( $H^2$ ) на протон и нейтрон  $\gamma$ -лучами (ядерный фотоэффект), открытый Чадвиком и Гольдхабером; масса диплона оказывается меньше суммы масс протона и нейтрона на величину, энергетический эквивалент к-рой — 2 млн. электрон-вольт. Т. к. нейтроны не обладают электрич. зарядом, то они почти не взаимодействуют с электронами атомных оболочек и поэтому, проходя через вещество, не производят в нем непосредственно никакой ионизации. Поэтому они м. б. обнаружены только благодаря тому обстоятельству, что, сталкиваясь с А., они иногда сообщают большие количества движения атомным ядрам и следовательно выбивают их из А. и молекул. Эти выбитые нейтроны ядра уже м. б. обнаружены по своим ионизационным и иным действиям. Иногда такое столкновение нейтронов с атомными ядрами приводит к расщеплению этих ядер. Фезер наблюдал с помощью камеры Вильсона расщепление нейтронами ядер азота. Вероятность распада при столкновении с нейтроном значительно превышает вероятность распада при столкновении с заряженными частицами (например с  $\alpha$ -частицами): не обладая зарядом, нейтрон входит в ядро, не успев растерять свою кинетическую энергию на преодолении отталкивания со стороны ядра.

**Бобовая руда**, или оолитовой бурый железняк, — довольно часто встречается руда, приурочена к меловой, юрской и триасовой системам; нередко встречается и в третичных образованиях. Различают мелкозернистую, содержащую углекислотное железо разновидность Б. ж. зеленовато-серого до желто-бурого цвета с большим содержанием фосфора; эта разновидность носит название минетовой руды. Озерные руды образуются на дне многих озер, особенно в Карельской республике и в Финляндии, и представляют скопления пластинок бурого железняка в смеси с песком и глиной. Все руды этого типа очень легколавки; так же, как дерновые руды, они имеют местное значение. Состав наиболее известных Б. ж. приведен в следующей таблице.

Месторождения и химический состав бурых железняков.

Месторождения	Химический состав								
	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	SiO <sub>2</sub>	MnO	CaO	MgO	P	S	Летучие вещества
Банал . . . . .	82,69	0,51	1,2	1,84	1,11	0,13	0,009	—	5,00
Сугомак . . . . .	70,39	2,64	10,36	3,44	0,91	0,33	0,24	0,021	—
Витская губ. . . . .	65,02	3,28	14,02	3,02	7,92	4,04	—	—	2,50
Кул-бани, Ниж. губ. . . . .	74,22	0,17	9,31	3,32	0,94	0,68	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> 0,46	—	—
Озерная руда . . . . .	52,00—80,00	?	<8,00	до 20,12	—	—	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> до 1,32	0,85	?

Б. ж. представляет собой легко восстанавливаемую руду. К плавке обычно готовится механически и химически. Добытая руда дробится, рудная мелочь обычно брикетуется. Б. ж. часто встречается вместе с глиной и песком; поэтому такого сорта руда подвергается обогащению путем промывки. Магнитное обогащение применяется редко, т. к. требуется интенсивный обжиг Б. ж.; последний обжигается только в том случае, если он содержит много серы, чистая же руда обычно не обжигается.

Месторождения. Крупнейшие месторождения на Урале — Зигаинская, Комаровская и Узинская дачи. Общий запас комаровско-зигаинских руд — ок. 16,5 млн. т с содержанием железа от 52 до 47%; содержание фосфора от 0,03 до 0,06%, серы — от 0,005 до 0,02%. Руда содержит умеренное количество кремнезема и глинозема, очень выгодна для плавки. Бакальское месторождение находится на южном Урале в 22 км от Саткинского завода. Эта руда считается лучшей из всех известных в СССР; содержание железа — 60%. Руда плотно-подрыватого строения, местами переходит в окристую. Содержание фосфора и серы ничтожно; содержание марганца от 1,5 до 2,5%, что является чрезвычайно ценным для плавки чугуна. Запасы исчисляются ок. 33 млн. т. Крупные залежи Б. ж. известны в Алапаевском горном округе и представляют собой массу плотного Б. ж. с бурой стекляной головой. Вероятные запасы руды возле одного Алапаевского завода исчисляются до 70 млн. т. Общий запас всех рудоносных площадей превышает 100 млн. т. На Урале существует еще целый ряд небольших месторождений Б. ж. почти во всех округах.

В центральной части РСФСР Б. ж. встречается в виде гнезд, пропластков, образуя не крупные месторождения, на которых

возникло несколько небольших чугунолитейных заводов. Из таких месторождений можно отметить Мальцевские в Калужской губ., Кулебакские, Вышенские и Тапшинские в Нижегородской губ., Липецкие в Тамбовской губ. и тульский Судаконский рудник.

Крупнейшие месторождения Б. ж. находятся на Керченском полуострове. Здесь руда представлена оолитовым Б. ж. желтого и темного цвета. Желтая разновидность обыкновенно содержит железа около 43%, кремнезема — 14%, фосфора — 1,2%, марганца — 1,25%, серы — 0,05% и мышьяка от 0,08 до 0,1%. Черная разновидность содержит железа ок. 39%, кремнезема ок. 15%, фосфора ок. 4%, марганца до 7%, серы 0,05%, мышьяка от 0,06 до 0,08%. Мелкая руда для плавки требует брикетирования. Запасы керченских

руд достигают свыше 1 млрд. т. На этих рудах был построен большой сталелитейный завод, в настоящее время восстанавливаемый и расширяемый Главметаллом. Большое процентное содержание фосфора в керченских рудах повышает их ценность, благодаря тому что фосфорсодержащие шлаки, получающиеся при выплавке стали (так называемые томасовские шлаки), употребляются для приготовления фосфорных удобрений. В последнее время в керченских рудах найден также ванадий.

Северн. месторождения Б. ж. — в Карельской республике, б. Ленинградской, б. Новгородской, б. Тверской губ. и др. — изобилуют болотными луговыми рудами, причем озерные руды встречаются гл. обр. в Карельской республике. Содержание железа в озерных рудах от 30 до 40%. Руда богата марганцем; содержание кремнезема значительно. Основные месторождения следующие: Кончезерская группа озер, близ бывш. завода Кончезерского; Повенецкая группа, заключающая запасы руды свыше 3 млн. т; Самозеро, близ Петрозаводска, с запасами руды до 7 млн. т.

Лит.: Богданович К. И. Железные руды России, СПб, 1911; его же, Железо, сборник, «Естественные производимые силы России», т. 4, вып. 2, П., 1920.

Н. Федоровский.

**БУРЫЙ УГОЛЬ**, см. *Ископаемые угли*.  
**БУССИНЕКА ТЕОРИЯ ВОДЯНЫХ ТЕЧЕНИЙ**, попытка решить математически вопрос о движении жидкого тела в общем виде. Сложность ур-ий Буссинекса допускает применение их только для отдельных частных случаев, причем всякий раз он делает соответственные частные допущения и упрощения. Буссинексом разобраны случаи: распределения скоростей в трубах и каналах в поперечном сечении при равномерном движении, кривой подпора, волны, неподвижного водослива, прыжка воды, внезапного

расширения в трубах (сжатия при истечении из отверстий) и много других, имеющих меньшее значение для практики.

Лит.: В о u s s i e r J., Essai sur la théorie des eaux courantes, «Mém. prés. par divers savants à l'Académie des Sciences», P., 1876; В о u s s i e r J., Théorie de l'écoulement tourbillonnant et tumultueux des liquides dans les lits rectilignes à grande section, 2 mémoires, Paris, 1897. На русском языке теория Буссена изложена в сочинении: Б о б л е в Д., Очерк теории водных течений, выработанной Буссеном, СПб., 1898. А. Эссен.

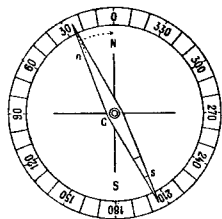
**БУССОЛЬ**, прибор для измерения магнитных азимутов (см.) или для определения направления магнитного меридиана с целью первоначальной ориентировки на местности.

Существенные части **Б.** (фиг. 1 и 2): а) вращающаяся на острие **С** в центре короб-



Фиг. 1.

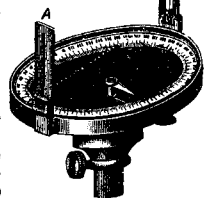
ки **ВВ** магнитная стрелка **NS**, магнитная ось которой под влиянием силы земного магнетизма устанавливается в плоскости магнитного меридиана данного места и служит одной из сторон измеряемого угла; б) устанавливаемый при измерении горизонтально к р у г **К** с делениями, служащий для отсчитывания углов по концам вращающейся в центре его магнитной стрелки, и в) в и з и р н ы й п р и б о р, который проектирует данное на местности направление на горизонтальную плоскость круга (см. *Визирные приборы и Дюпстры*) и определяет таким образом другую сторону измеряемого угла. Круг прибора разделен обыкновенно на градусы—от 0 до 360°.



Фиг. 2.

Градусн. подпись возрастает непрерывно от 0 до 360° или же весь круг делится на две части—от 0 до 180° каждая (тогда к измеренному азимуту необходимо прибавлять название **О** или **W**, смотря по тому, в какой половине горизонта находится наблюдаемый предмет). Отсчет берется по северн. концу *n* стрелки (фиг. 2), и для того чтобы можно было получить азимут, отсчитываемый от сев. конца магнитной стрелки по движению часовой стрелки, градусная подпись лимба возрастает в обратном направлении. Для ускорения установки стрелки последняя снабжена слюдяными пластинками, задерживающими ее колебания, или стрелка плавает в жидкости, наполняющей коробку (в приборах Мейснера). Визирный прибором в грубых буссолях служит сам начальный диаметр круга или параллельный ему край оправы буссольной коробки (см. *Компас горный*). Более точные приборы снабжаются дюпстрами **А**, **В** (фиг. 3) или зрительной трубой с небольшим (не свыше 10) увеличением (**Б.** со зрительной трубой, фиг. 4 и 5), причем коллимационная плоскость прибора д. б. перпендикулярна плоскости круга и проходить через диаметр 0—180°

круга или быть ему параллельна (**Б.** с эксцентричной трубой, фиг. 4). Иногда буссоль надевают помощью особых вилок на ось вращения трубы теодолита или другого угломерного прибора (например тахиметра) и получают инструментом, пригодный для измерения азимутов

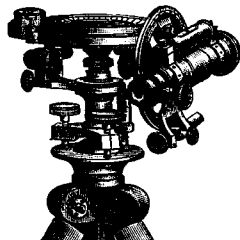


Фиг. 3.

помощью стрелки и углов полигона. Большие **Б.** со зрительными трубами снабжены подставками в виде т р е н о ж н и к о в, при измерении ставятся на штатив, и круг их приводится в горизонтальное положение помощью цилиндрического или круглого уровня (фиг. 4 и 5).

В приборах более легкой конструкции треножник заменяют баковой, или насаживают их на цапфу кола (фиг. 3), или пользуются приборами как ручными инструментами. Для измерения азиму-

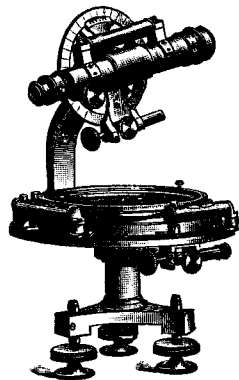
та помощью буссоли прибор устанавливают над точкой и приводят круг прибора в горизонтальное положение, освобождают стрелку, визируют вращением круга на сигнал и после успокоения магнитной стрелки отсчитывают азимут по северному ее концу, для чего можно



Фиг. 4.

пользоваться лупой. В буссоли с зрительной трубой таких отсчетов берут два, при двух положениях трубы, для уничтожения коллимационной ошибки и ошибки от эксцентриситета трубы (см. *Теодолит*).

В **Б.** Шмалькальдера (фиг. 6), часто применяемой для глазомерных съемок, легкий круг из картона или алюминия прикреплен к стрелке и вращается вместе с ней. К главному дюпстру с узким прорезом **А** приделана трехгранная призма **В** с углом в 45°, причем нижняя, обращенная к делениям круга грань этой призмы отшлифована как поверхность выпуклого стекла. При таком устройстве дюпстр наблюдатель, визирующий на сигнал, видит одновременно увеличенные деления круга, приходящиеся против



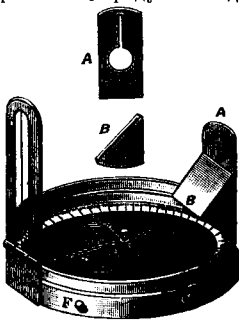
Фиг. 5.

поверхности выпуклого стекла. При таком устройстве дюпстр наблюдатель, визирующий на сигнал, видит одновременно увеличенные деления круга, приходящиеся против

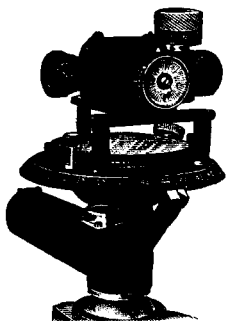
прореза глазного диоптра, и может, освободив стрелку кнопкой *F*, отсчитать магнитный азимут данного направления, если только а) 0° деления круга совмещен с южным концом стрелки и б) градусная надпись делений возрастает по направлению движения часовой стрелки.

Точность отсчитывания азимутов по кругу *B*. зависит от ее размеров и устройства, колеблясь в пределах от 1 до 5° в малых ручных *B.*, от 1/2 до 1/4° в легких *B.*, насаживаемых на кол, до 1/5—1/10° в *B.* средней величины и до 1/10—1/20° в больших *B.* с тренижниками. Следует заметить, что без одновременного наблюдения за изменением склонения стрелки по контрольному деклиному весты отсчитывание точнее, чем 1/5—1/10°, нет смысла, ибо амплитуда суточного колебания склонения магнитной стрелки при нормальном ходе последнего составляет около 1/5—1/10° для умеренных широт земного шара. Последнее обстоятельство ограничивает применение *B.* При точных съемках буссоль в настоящее время не применяется и заменяется теодолитом. Исключением в этом случае являются точные ориентир-буссоли и переносные деклиноматоры (магнитометры) для ориентировки рудничной теодолитной съемки (см. *Съемка ориентирная, Ориентир-буссоль и Магнитометр*). Большим применением пользуются: *B.*, надеваемая на ось тахиметра, при тахиметрических работах, и малые буссоли, насаживаемые на кол, или ручные при маршрутных глазомерных съемках малой точности (см. *Буссольный ход*). О применении буссоли в рудничной съемке см. *Маркшейдерские инструменты*.

Буссоль, прибор для первоначального указания направления орудия на цель, применяемый в артиллерии (фиг. 7), состоит из угломерного прибора и компаса (магнитной стрелки); шаровая пята



Фиг. 6.



Фиг. 7.

у основной оси прибора и шаровой уровень позволяют установить прибор вертикально и производить измерение углов в горизонтальной плоскости. Сверху *B.* имеет оптич. трубку, через к-рую можно рассмотреть цель. При направлении перекрестия трубки на цель северный конец стрелки

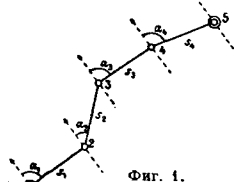
по внутренней шкале прибора показывает азимут цели (на языке команды—просто «буссоль»). Снизу *B.* имеет добавочный визир в виде трубочки с прорезью на одном конце и двумя волосками на другом; этот визир направляется на какой-нибудь ориентировочный пункт местности. При этом шкала угломерных делений на наружном круге *B.* показывает горизонтальный угол между направлениями на цель и на визирный пункт. В случае закрытого расположения стреляющей артиллерии с наблюдательного пункта передают или «буссоль» или «угломер!» с указанием ориентировочного пункта. В первом случае около орудия не ближе 10 шагов должна находиться своя *B.*, на к-рой по магнитной стрелке устанавливается скомандованный угол, а по нижнему визиру берется направление на выбранный ориентир и определяется установка угломера для орудия. В случае команды: «угломер!» нужно орудийный угломер (можно без посредства *B.*) установить на скомандованный угол и навести на ориентир. В обоих случаях орудие получит направление на цель, хотя сама цель не будет видна. Оптическую ось трубки при направлении перекрестия на цель перемещают при помощи барабана, на к-ром имеется еще шкала, позволяющая измерять угол местности цели (относительно горизонта).

*Лит.:* Курсы геодезии: Jordan W., Handbuch der Vermessungskunde, B. 2, p. 177—180, Stuttgart, 1905, и маркшейдерского искусства: Ulich P., Lehrbuch d. Markscheidkunde, Abt. 5, Freiberg, 1901.—На русском яз. курсы топографии, геодезии и маркшейдерского искусства: Витковский В. В., Топография, т. 13, Москва, 1928; Браутун О., Практич. руководство маркшейдерского искусства, пер. с нем., Александровск-Грушевский, 1903; Базулин В. И., Курс маркшейдерского искусства, ч. 1, § 32, СПб, 1905; Орлов П. М., Курс геодезии, М., 1924; Соловьев С. М., Основной курс высшей геодезии, ч. 1, Москва, 1923.

**БУССОЛЬНЫЙ ХОД, полигонный ход** (см. *Съемка полигонная*), азимуты сторон которого измеряются при помощи буссоли.

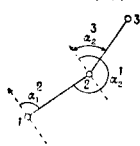
Если например имеем (фиг. 1) от точки 1 полигонный ход к точке 5, то положение точек 1—5 легко определяется измерением азимутов  $a_1, a_2, a_3, a_4$  и длин сторон  $s_1, s_2, s_3, s_4$  полигона (предполагая направления магнитного меридиана в этих точках параллельными между собой).

1. Измерение азимута производят одним из след. способов: 1) измеряют азимут в каждой точке для одного направления (вперед по ходу, фиг. 1), или 2) в одной точке, напр. точке 2, измеряют азимуты прямой для линии 2—3 и обратный для линии 2—1 (фиг. 2), что дает возможность устанавливать инструмент через точку (способ съемки через точку, Springmethode немецких руководств), или наконец 3) в обоих концах каждой линии, напр. для линии 1—2 (фиг. 2) измеряют азимуты  $a_1^1$  и  $a_2^1$ , причем среднее значение  $[a_1^1 + (a_2^1 \pm 180^\circ)] : 2$  является более



Фиг. 1.

точной величиной азимута и служит проверкой правильности измерения и отсутствия масс, действующих на стрелку. Если



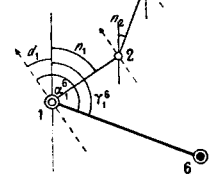
Фиг. 2.

разница в измерениях покажет наличие отклоняющих масс, то мы можем, измерив в точке 2 неверные азимуты линий 2—3 и 2—1 вследствие действия отклоняющих масс (фиг. 2), найти по формуле

$$\beta_2 = \alpha_3^2 - \alpha_1^2 + 180^\circ$$

угол наклона при точке 2 и вести дальнейшее вычисление и накладку съемки как при теодолитной съемке (см. Съемка полигонная).

11. Результаты полигонной буссольной съемки м. б. выражены 1) графически либо 2) путем вычисления координат угловых точек съемки. В первом случае результаты съемки наносят на план, откладывая азимуты помощью транспортира и длины линий циркулем в выбранном для плана масштабе. Во втором случае вычисляют плоские прямоугольные координаты угловых точек съемки, принимая за ось абсцисс а) непосредственно направление магнитн. меридиана в день производства съемки, либо б) направление астрономического меридиана, либо в) ось абсцисс местной системы координат государственной съемки. В случае (а) измерения магнитные азимуты линий и служат для вычисления координат. В случае (б) к измеренным азимутам следует прибавить магнитное склонение стрелки, которое определяют непосредственно или берут из карт или таблиц [1] (см. *Земной магнетизм*). В случае (в) угол отклонения магнитного меридиана от принятого направления оси абсцисс определяется из сравнения магнитного и геодезич. азимута одной или нескольких линий. Так, напр. в полигонном ходе 1—5 (фиг. 3)



Фиг. 3.

измеряют в обеих конечных точках хода 1 и 5 магнитные азимуты  $\alpha_1^m$  и  $\alpha_5^m$  линий 1—6 и 5—7, геодезич. азимуты  $\alpha_1^g$  и  $\alpha_5^g$  к-рых  $\gamma_1^5$ ,  $\gamma_5^7$

известны. Средняя величина угла отклонения  $d_m$  определится из ур-ня:

$$d_m = (d_1 + d_5) : 2,$$

где  $d_1 = \gamma_1^5 - \alpha_1^m$  и  $d_5 = \gamma_5^7 - \alpha_5^m$ . Зная величину поправки  $d_m$ , легко по измеренным во время съемки магнитным азимутам  $\alpha_1$ ,  $\alpha_2$ ,  $\alpha_3$  и  $\alpha_4$  найти соответствующие геодезические азимуты:

$$\begin{aligned} n_1 &= \alpha_1 + d_m; & n_2 &= \alpha_2 + d_m; \\ n_3 &= \alpha_3 + d_m; & n_4 &= \alpha_4 + d_m. \end{aligned}$$

Зная т. о. азимуты линий в выбранной системе координат и имея из данных съемки длины  $S$  пяти горизонтальных проекций линий, вычисляют по формулам:

$$\Delta y = s \sin n, \quad \Delta x = s \cos n$$

приращение координат каждой последующей точки  $b$  относительно предыдущей  $a$  и координаты:

$$x_b = x_a + \Delta x \quad \text{и} \quad y_b = y_a + \Delta y$$

последующей точки. (Более подробно см. Съемка полигонная.) Получающаяся вследствие погрешностей измерения невязка в координатах конечных пунктов распределяется пропорционально длинам линий (стангов)  $s$  (см. [2]). Вычисления значительно облегчаются при употреблении таблицы координат Гаусса или Орлова.

111. Б. х. применяются в очень разнообразных случаях и рекомендуются для полигонометрического определения точек при съемке отдельных мелких участков в качестве полигона II порядка, опирающегося на пункты теодолитной сети, в СССР—для съемки внутренних контуров (при межевой съемке) и при лесных съемках, если только значительное развитие съемок не потребует применения теодолита. Для вычисления этих съемок применяется способ, описанный в отд. II (в) (ср. [2], [3]), для измерения азимутов—большая буссоль или компас-теодолит; в остальной съемка сходна с теодолитной полигонной съемкой. Измерение азимута при помощи буссоли дает сравнительно малую точность; но т. к. измерение азимута каждой линии производится независимо от предыдущих, то ошибка от измерения углов накапливается при буссольной съемке значительно медленнее, чем в теодолитной съемке. Обозначив через  $L$  длину хода,  $n$ —число линий,  $s$ —среднюю длину линий (стало быть  $L = ns$ ) и через  $\varphi$ —ошибку одного измерения азимута, найдем ошибку в положении конечной точки каждой линии равной  $\varphi s$ , и следовательно по закону накопления погрешностей средняя поперечная ошибка для всего хода, т. е. для  $n$  линий, будет

$$s\varphi\sqrt{n} = s\varphi\sqrt{\frac{L}{s}} = \varphi\sqrt{Ls},$$

т. е. величина этой ошибки пропорциональна корню квадратному из средней длины линий. Этому теоретич. требованию, пользоваться при съемке короткими линиями, вполне отвечает быстрота производства съемки Б. х. благодаря легкости установки малых буссолей на кольях. Б. х. с короткими линиями особенно часто применяются поэтому в тех случаях, когда условия местности заставляют вести съемку извилистым ходом, причем требуется быстрое производство съемки и достаточно большая точность измерения азимутов. В таких случаях нет необходимости прибегать к более точному, зато и менее удобному (особенно при большом числе линий) способу измерения углов полигона теодолитом.

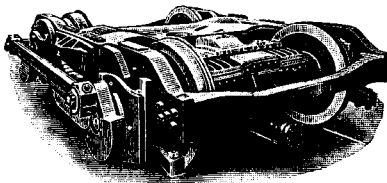
Все сказанное делает весьма удобным применение Б. х. как для съемки мелких участков в качестве полигонов II порядка (см. выше), так и в следующих съемках:

1) При топограф. или тахиметрич. съемках помощью тахиметр-теодолита, причем длина линий определяется обычно дальномером (см. *Тахиметрия*). 2) При тахиметрических съемках помощью буссоли, укрепленной на мерных кольях 20-м стальной ленты (рулетки); буссоль насаживается на колья ленты и дает непосредственно азимуты положений ленты. Если при измерении длины измерялись помощью *эклиметра* (см.) углы наклона, то мы имеем данные для определения высот угловых точек полигона, что делает такие ходы весьма ценным материалом для тахиметрич. съемок в местностях, неудобных для обычного способа производства этих съемок (см. *Тахиметрия*). 3) При маршрутных (глазомерных) съемках большим распространением пользуется карманная буссоль, причем длины линий обыкновенно измеряются шагами или скоростью езды на лошади или на лодке (лодочная съемка). Боксовые предметы берутся *засечками* (см.). Ходы при этом достигают весьма значительной длины и опираются чаще всего на астрономические пункты, между которыми и укладываются. 4) Буссольная съемка в рудниках находит себе до сих пор значительное распространение в зависимости от своеобразных условий рудничной съемки и производится помощью горного (рудничного) или всякого компаса (см. *Маркшейдерские инструменты*).

Лит.: 1) *Verghaus*, *Physikalischer Atlas*, Gotha, 1887; новая карта имеется у *Neumayer*, *Linien gleicher magnetischer Deklination für 1900* (карта гравирована на меди в красках), Berlin, 1909; новую сводку данных о магнитном склонении дает *Messerschmitt J. B.* в «*Ztschr. f. Vermessungswesen*», Stuttgart, 1903, В. 32, p. 339 и 681; учебники по геодезии и маркшейдерскому искусству (см. лит. к ст. *Буссоль*); о применении буссоли на съемках см. 2) *Gauss F. G.*, *Die trigonometrischen und polygonometrischen Beschaffen*, Halle, 1922, а также *Anweisung* 9 f. d. *trigonometrischen und polygonometrischen Arbeiten*, usw., p. 315, Berlin, 1894; русскую литературу см. ст. *Буссоль*.

**БУСТЕР**, вспомогательная паровая машина на паровозе, действующая лишь при трогании с места и на предельном подъеме. Она вращает задний бегунок паровоза или иногда одну или две оси тендера. На фиг. 1

от паровоза максимальное тяговое усилие. Он питается паром от котла паровоза, когда в котле имеется запас паровой мощности; т. е. работа Б. возможна при малых скоростях. Представим себе участок протяжением 150 кмс подъемами в 8‰, для к-рых вес поезда определяется в 2 000 т, и с одним или несколькими подъемами в 10‰, протяжением 5 км, на к-рых паровоз может вытнуть лишь 1 650 т, т. е. только 83% нормального состава. Из-за этих подъемов, сравнительно короткого протяжения, приходится

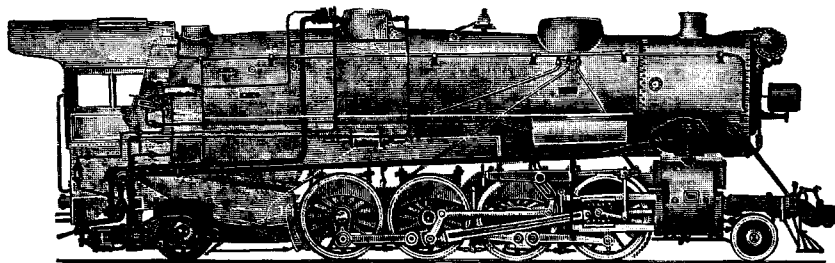


Фиг. 2.

назначать уменьшенные составы, не используя на остальных перегонах участка всей силы тяги паровоза. Пуская на этих подъемах в ход бустер, мы добавляем недостающую силу тяги и следовательно даем возможность увеличить состав и лучше использовать паровоз. В курьерских паровозах с малым сцепным весом применение бустера полезно тем, что ускоряет разгон поезда при взятии с места. Фиг. 2 показывает другой тип устройства Б.—на тендере. См. *Паровоз*.

П. Красовский.

**БУТ**, бутовой, или рваный, камень, имеющий совершенно произвольные, случайные формы. Бут получается при разработке залежей (карьеров) сплошных пород или расколке отдельных полевых, а также добываемых из воды камней (валунов). Для получения Б. годны почти все каменные породы, но чаще всего применяют известняки (углекислая известь с примесью глины, песка и кремнистых частей) и песчаники (зерна кварца, цементированные



Фиг. 1.

показан Б., распространенной в Америке. Он состоит из 2-цилиндровой паровой машины, вращающей задний бегунок при помощи зубчатой передачи, которую машинист может включить или выключить. Б. увеличивает сцепную и цилиндрическую силу тяги паровоза в то время, когда нужно получить

между собой глиной, углекислой известью, кремнеземом и другими веществами). Наиболее мощные залежи таких известняков в СССР находятся у Тосно под Ленинградом, в районе реки Волхова, в окрестностях Москвы (Коломна, Подольск, Мячково и др.), в Жигулях на Волге, около Самары,

в Севастополе, Инкермане и пр. Песчаники также распространены по СССР; их добычу при владении р. Шошкин в Онежское озеро, в Татарове и Бронницах под Москвой и многих др. местах. Разработка карьеров Б. производится посредством ударных инструментов (кирки, лома) или при помощи взрывчатых веществ (пороха, динамита и пр.). До употребления в постройку Б. должен быть испытан в отношении удовлетворительности своих качеств: крепости, прочности, твердости и огнестойкости. Крепостью называют сопротивление механическим усилиям. Лучшее всего бут, как и всякий камень вообще, сопротивляется сжатию, хуже—изгибу и очень плохо—растяжению. В силу этого стремятся применять Б. лишь в таких частях конструкций, где проявляется одно лишь сжатие, и о крепости Б. судят по тому сопротивлению, к-рое он оказывает производимому на него давлению (сжатию). Нормальным допускаемым напряжением бута на сжатие считается 5—20 кг на 1 см<sup>2</sup> в зависимости от вида каменной породы. Прочность, или долговечность, Б. зависит от химич. состава и физич. свойств рассматриваемой породы. В общем можно сказать: чем однороднее, плотнее и мелкозернистее порода и чем меньше она в себе заключает химич. соединений, изменяющихся на воздухе, тем лучше Б. противостоит атмосферным факторам, к числу которых относятся влага и морозы, разные перемены темп-ры, ветры и газы. Разрушение Б., вызываемое влиянием вышеуказанных факторов, называется выветриванием. Это выветривание является одной из главных причин разрушения каменных сооружений—не только памятников древнего зодчества, но и новейших, весьма ценных произведений искусства и техники,—а потому выбор соответствующего качества Б., не подверженного явлению выветривания, представляет всегда особую важную заботу каждого строителя. Для выявления действительных качеств Б. в этом отношении очень полезно подвергать образцы выбранного Б. испытанию на искусственное замораживание, которое производится подряд не менее 25 раз, и, если после этого на испытуемом камне не появляется видимых внешних признаков разрушения, он признается благополучным в отношении выветривания. Твердость, или сопротивляемость истиранию, имеет для Б. практич. значение лишь в том случае, когда Б. идет на мощение улиц и другие подобные устройства, подвергающиеся истирающим усилиям. Огнестойкость есть свойство бута не разрушаться от продолжительного действия огня. Это разрушение может проявляться или в виде растрескивания камня или его плавления. К огнестойким породам относятся песчаники; известняки и граниты этим свойством не обладают. См. также *Бутовая кладка*.

Лит.: Эвальд В., Строительные материалы, их пригот. и свойства и испытания, Ленинград, 1926; Федорович О., Каменные работы, Москва, 1923.

В. Дюковская.

**БУТАН**, предельный углеводород жирного ряда. Существуют два изомера общей ф-лы  $C_4H_{10}$ . Нормальный Б.,  $CH_3 \cdot CH_2 \cdot CH_2 \cdot CH_3$ , получается действием сухого металлич. цин-

ка на иодистый этил,  $C_2H_5I$ ; газ, легко сгущающийся в жидкость, кипящую при  $+1^\circ$ ; найден в американской нефти. Изобутан,  $(CH_3)_2CH \cdot CH_3$ , получается действием цинка на иодистый третичный бутил,  $(CH_3)_3CJ$ , в присутствии воды; газ, трудно сгущающийся в жидкость, кипящую при  $-17^\circ$ .

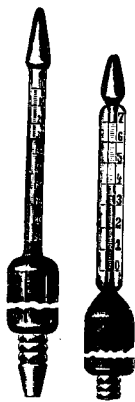
**БУТИЛЕН**, непредельные углеводороды этиленового ряда с общей формулой  $C_4H_6$ . Известны 3 изомера: этилэтилен,  $CH_2 \cdot CH_2 \cdot CH \cdot CH_2$  ( $t^\circ_{кип.} -5^\circ$ ), симметрич. диметилаэтилен,  $CH_3 \cdot CH \cdot CH \cdot CH_3$  ( $t^\circ_{кип.} +1^\circ$ ), и несимметрический диметилаэтилен, или исевдобутилен,  $(CH_3)_2C \cdot CH_2$  ( $t^\circ_{кип.} -6^\circ$ ). Все бутилены газобразны, по физическим свойствам сходны с амиленами (см.).

**БУТИЛОВЫЙ АЛКОГОЛЬ**. Из 4 известн. изомеров Б. а. общей ф-лы  $C_4H_9 \cdot OH$  техническое значение имеют главн. образом два: 1) Изобутиловый а. алкоголь, строения  $(CH_3)_2 \cdot CH \cdot CH_2OH$ , выделяемый в качестве побочного продукта при выкокурении из свишного масла путем дробной перегонки; его можно получить также из мелассы путем сбраживания последней (при действии *Vacillus butylicus*). Изобутиловый а. алкоголь—прозрачная жидкость характерного свишного запаха,  $t^\circ_{кип.} 107,2^\circ$ , уд. в. при  $20^\circ$  равен 0,797; растворяется в 10 ч. воды при  $18^\circ$ ; по химическим свойствам близок к амилловому спирту брожения (см. *Амилловый спирт*); применяется в лаковой промышленности как растворитель; технич. продукт содержит примеси; для очищения его кипятят продолжительное время с негашеной известью и отгоняют чистый спирт, применяющийся для лабораторных целей. 2) Нормальный Б. а.,  $CH_3 \cdot (CH_2)_2 \cdot CH_2OH$ , в последнее время добывается в больших количествах брожением крахмала (маисового, рисового); его получают также синтетическим путем из кролонового альдегида восстановлением последнего.

**БУТИРИНЫ**, глицериновые эфиры (глицериды) масляной кислоты; соответственно числу остатков масляной кислоты, введенных в глицерин, различают моно-, ди- и трибутирины. Из них наиболее известен последний:  $CH_2(OOC \cdot C_3H_7) \cdot CH(OOC \cdot C_3H_7) \cdot CH_2(OOC \cdot C_3H_7)$ , находящийся в коровьем масле.

**БУТИРОМЕТР**, прибор для определения содержания жира в молоке. К числу бутирометров также относятся галактометры, кремометры, лактинометры, лактоденсиметры, галактогитметры, лактоскопы, пикнометры и пр. При современном состоянии молочного хозяйства, когда от учета качества и количества получаемого молока зависит назначение кормовых рационов для молочного скота, приборы для определения качества молока необходимы для всех контрольных работ. Одним из лучших приборов для этой цели является Б. д-ра Гербера (*Acidbutyrometer v. Dr. Gerber*) (см. фиг.). Этот Б. представляет собой стеклянную трубку, запаянную с одного конца, а с другого имеющую расширение, служащее собственно резервуаром для испытуемого молока и реактивов и закрывающееся плотно резиновой пробкой. Для определения содержания жира

в молоке в Б. вливают 10 см<sup>3</sup> серной кислоты, уд. в. 1,82—1,825, затем осторожно добавляют 11 см<sup>3</sup> исследуемого молока и 1 см<sup>3</sup> амидового спирта уд. веса 0,815 при 15° (или 95—96° по Траллесу). По наполнении Б. плотно закрывают резиновой пробкой и содержимое хорошо взбалтывают. Все составные части смеси соединяются между собою, кроме жира, который всплывает на поверхность и резко отделяется от остальной массы жидкости. После взбалтывания Б. помещается в специальную центрифугу (800—1200 об/м.) и центрифугируется в течение 3 м.; затем Б. нагревают в течение 5 мин. на водяной бане при 4° 60—70° и после этого учитывают полученный результат. Каждое деление на шкале Б. соответствует 0,1% жира в молоке (по весу). При контрольных



работах в молочных лабораториях для более точного учета употребляют более сложный Б.—ареометрический аппарат Сокслета (Soxhlet). Принцип его устройства основан на том, что молоко, будучи смешано с едким кали и эфиром, растворяет свой жир в эфире и прозрачный жировой раствор всплывает на поверхность смеси. По уд. весу этого жирового раствора, определяемому особым ареометром, исследователь устанавливает %-ное содержание жира в молоке с точностью до 0,02%. Б.-лактоскопы, служащие для определения содержания жира в молоке оптическим способом, в виду их неточности в практике почти не употребляются.

Лит.: Henkel Th., Katechismus der Milchwirtschaft, 2. Aufl., Stuttgart, 1909. Н. Ракицкий.

**БУТОВАЯ КЛАДКА**, кладка для фундаментов строений, для внутренних частей толстых каменных стен, например в опорах мостов; в последних случаях снаружи Б. к. облицовывается тесаным камнем. При большой высоте каменной кладки из бутовой камня выводят для прочности стен, через известные промежутки по высоте, так наз. прокладные ряды из тесаных камней, с правильной перевязкой швов, или же ведут Б. к. на гидравлическом растворе, дающем ей монолитную прочность. На Б. к. идут окольные булыжник и отборный рваный камень, обыкновенно неправильной формы, а также и плитняк, причем отборный рваный камень, с расщепкою швов, применяется для цоколей и стен, выводится под лопатку по отвесу и ватерпасу. Б. к. из плитняка, с плотной защепкою, применяется для фундаментов всякого рода зданий и стен, а кладка из отборной плиты—для значительных сооружений. При Б. к. выбираются постельные камни для версты, причем сначала производится верстовка насухо с грубой приколкой камней. Для прочности булыжника кладки следует каждый камень сначала примерять к месту; остро выступающие части камней, мешающие плотности и устойчиво-

сти кладки, скалывают, а под пригнанный к месту камень подкладывают раствор, лучше гидравлический, чем воздушный. Слой раствора набрасывается за версту, на этот слой укладывается забутка; необходимо и в забутке прикалывать острые края камней. В швы кладки набрасывают раствор, а самые швы забивают щепом или мелким камнем. По окончании кладки ряда, поверхность каждого слоя кладки подмазывают раствором. Работа эта производится одинаково при цементном, смешанном или известковом густом растворе. При кладке на жидком цементном, смешанном, известковом или глиняном растворе кладка выполняется сначала слоями насухо и каждый слой до пола. насыщения заливается жидким раствором. Поверхности каждого ряда кладки выравнивают как кладкой, так и раствором под уровень. Какого бы размера ни были камни, всегда надо располагать их швы в перевязку. При Б. к. из плиты плиту следует сначала, насколько возможно, сортировать, чтобы крупные камни относились на углы и версты (наружные грани) и чтобы ряды выходили, хотя и разной высоты, но горизонтальные, а бученку делают в сок, т. е. только наружные камни подливают, а забутку сажают на слой раствора и после расщепки заливают сверху жидким раствором. При тщательном бучении, более дорогое, которое применяется главным образом на постройке мостов и гидротехнических сооружений, работы производят под лопатку, т. е. каждый камень подливают на густом растворе. После кладки каждого ряда, на поверхности ее в нескольких местах делают в шве углубление ножом или палочкой и льют туда воду; если она уходит—кладка велась небрежно. Для забутки за облицовку толщина бутовой плиты д. б. кратная от толщины облицовки, в противном случае надо скреплять анкерами или же класть облицовку впоследствии, когда забутка оседет. Вес 1 м<sup>3</sup> материала в штабеле: щебня булыжного—1,7 т, щебня плитного—1,6 т, щебня кирпичного 1,17 т, булыжного камня крупного с 16% пустот—2,27 т, плиты бутовой с 0,3 пустот—1,69 т, бутовой кладки—от 2,06 до 2,27 т. По новому У. П. на 1 м<sup>3</sup> кладки из камня неправильной формы на густом растворе нужно: бутовой камня—1,15 м<sup>3</sup>, а плитняка—1,10 м<sup>3</sup>; раствора цементного, сложного, известкового или глиняного на 1 м<sup>3</sup> различной Б. к. требуется: густого—0,36 м<sup>3</sup>, жидкого—0,50 м<sup>3</sup>; кирпичного или каменного щебня—0,01 м<sup>3</sup>. На 10 м<sup>3</sup> бутовой кладки из крупного булыжника, с расщепкою, требуется: каменщиков—5, рабочих—4, а для бучения из отборной плиты на 10 м<sup>3</sup>: каменщиков—10, рабочих—6, плитотесов—10.

Лит.: Курдюмов В., Материалы для курса стройт. работ, в. 4, СПб., 1899; Новый энциклопедический словарь Брокгауза и Ефрона; де-Рошефор Н., Уроки по кладке, М., 1928. И. Запорожко.

**БУТЫЛОЧНОЕ ПРОИЗВОДСТВО** составляет один из видов *стеклодельного производства* (см.), причем в Б. п., в особенности же для изготовления так наз. зеленой посуды, применяются наиболее дешевые материалы. Кремневая кислота вводится в виде песка, который может содержать в значительном



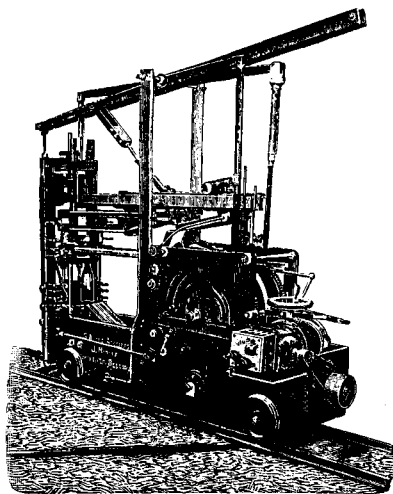
количестве глинозем и железо; в качестве щелочей в прежние время употребляли золу некоторых растений и даже подзол (остаток от выщелачивания золы на поташ), а в настоящее время применяют соду и сульфат; известь вводится в виде известкового камня, мела, гашеной извести. Для некоторых дешевых, но твердых сортов зеленого стекла, например для бутылок под минеральные воды, часто применяют горные породы с добавлением лишь необходимых окислов

Табл. 1.—Состав шихты для бутылочных стекол машинной выработки.

№	Материалы	Вес. частей	Примечания
1	Песок . . . . .	100	Для машин Оуенса
	Сода . . . . .	36 или 38	
	Обожж. изв. или известк. камень . . . . .	10,5	
2	Песок . . . . .	20,0	Для машин Оуенса
	Сульфат . . . . .	100	
	Сода . . . . .	0,27	
	Известк. кам. . . . .	30	
	Бой стекла . . . . .	22	
3	Арсеник . . . . .	40	Очень мягкое стекло
	Песок . . . . .	0,38	
	Сода . . . . .	100	
4	Известк. кам. или известь . . . . .	41,2	Средн. стекло
	Песок . . . . .	16,6	
	Сода . . . . .	9,3	
	Известк. кам. или известь . . . . .	100	
	Песок . . . . .	38,3	
5	Известк. кам. или известь . . . . .	19,4	Тверд. стекло
	Песок . . . . .	10,8	
	Сода . . . . .	100	
	Известк. кам. или известь . . . . .	35,3	
		22,2	
		12,4	

(в СССР—боржомная бутылка). Для окрашивания стекла в шихту добавляется в зависимости от требуемого оттенка болотная руда, колчеданные старки, перекись марганца, кокс и т. п. Состав шихты для некото-

рые материалы, а также добавляют соответствующие обесцвечивающие вещества. Со-

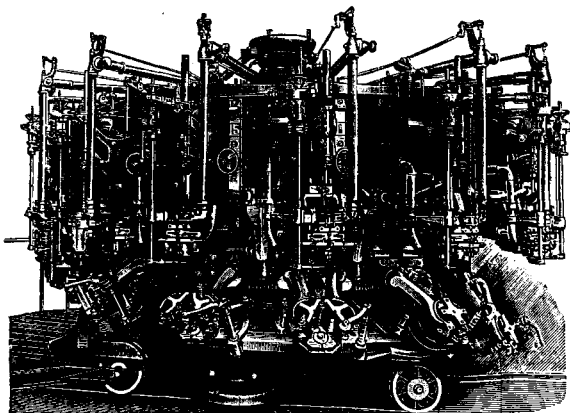


Фиг. 2. Вакуумная машина Руарана.

став некоторых зеленых бутылочных стекол виден из табл. 2.

Б. п. может вестись ручным или машинным способом. До 1926 года в СССР бутылки производились только ручным способом. Необходимо принадлежностью ручного способа является деревянная или чугунная форма, в которой мастер заканчивает выдувание бутылки. Затем ножницами и разными другими приспособлениями придают необходимую форму горлышку и относят бутылку в ожигательную печь. Переходную ступень от ручного способа к машинному составляют так называемые полуавтоматы, в которых насаживание массы и выдувание производятся механически, помощью разреженного и сжатого воздуха, все же остальные операции совершаются вручную. Таковы машины Шиллера, Вольфа, Северина, Бушера, Борикесселя.

С 1907 года ручной и полуавтоматический способы бутылочного производства постепенно вытесняются автоматическими машинами, в которых механизированы все операции. Эти машины можно подразделить на следующие группы: а) вакуумные машины, в которых наборка стекла совершается посредством разреженного воздуха, и б) фидерные машины, в которых стекло для каждой отдельной штуки изделий подается в виде капли.



Фиг. 1. Вакуумная машина Оуенса.

рых бутылочных стекол машинной выработки приведен в табл. 1.

Для получения полубелых и белых сортов бутылок подбирают более чистые сы-

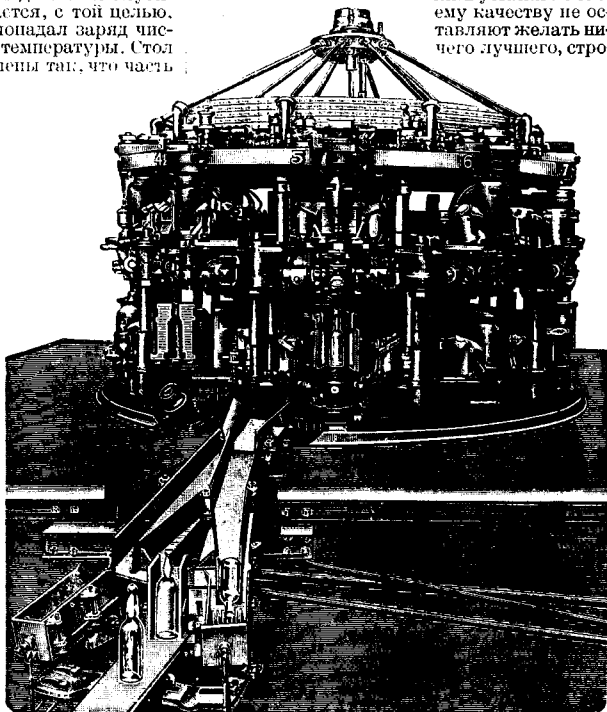
Табл. 2.—Химический состав зеленых бутылочных стекол.

№	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	MgO	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	MnO	K <sub>2</sub> O	Na <sub>2</sub> O
1	61,75	7,10	19,60	4,55	2,43	0,11	—	4,10
2	61,90	9,72	21,34	—	3,98	—	2,01	4,17
3	63,34	5,00	17,24	1,33	2,45	0,32	0,04	6,82
4	65,00	6,00	16,24	2,34	1,10	—	1,55	5,97
5	60,20	14,92	12,20	—	2,09	1,27	—	9,13
6	71,78	1,01	5,67	3,22	1,07	—	—	15,76
7	71,90	1,24	10,36	0,10	1,76	—	—	14,50

а) Из вакуумных машин наибольшее распространение получили машины Оуенса и Руарана. Характерной особенностью машины Оуенса (фиг. 1) является вращающийся вокруг вертикальной оси стол, по окружности которого расположен ряд форм (6, 10 или 15). Ванна с расплавленным стеклом, представляющая собою шамотную чану диаметром от 4 до 5 м и глубиной 200 мм, также вращается, с той целью, чтобы в каждую форму попадал заряд чистого стекла определенной температуры. Стол машины и ванна установлены так, что часть окружности стола заходит в ванну. Когда форма становится над расплавленным стеклом, она плавно опускается нижним концом в стекло; в этот момент автоматически включается вакуум. Стекло входит в форму, которая тотчас снова поднимается. После этого под форму, наполненную стеклом, подводится раскрытая отделочная форма, в которую и переходит стекло. В отделочной форме выдувается бутылка. Такая машина довольно сложна и требует дорогого оборудования (вращающаяся ванная печь); необходимость поддержания надлежащей температуры ванны увеличивает расход топлива на 25%. Мощность двигателя, необходимая для 10-комплектной машины, — 135 НР. Производительность машины высока: 10-комплектная машина дает в 1 минуту 28 бутылок емкостью 600—700 см<sup>3</sup> или 65—68 бутылок емкостью 100 см<sup>3</sup>. Количество брака зависит от размера вырабатываемой посуды: при средних размерах он составляет 5—10%, а при мелких сортах аптекарской посуды — до 25%. Машины могут вырабатывать бутылки с любым дном и ручкой (флаконы). В Зап. Европе распорядителем патента является «Европейский бутылочный синдикат».

Машина Руарана (фиг. 2) имеет лишь одну форму на неподвижном столе и в суш-

ности воспроизводит все манипуляции ручной работы. Во время работы она устанавливается неподвижно на рельсах против рабочего огня, автоматически открывает заслонку, вдвигает черновую форму в печь, слегка наклоняя и опуская ее в стекло. Стекло засасывается вакуумом, форма выпрямляется и вытягивается из печи. В момент наполнения формы стеклом специальный зажим формирует горло бутылки. Затем наборная форма передает стекло отделочной форме, в которой выдувание и образование бутылки производится сжатым воздухом. Когда бутылка готова, она падает горлом вниз на специальный наклонный лоток, снабженный в нижней горизонтальной части мягким асбестовым упором. Движения машины разграничены долями секунды, и весь процесс разбит на ряд моментов, следующих один за другим без малейшей потери времени. Бутылки по своему качеству не отстают от желатинированных, а следовательно, являются лучшим, стро-

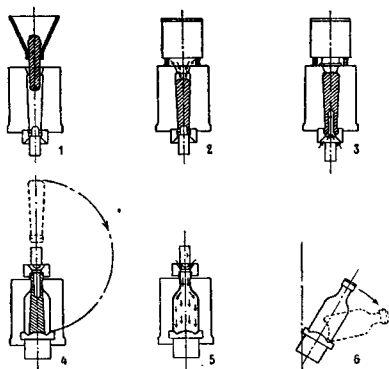


Фиг. 3. Фидернал машина Оуенса-Грехема.

го сохраняют правильные очертания формы, имеют равномерное распределение стекла и совершенно одинаковые как вес, так и объем. Выработка колеблется от 2 до 3 бутылок в 1 м. в зависимости от сорта, размера и веса бутылки. Кроме того фактором производительности является вязкость стекла; при очень высокой  $t^{\circ}$  (жидкое стекло) или при большом содержании щелочей (мягкое стек

ло) стекло медленно остывает в форме, и производительность машины уменьшается. Машина Руарана вырабатывает бутылки высотой от 170 до 400 мм.

б) Фидерные машины имеют различные конструкции, но все они в существенных чертах сходны между собою. Типичным образом может служить фидерная машина Оуенса-Грехема (фиг. 3). Она имеет два формовочных стола, один над другим, к-рые вращаются вокруг вертикальной колонны. На верхнем столе расположены черновые формы, а на нижнем — отделочные; между обоими столами помещены приспособления для формовки горлышек и для передачи «баночки» от одной формы к другой. Над верхним столом расположен механизм с коллекторами сжатого воздуха и соответствующими автоматами, приспособлениями. Весь цикл операций показан на фиг. 4 в



Фиг. 4. Схематическое изображение работы фидерной машины Оуенса-Грехема.

их последовательности: 1) Порция стекла из фидера проходит в черновую форму, замкнутую снизу плунжером и горлышковой формой. Плунжер представляет собой заостренный кусок железа толщиной соответственно отверстию бутылки. 2) Направляющая часть фидера отошла от формы и заменена вдвувателем, который вгоняет сжатый воздух и формирует при помощи плунжера и горлышковой формы конец бутылки. 3) Верхнее отверстие черновой формы закрывается затвором вдвувателя, плунжер удаляется из горлышка, сжатый воздух проникает в отверстие, оставленное плунжером, и распространяет стекло по всей форме. 4) Стекланная баночка переворнута наоборот в отделочной форме; горлышковая форма все еще крепко держит конец баночки. 5) Сжатый воздух проталкивается через форму горлышка до дна и раздувает стекло соответственно стенкам отделочной формы. После этого форма горлышка возвращается к черновой форме, между тем как бутылка остывает, находясь все время внутри еще закрытой отделочной формы. 6) Отделочная форма раскрыта, нижняя пластина плавного наклона, и бутылка выпадает т. о., что особый аппарат может поместить ее стоймя

на конвейер. Важным преимуществом этой системы является то, что бутылка остается в отделочной форме, пока черновая форма получает заряд стекла, благодаря чему достигается большее охлаждение стекла и машина может работать с большей скоростью. Для управления машиной и фидером необходимы два человека, которые следят за приборами, смазкой, регулируют температуру, вес и размер порций стекла, получаемого из фидера.

Машины Линча, а также О'Нейла, отличаются от предыдущей гл. обр. тем, что вместо двухъярусного стола имеют два отдельных стола, но в общем они построены на тех же принципах. Они значительно дешевле, чем машины Оуенса-Грехема, так как на них патента нет. В 1927 г. Френсис Редфери в Англии выпустил новую автоматич. машину для Б. п., позволяющую одновременно вырабатывать от 6 до 10 различных сортов и размеров изделий и имеющую производительность (при 15 рукавах) до 120 шт. в 1 м. Возможность одновременной выработки различных сортов бутылок представляет большое преимущество. Рост производства бутылочного стекла в Союзе ССР характеризуется следующими цифрами: в 1922/23 г. стекольн. заводами изготовлено бутылок (в т) 12 270, в 1923/24 г.—26 366, в 1924/25 г.—67 841, в 1925/26 г.—97 189, в 1926/27 г.—105 020.

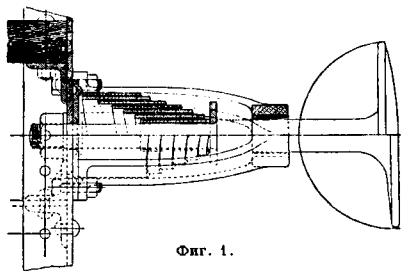
Лит.: Любавин Н., Техническая химия, т. 4, СПб, 1907; «Керамика и стекло», Москва, 1925—27; Drahlle R., Die Glasfabrikation, В. 1, р. 570—671, München, 1926; «Journal of the Society of Glass Technology», L., 1919, р. 183, 1924, р. 293; «Journal of the Soc. of Glass Technology», L., 1917, р. 105; «Journal of the American Ceramic Society», Columb., 1918—27; «Journal of the Society of Glass Technology», London, 1917—27; «Glasmische Berichte», Frankfurt a/M., 1922—27; Дюнн Майкель Оуенс (J. Michael Owens), Ам. П. 548588/94; Жан Вольф (J. Wolf), Г. П. 168996 и 176511, Ан. П. 168468; Гартфорд-Фермон (Hartford-Fairmont), Ам. П. 1331472; Ашли (Ashley), Ан. П. 3673189; Т. Северин (H. Severin), Г. П. 161557, Ан. П. 9489/02; Д. В. Грехем (J. V. Graham), для Owens Bottle Co. Toledo, Ам. П. 1405204; Ан. П. 192347; О'Нейл (O'Neill), Ам. П. 1462652, Ан. П. 144344 и 19; Р. Ла Франс (R. La France), Ам. П. 1185687 и Г. П. 280008 и 284517; М. Д. Оуенс (M. J. Owens), Ам. П. 766768, 1319098, 1322726 и 1348365, Г. П. 363946; Руаран (Roirant), Ф. П. 575544, 589018, 589805.

И. Игитайгородский.

**БУТЫЛОЧНЫЙ КАМЕНЬ**, некрые сорта лавы (обсидиан и пемза), применяемые в стекольном производстве для изготовления бутылок. В СССР такая лава встречается на Кавказе, главн. обр. в Грузии и Армении.

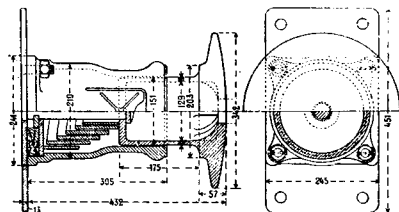
**БУФЕР**, деталь локомотива или вагона, воспринимающая сжимающие силы в поезде и удары при набегании вагонов. В европейском подвижном составе ставят по два Б. с каждого конца рамы, в Америке—один, т. к. центральная сцепная головка служит также и Б. В вагонах наших жел. дорог Б. состоит (фиг. 1) из стержня, один конец которого имеет вид тарелки; стержень опирается на пружину, заключенную в стакане, прикрепленном болтами к буферному брусу. Чтобы избежать повреждений Б. при движении вагонов по закруглениям, левую переднюю тарелку делают плоской, а правую—выпуклой. С этой же целью за границей на дорогах с крутыми кривыми в длинных вагонах оба Б. (правый и левый) соединяются балансиром, так что на кривой движение

одного буфера производит выдвигание другого. Главный недостаток принятой у нас конструкции Б.—слабость стержня, к-рый



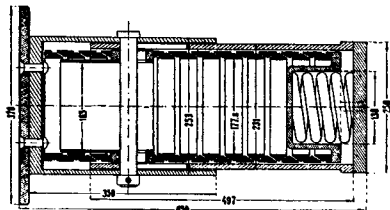
Фиг. 1.

при ударах изгибается; за границей часто применяются Б. со стержнями, имеющими вид стакана (фиг. 2). Сила пружины Б. нашего нормального товарного вагона (5 т) недостаточна для восприятия сил, действующих на Б., поэтому эти силы передаются



Фиг. 2.

неупруго, повреждая часто вагоны. Опыт германских дорог показал, что при следовании товарных поездов на автотормозах сила буферной пружины д. б. не менее 12 т. Поглощенные Б. сжимающие силы по прекращении их действия отдаются пружинами Б. обратно и, суммируясь, достигают иногда таких величин, что вызываемые таким образом. сильные толчки могут разорвать поезд. Для устранения этого предложены Б.



Фиг. 3.

с фрикционными устройствами, поглощающие трением большую часть переданной буфером работы сжимающих сил (75—90%) и следовательно обладающие малой отдачей. В Германии получил распространение буфер, изображенный на фиг. 3, где работа поглощается трением поверхностей входящих друг в друга конических колец. Красовский.

**БУФЕРНЫЕ СМЕСИ**, буферные растворы, регулирующие растворы,—растворы, мало изменяющие концентрацию водородных ионов  $P_n$  или  $[H^+]$ , т.е. активную кислотность, при разбавлении водою и даже при введении слабых электролитов, например белковых студней. Они состоят из смесей растворов слабых кислот и их щелочных солей. Присутствие последних понижает ионизацию кислоты; при разведении такого раствора водою абсолютное число частиц кислоты понижается, но зато ионизация, в силу уменьшения концентрации, повышается. Однако вместе с тем уменьшается также и концентрация щелочной соли и (сообразно с этим) ослабляется ее (понижающее ионизацию) действие на кислоту. Соответственно этому ионизация кислоты возрастает. Сочетание этих влияний приводит к тому, что практическая истинная кислотность (концентрация водородных ионов  $P_n$ ) почти не изменяется при разбавлении растворов.

Буферные растворы совершенно необходимы при изучении студней и коллоидов, т. к. ничтожные изменения  $P_n$  (см. *Водородные ионы*) сильнейшим образом влияют на свойства коллоидов. Установление же истинной кислотности простой нейтрализацией к-той или щелочью совершенно невозможно. Б. с. приходится пользоваться также и при установлении величины  $P_n$  при помощи индикаторов, сравнивая окраску при прибавлении определенного количества данного индикатора к испытуемому раствору с окраской одной из вышеуказанных смесей определенного состава и определенного  $P_n$  при прибавлении того же индикатора. Всегда, когда в технических процессах присутствуют слабая кислота и ее соль, величина  $P_n$  изменяется весьма слабо при прибавлении воды или веществ слабо кислотного либо слабо щелочного характера. Раствор как бы урегулирован по величине  $P_n$  или является буфером для сохранения последней. Этим объясняется сохранение величины  $P_n$  при технич. процессах за счет прибавления нейтральных солей, например при крашении (введение  $Na_2SO_4$ ), дубления (соли дубильных кислот). Присутствие фосфорнокислых солей в крови обуславливает постоянство ее истинной кислотности и тождество условий, в которых протекают основные жизненные процессы.

Последнюю наиболее полную и точную сводку—см. *Спр. ТЭ*, т. I, ст. 445.

Лит.: Clark W. M., *Determination of Hydrogen Ions*, Baltimore, 1920; Корачевский W., *Les ions d'hydrogène*, P., 1926; Michaelis L., *Die Wasserstoffionen-Konzentration*, B., 1923. В. Курбатов.

**БУФЕРНЫЙ БРУС**, концевой поперечный брус рамы локомотива или вагона, к которому прикрепляются буфера. В локомотивах Б. б. делается в виде клепаной или штампованной балки; в вагонах—из прокатной, реже—штампованной стали.

**БУФАЛО**, золка кожи известью при 32—40°, оканчивающаяся в 2—3 дня благодаря усиленно энзиматическим процессам. Иногда под этим термином в Америке разумеют 10-часовую золку в смеси сернистого натра и извести с последующей промывкой в воде температуры 35—43°. См. *Золение*.

**БУХГАЛТЕРИЯ ПРОИЗВОДСТВА, см.***Бухгалтерия промышленного предприятия.*

**БУХГАЛТЕРИЯ ПРОМЫШЛЕННОГО ПРЕДПРИЯТИЯ**, совокупность записей, регистрирующих и учитывающих в ценностном выражении по определенным принципам и методам хозяйственную деятельность пром. предприятия. Хозяйственные операции, т. е. изменения в составе средств и в связанных с распоряжением ими правовых отношениях, записываются в порядке хронологическом, а также систематическом, т. е. операции распределяются по хозяйственным функциям и процессам на обособленные группы, или т. н. счета. Каждому счету присваивается наименование (номенклатура счетов) в соответствии с характером учитываемого процесса или функций.

Наиболее рациональным методом учета является так наз. двойная бухгалтерия, которая облегчает проверку и гарантирует правильность и полноту записей и вместе с тем дает возможность устанавливать ход хозяйствен. процессов, положение предприятия и конечный результат операций на каждый момент. Двойная бухгалтерия рассматривает всякую операцию как двухстороннюю сделку между двумя субъектами-счетами, из к-рых один—дебитор—получает (дебет, приход счета), а другой—кредитор—сужает определенную сумму (кредит, расход счета). Отсюда ясно, что дебитование одного счета всегда сопровождается кредитованием какого-либо другого счета; между счетами устанавливаются определенные сочетания (корреспонденция счетов), и сумма дебетов всех счетов равняется сумме кредитов всех счетов или, как технически выражаются, суммы балансируются.

Корреспонденция счетов пром. предприятия одновременно выявляет производственную деятельность предприятия в системе производственных счетов, коммерческие и финансово-расчетные его операции, организационные и правовые взаимоотношения предприятия со своими составными частями и государственной казной (счета капиталов, взаимных расчетов и друг.) и вообще весь ход оперирования средствами и конечные результаты. В частности счет капитала выражает в капиталистическом предприятии долю владельца в общей массе средств; в наших же государственных предприятиях он указывает на размер средств, выделенных государством данному промышленному предприятию как обособленному юридическому лицу.

Типовая схема корреспонденции счетов промышленного предприятия нагляднее всего представляется на прилагаемой схеме по т. н. шахматной форме (ст. 121—122).

На этой схеме в первых графах, вертикальной и горизонтальной, помещены в одном и том же последовательном порядке наиболее употребительные, типовые счета (в горизонтальной графе для обозначения места поставлены лишь их номера). Обычно в горизонтальной графе помещаются названия кредитовых счетов, а в вертикальной—названия дебетовых, так что по горизонтальным линиям располагаются дебетовые суммы, а по вертикальным столбцам—кредитовые. Крестиками обозначены наиболее часто встречающиеся сочетания счетов (обороты). Так напр., из горизонтальной дебетовой линии видно, что на

счет производства (№ 18) поступают: материалы и топливо (№ 5), полуфабрикаты (№ 6), заработная плата (№ 12), налоги и прочие расходы (№ 14 и 16). С другой стороны, из вертикальной кредитовой колонки того же счета видно, что из производства могут выходить: материалы и топливо (т. е. возвращаются угары, отбросы и т. п.), полуфабрикаты (для переработки в другом производстве) и готовые товары (№ 7). Обороты по №№ 19—24 показывают источник образования отдельных капиталов и способы их расходования. Номенклатура счетов приведена в сжатом виде и главным образом, которые в свою очередь детализируются в текущем учете по более мелким рубрикам. Напр., счет имущества (№ 1) может подразделяться на здания, оборудование, хозяйств. инвентарь и т. п. Разумеется, схема не исчерпывает всех возможных встречаться на практике оборотов.

**1. Организация бухгалтерского учета.** Бухгалтерия является важным элементом организации всякого предприятия. «Ведение книг, как средство контроля и идеального объединения всего процесса, становится тем необходимым, чем более процесс расширяется до общественных размеров и чем больше он утрачивает свой чисто индивидуальный характер» (Маркс). Б. п. н., по нашему законодательству, строится на принципе самостоятельного счетоводства отдельных производственных предприятий (заводов, фабрик и т. д.), входящих в состав треста, но при соблюдении единства баланса всего треста. Отчеты предприятий являются в данном случае также и отчетами по использованию полученных от треста средств на осуществление производства. Расчеты между трестом и его предприятиями группируются в счете взаимных расчетов. При нашей системе управления государственными предприятиями бухгалтерия отдельных хозяйственных органов должна доставлять материал для составления сводных балансов и отчетов по целым отраслям, а затем—по всей государственной промышленности и наконец по всему вообще народному хозяйству [рез. XII съезда ВКП(б) о промышленности]. Для обеспечения в Б. п. н. необходимого единообразия основные директивы даются по всей линии государственной промышленности и кроме того по вопросам бухгалтерского учета установлена система непосредственного подчинения бухгалтера предприятия бухгалтеру треста, а этого последнего—выше стоящим счетным инстанциям.

Для выполнения своей задачи Б. п. н. пользуется общепризнанными средствами счетоводства. Записи ведутся в книгах, на карточках или на отдельных листах на одном из живых языков, причем государственным предприятиям не возвращается и употребление шифра. Все записи должны быть документально обоснованы. Книжки, карточки или листы, содержащие запись всех без исключения операций, называются основными, в отличие от вспомогательных, в которых регистрируются лишь известные категории операций (товарные, кассовые, вексельные и т. п.). Системы книг применяются разные, известные в общем счетоводстве: журнал и главная (т. н. итальянская форма счетоводства), кассовый журнал и мемориал (немецкая форма), особые журналы для отдельных крупных хозяйственных процессов и функций, например покупок, продаж, векселей, кассы и т. п. (французская форма), журнал-главная (американская форма). В последнее время

Типовая схема нормальных оборотов между счетами в промышленном предприятии.

Дебитуемые счета \ Кредитуемые счета	Кредитуемые счета																																
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30			
1. Имущество . . . . .	x	x					x		x										x														
2. Запасное оборудование . . . . .	x	x					x		x								x																
3. Капитальные затраты . . . . .				x	x	x	x		x	x	x						x	x															
4. Заготовки . . . . .				x	x	x	x		x	x																							
5. Материалы, топливо . . . . .		x	x				x		x							x	x	x									x	x					
6. Полуфабрикаты . . . . .		x	x				x		x							x	x										x	x					
7. Товары . . . . .			x				x		x									x									x	x					
8. Ден. сред. (касса, тек. счета) . . . . .								x	x	x	x						x										x	x	x				
9. Ценные и %-ные бумаги . . . . .								x	x																		x	x	x				
10. Дебиторы . . . . .								x	x	x	x					x	x										x	x	x				
11. Взаимные расчеты . . . . .	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x					x	x										x	x					
12. Зарплата . . . . .																																	
13. Текущий ремонт . . . . .		x		x	x	x	x		x	x	x						x	x															
14. Цехов. и фаб.-зав. расходы . . . . .		x		x	x	x	x		x	x	x						x	x															
15. Торговые и администр. расходы . . . . .				x	x	x			x	x	x	x							x									x					
16. Остальные расходы . . . . .				x	x	x	x		x	x	x	x																x					
17. Ликвидация выбыв. имущества . . . . .	x	x						x		x	x					x	x										x						
18. Производство . . . . .				x	x						x	x	x																				
19. Уставный капитал . . . . .																																	
20. Изменение устав. капитала*1 . . . . .																																	
21. Амортизационный капитал . . . . .			x															x															
22. Резервный капитал . . . . .																																	
23. Фонд улучш. быта раб. и служ. . . . .				x														x															
24. Спец. капиталы и фонды*2 . . . . .																																	
25. Резервы . . . . .																																	
26. Кредиторы . . . . .										x	x	x	x					x	x									x	x				
27. Продана . . . . .				x	x	x												x	x														
28. Разные доходы . . . . .											x																						
29. Прибыль-убыток отч. года . . . . .											x	x						x	x	x								x	x				
30. Прибыль-убыток до отч. года . . . . .																																	

\*1 Счет № 20 дебетуется и кредитуется в зависимости от тех ценностей, которые поступают или изымаются из предприятия в целях изменения его уставного капитала. \*2 Дебетуются в зависимости от их назначения.

получают распространение машины (см. *Счет машины*).

**И. Учет производства.** Центральную роль в Б. п. и. играет учет производства, имеющий своей задачей показать все развертывание производственного процесса и отразить все его стадии. Какие именно стадии признаются необходимым учитывать, зависит от особенностей предприятия, но основные указания для этого даются в директивах по калькуляции для каждой из отраслей государственной промышленности. Затраты на производство устанавливаются и учитываются как по месту, так и по виду издержек. По месту издержек затраты подразделяются на цеховые расходы по основным, подготовительным, обслуживающим и т. п. це-

хам и на общезаводские расходы, т. е. расходы, не могущие быть отнесенными непосредственно на то или другое производство или цех. По способу разнесения затраты на производство делятся на прямые и косвенные.

Отдельные элементы производства учитываются следующим образом. Сырье, топливо и материалы, разгруппированные по видам и сортам, приходятся и расходуются по фактич. себестоимости, включая и стоимость их доставки. Обнаруженные в процессе производства обычные излишки и потери относятся на производство, оказавшиеся же впоследствии при инвентаризации — относятся на счет случайных доходов и расходов. Износ орудий производства данного

неха или предприятия в соответственной доле *амортизации* (см.) сносится на стоимость продукции, выпущенной за тот же период. По учету труда Б. п. имеет задачу определить, во-первых, размер причитающейся на основании существующих правил заработной платы, куда входит не только тарифная оплата за проработанное время, но и все другие виды оплаты; во-вторых, так наз. накладные расходы на рабочую силу, к-рые включают оплату отпусков, перерывов для кормящих женщин, проездные, квартирные и т. п., и, в-третьих, т. н. начисления на заработную плату, куда входят всякие обязательные отчисления на социальное страхование, на культурно-просветительные нужды и т. п. Все затраты на производство учитываются по их видам на особых счетах, откуда они впоследствии переносятся в соответственных долях либо на производство данного продукта непосредственно либо на цеховые и общезаводские расходы, связанные с его производством. В конечном итоге на дебет счета производства попадают все затраты на производство по материалам, топливу, заработной плате, цеховым и фабрично-заводским расходам, амортизации и пр., причем не-кие из них сами по себе являются комплексными. Если и последние разложить на составные элементы, то получится стоимость производства по элементам. По всем этим данным учета составляется сводный отчет по производству, который показывает как общую стоимость производства по отдельным составным его частям, так и стоимость производства по элементам затрат. Производство выпускает или готовый для реализации фабрикат (товар) или промежуточный продукт, направляемый для переработки в другой цех данного предприятия или другое предприятие. Какой именно вид продукции получается в процессе производства (готовые изделия, полуфабрикаты или сырье), в нашей практике устанавливается в зависимости от хозяйственной-производственной роли их. По терминологии ВСНХ, готовыми изделиями называются лишь те, которые предназначаются для сбыта; полуфабрикатами — предметы, предназначенные для последующей переработки, хотя бы в данном отдельном предприятии треста они являлись вполне законченными продуктами, и наконец сырьем или материалом (в зависимости от вида и обработки)—все, что поступает извне для последующей переработки.

Стоимость выпускаемых продуктов сносится со счета производства на счета продуктов. Ясно поэтому, что стоимость продуктов плюс остаток незаконченного производства должны равняться общему дебету производства. Счет производства является таким образом собирательным переходным счетом, в котором суммируются все производственные затраты, предварительно систематизированные. По мере завершения производства счет показывает в остатке размер незаконченного производства и этим остатком в конце года закрывается (балансируется). Следовательно он является замкнутым балансом, показывающим в развернутом виде весь производственный процесс

и его элементы. Так как он указывает стоимость всего производства и сумму выпущенной продукции, то он дает материал для *калькуляции* (см.).

В способе учета производства, применяемом у нас в настоящее время, в основу учета положены стадии производственного процесса, а элементы затрат выявляются внесистемно. Возможен однако и другой способ (практикованный одно время и в нашей государственной промышленности), при котором бухгалтерский учет ведется по элементам затрат, а стоимость производства по отдельным стадиям определяется внесистемно. Учет по стадиям производства диктуется интересами возможно лучшего управления производством и наблюдения за его отдельными участками, учет же по элементам затрат более удобен для планирования заготовительной деятельности, для наблюдения за отдельными ценообразующими факторами себестоимости и т. п.

**III. Учет строительных работ.** Учет строительства и капитальных ремонтов принципиально лишь немногим отличается от учета производства. Продукцией в данном случае является новое строение или законченный ремонт. Счетом, суммирующим (синтезирующим) все отдельные стадии строительства и затраты по видам их, является счет *капитальных затрат*, напоминающий по своей природе и строению счет производства. В развитии основного счета по строительству и капитальным затратам ведется детальный учет по новым постройкам, достройкам, перестройкам, установкам и монтажу машин, переоборудованию и т. д., а для отражения способа производства этих работ они отдельно учитываются по группам хозяйственного и подрядного способов.

**IV. Баланс.** На основании учета по видам двойной бухгалтерии составляется баланс, указывающий состояние и принадлежность всех средств предприятия на определенный момент. Средства состоят из разного рода имущества, товарных, материальных и денежных ценностей и прав по отношению к должникам. По принадлежности средства делаются по собственным (капиталы и фонды) и заемным (кредиторы). Средства показываются в активе баланса, а принадлежность в пассиве. Актив и пассив баланса дают одинаковые итоги.

Первоначальный баланс составляется на основании непосредственного подсчета в натуре, описи, оценки и проверки всех средств, прав и обязательств, предоставляемых учреждаемому предприятию (см. *Инвентаризация*). По разнице актива и кредиторских сумм определяется размер уставн. капитала для баланса трестов или счет правления треста по полученным от него средствам по балансу предприятия.

Составленный так. обр. баланс называется инвентарным, а после его надлежащего утверждения служит вступительным (начинательным, входящим) балансом, которым начинается последующий текущий учет. В процессе текущей оперативной работы между статьями баланса происходят различные перемещения. Для более полного освещения характера этих

перемещений вводят ряд дополнит. счетов, называемых калькуляционными, переходящими обороты по всем счетам и показывать их в систематизированном виде и сальдо по ним, то получим книжный (называемый также проверочным или пробным) баланс. Последний важен не только для проверки бухгалтерской правильности записей, но еще в большей степени для ориентации руководителей в общем ходе дела на даты этих балансов. Для такой ориентации книжный баланс подлечит т. н. «очистке». По схеме ВСНХ СССР для промышленных предприятий такой «очистке» подлежат главн. образом счета: А) расходы к распределению с детализацией: 1) заработная плата, 2) накладные расходы на рабочую силу, 3) начисления на заработную плату, 4) акцизы, налоги и сборы, 5) страхование, 6) транспорт, 7) текущий ремонт, 8) амортизация, 9) пеховые расходы, 10) общезаводские расходы, 11) общедиректорские расходы, 12) торговые расходы, 13) проценты за кредит, 14) расходы по содержанию консервированных предприятий, 15) расходы за счет фонда улучшения быта рабочих и служащих («фубр»), 16) расходы разные и 17) расходы будущих лет. Все перечисленные статьи могут дать остатки (сальдо) исключительно дебетовые, и поэтому их остатки всегда будут в активе баланса. Наоборот, статьи: Б) доходы с детализацией: 1) выпуск продукции, 2) продажа изделий, 3) доходы от выполнения заказов, 4) продажа материалов, 5) проценты полученные, 6) доходы разные и случайные, 7) доходы будущих лет—всегда дают остатки (сальдо) кредитовые и показываются в пассиве баланса. Для «очистки» книжного баланса расходы к распределению, показанные выше под №№ 1—10, относятся на производство или содержание аппарата управления треста, № 15—на «фубр», №№ 11—14 и 16—на убытки, а № 17 оставляется на балансе самостоятельной статьей. Остатки по статьям «доходов» относятся к прибыли, кроме доходов будущих лет, оставляемых на балансе. Счет производства покажет т. о. стоимость остатка незавершенного производства на число проверочного баланса, а счет прибыли и убытка покажет ориентировочный результат на это же число. Все эти подсчеты делаются однако без всяких проводок и записей по книгам.

К концу операционного года эти счета по проверочному балансу обязательно закрываются путем разноски остатков примерно по описанной схеме. Остатки баланса проверяются в натуре и с контрагентами и в случае надобности исправляются по фактич. состоянию, причем разноски относятся на убытки и прибыли. Полученный реальный баланс называется заключительным, или генеральным. В заключительном балансе производственного предприятия, входящего в состав треста, результаты показывают в сущности экономии или перерасход против той цены продукции, к-рая была принята в основу расчетов между трестом и его предприятиями в нарядах-заказах. При утверждении баланса произво-

дится распределение прибыли и покрытие убытков треста. Убытки покрываются резервным капиталом, а при недостаточности последнего оставляются на балансе и погашаются прибылями будущих лет. Уменьшение убытков уставного капитала возможно только в особом порядке.

Заключительные балансы составляются ежегодно на дату, предусматриваемую уставами предприятий, по нашему законодательству в полуторамесячный срок со дня окончания отчетного периода для производственных предприятий и в трехмесячный срок для промышленных предприятий (трестов). Отсрочки допустимы только в исключительных случаях, с разрешения соответствующих учреждений, на срок не свыше трех месяцев.

Балансы производственных предприятий представляются в правление треста, а балансы трестов—учреждению, в ведении которого последние состоят, и в соответственные органы Наркомфина. Утверждение баланса должно последовать в трехмесячный срок со дня его представления. После окончательного утверждения заключительного баланса и разноски результатов по счетам, с распределением прибыли и покрытием убытков, баланс отражает фактич. состояние к началу следующего года и является окончательным заключительным балансом для истекшего отчетного года и вступительным на следующий отчетный год. Если же предприятие ликвидируется, то заключительный его баланс является ликвидационным.

Баланс показывает статическое состояние предприятия на определенный момент—дату баланса. Освещение деятельности предприятия содержится в отчете. Годовой отчет состоит из баланса с приложениями. По схеме, установленной ВСНХ СССР для подведомственных предприятий, приложения должны освещать всю деятельность предприятия, т. е. его производственную работу, в частности—рационализацию, воспроизводство основного капитала (как по линии капитальных ремонтов, так и нового строительства), калькуляцию и себестоимость продукции, производительность труда и уровень заработной платы, качество продукции, реализацию продукции, материальное снабжение, финансово-экономич. положение и наконец конечные результаты годовой работы. Обычно приложения к балансу даются на отдельных таблицах по известной форме.

В отличие от балансов капиталистич. предприятий в балансах наших трестов и их предприятий нет стоимости земельных участков, месторождений ископаемых, лесов и вод, т. к. они, по нашему законодательству, изъяты из гражданского оборота и предоставляются лишь в пользование. Однако их площадь обязательна должна показываться в уставах, отчетах и балансах. В балансах особо выделяются так назыв. забалансовые статьи. Сюда относятся ценности, права и обязательства, в отношении к-рых предприятие ограничено правом пользования и распоряжения (например арендованное или залоговое имущество, комиссионные товары, ценности на хранении), а также



уловные права и обязательства (например гарантийные векселя).

После утверждения баланс подлежит обязательной публикации. Частные и концессионные предприятия, обладающие публичной отчетностью, также представляют в органы НКФ по принадлежности свои балансы и после рассмотрения публикуют их. Вместе с балансом публикуется таблица прибылей и убытков.

Анализ баланса состоит: а) из формальной проверки правильности и документальной обоснованности записей, правильности инвентаризации, оценки и т. п. и б) из подробного разбора хозяйственной деятельности и состояния предприятий с оценкой их работы по всем вопросам годового учета. Для этого требуется внимательное изучение соотношения отдельных статей баланса в связи с пояснениями, заключаемыми в приложениях. При этом анализе сопоставляются также балансы за предыдущие периоды для выяснения хода развития дела, а равно сравниваются балансы однородных хозяйств. Уметь читать и анализировать баланс является совершенно необходимым для всякого деятеля, соприкасающегося с промышленностью, а для хозяйственников, техников и экономистов — в первую очередь.

По установившейся за последние годы практике органы ВСНХ после утверждения балансов составляют сводные балансы по подведомственным им трестам, по отраслям и по всему району, а ВСНХ СССР составляет общие сводные балансы по всей подведомственной ему государственной промышленности. Эти сводные балансы содержат богатейший материал для изучения отдельных отраслей и всей нашей промышленности в целом. См. *Трест*.

*Лит.: Маркс К., Капитал, т. 2, гл. 6, М., 1924; Вейцман Р. Я., Фабр.-заводское счетоводство, М., 1926; Рудановский А. П., Руков. начала (принципы) фабр. счетоведения, М., 1925; его же, Руков. начала (принципы) по счетоводству и отчетности в гос. учреждениях, М., 1924; Фелицколов П., Фабр. счетоводство, М., 1925; Инструкция по отчетности трестов, изд. НКРКИ, М., 1925; Кальмеса А., Фабричная бухгалтерия, М., 1926; Законодательство по бухгалт. отчетности в гос. промышленности, под ред. А. Я. Локшина, М., 1926; Основные положения по учету материалов, полуфабрикатов и товаров, М., 1926; Типовая схема корреспонденции счетов, М., 1926; БСЭ, т. 8; Смит М. Н., Экономич. основа калькуляции, М., 1926; Методы калькулирования в промышленности (серия брошюр), М.—Л., 1926—27; Шер П., Бухгалтерия и баланс, М., 1926; Герстнер П., Анализ баланса, Москва, 1926; Клипарисов Н. А., Анализ баланса, Москва, 1927; Лекутре, Основы балансоведения, М., 1926; Рудановский А. П., Анализ баланса, М., 1926; его же, Построение баланса, М., 1925; Усачев А. Я., Экономич. анализ баланса, М., 1927; Сводный оперативный баланс по тресту, М., 1927; Сборник 40 годовом отчете и его анализе, Москва, 1926; К анализу балансов госхозорганов, М., 1926 (внем. Ц. Бухгалтер. ВСНХ СССР); БСЭ, т. 4; Законод. постановления: Правила о порядке составления балансов, утв. СТО 20/Х 1927; Правила о публич. отчетности, утв. НК СССР 24/VI/1926; Положение о подотчетном налоге (пост. ЦИК и СНК СССР от 15/Х и 24/Х 1926).* А. Локшин.

**БУХГАЛТЕРСКИЕ МАШИНЫ**, см. *Счетные машины*.

**БУЦЕНВЕРК**, выполненная минеральной массой пустота в земной коре, неправильной формы. Буценверк отличается от буцены отсутствием резкой границы между

минеральной массой, выполнившей пустоту, и окружающей породой.

**БУЧЕНИЕ** растительных волокнистых материалов состоит в варке их при обыкновенном или повышенном давлении в растворах щелочей (едкого натра, едкой извести, соды, мыла) в железных котлах или деревянных чапках (см. *Бумажные котлы*) для удаления жиров, восков, минеральных масел и т. п. примесей, с целью подготовки этих волокнистых материалов к белиению и к другим процессам облагораживания.

Химические процессы при Б. хлопка. Хлопок содержит естественные примеси: жиры, воск и азотсодержащие вещества. По анализам Баумана, в хлопках (американ., остиндск., египетск.) содержится восков и жиров 0,35—0,42%, азотсодержащ. веществ 0,53—0,68%, золы 0,12—0,25%, целлюлозы 90,8—91,35%, влаги 7,5—8,0%. Кроме того в хлопковой пряже и ткани встречаются минеральные масла, а в ткани еще остатки шлихты. Хлопковая ткань, служащая подкладкой при печатании, содержит (после расшлихтовки, промывки) остатки печатных красок (програвы, масла, загустки, красители и др.). Все эти вещества (кроме красителей, которые удаляются главным образом при белинии) должны быть удалены при Б., так как их присутствие не дает возможности волокнам смачиваться при различных процессах облагораживания, в частности при белинии, и кроме того сообщает волокнам некрасивый вид.

При варке, особенно под давлением, с едким натром и известью происходит омыление жиров, отчасти восков (с образованием мыла), эмульсирование их и минеральных масел, растворение гидратов окисей Al, Cr, Sn, кремневой кислоты, значительной части красящих веществ, а при варке с содой и мылами происходит главн. образом эмульсирование жиров, минеральных масел, отчасти восков. В настоящее время считают (М. М. Чиликина), что роль щелочного бучения с едким натром заключается отчасти 1) в омылении жиров (глицеридов оленновой, стеариновой и пальмитиновой к-т), восков (эфиров церотиновой, карнаубийевой и меллисиновой к-т), 2) в образовании щелочных солей к-т, получившихся при распаде азотсодержащих веществ, 3) в образовании щелочных солей, получившихся при распаде пентозанов, гекоксанов, крахмалистых веществ, а главн. образом 4) в эмульсировании и переводении в коллоидный раствор: а) углеводородов:  $C_{30}H_{62}$  и близких к нему, б) спиртов: госсипилового, церилового, карнаубийевого, в) восков. При этом хорошими эмульсаторами являются На-соли пальмитиновой, оленновой, стеариновой к-т, образующихся при варке при повышенном давлении вследствие омыления жиров хлопка, и соли органических кислот (дипепсиды аминокислот), получающиеся при распаде азотсодержащих веществ хлопка. Поэтому, по мнению М. М. Чиликина, прибавление посторонних эмульсаторов (контакта, перленота и др.) в этих случаях излишне; при варке при низких давлениях прибавление их является желательным. Относительно действия на жиры при Б. едкого натра, едкой извести, соды

имеются работы Шейрера; на основании этих работ установлено, что едкий натр омыляет жиры вдвое быстрее, чем сода, причем прибавление канифолярного мыла к едкому натру ускоряет омыление, а к соде—нет. Скорость омыления увеличивается от повышения  $t^\circ$ . Прибавление соды к едкому натру несколько ускоряет омыление, вероятно вследствие того, что сода действует на жиры слабо эмульгирующим образом. Едкая известь омыляет жиры несколько быстрее, чем едкий натр.

На практике Б. хлопка производят с едким натром, содой, смесью их или с едкой известью. Последняя, омыляя жиры, образует кальциевые мыла, которые нерастворимы в воде. Чтобы перевести их в растворимое состояние, хлопок после известковой варки состоит серной или соляной к-той; кальциевые мыла при этом переводятся в соответствующие им жирные к-ты; после этого хлопок варят с едким натром или содой, часто в присутствии канифолярного мыла, для образования из жирных кислот растворимых в воде натриевых мыл. Бучение с едким натром имеет то преимущество перед Б. с известью, что оно производится быстрее и не сообщает товару жесткости, но зато бель, получаемая при последующем белинии хлопка, является после известкового Б. более стойкой; для белевого товара до сих пор широко применяют известковое Б., так как хлопковые ткани, выпускаемые для беля, должны иметь хорошую и устойчивую (при лежке) бель. По Галлеру, такую бель имеет ткань, отваренная с известью и содой с последующей спиртовой (имеет 87,7% белого цвета по сравнению с белым цветом  $\text{BaSO}_4$ , принимаемым за 100%); близка к ней, в смысле белизны, ткань после бучения с отработанным едким натром (имеет 90,4% белого цвета); Фрейбергер считает, что устойчивость бели зависит не от содержания жиров и восков в хлопке, а от оксидцеллюлозы; если удастся избежать ее образования, то бель будет устойчивой. Оксидцеллюлоза легко образуется при варке с едким натром или отработанным шелком, если из бучильных котлов не удалить воздуха. Во избежание образования оксидцеллюлозы необходимо перед бучением весь воздух удалить из бучильных котлов. Это достигается продувкой бучильных котлов паром.

Б. хлопка производят с различными концентрациями едкого натра, извести, соды, при различных продолжительности и давлениях в зависимости от целого ряда обстоятельств, о к-рых сказано ниже. Проф. В. Г. Шапошиниковыми были сделаны попытки (пока только лабораторным путем) выяснить оптимальное количество едкого натра, давление,  $t^\circ$  и продолжительность, необходимые при Б. хлопка. Оказалось, что наиболее рациональным является бучение с 3% едкого натра (по весу хлопка) при давлении в 2 atm в течение 6 часов.

Хорошо отваренный хлопок, по данным Швальбе, должен содержать: азота 0,05—0,1%, свободных жирных к-т 0,1—0,15%, мыл—следы, золы 0,05—0,25%. У плохого отваренного хлопка содержание азота может достигать 0,25—0,35%, свободных жир-

ных кислот 0,35—0,7%, мыл 0,25—0,5%, золы 1%. Потеря в весе после Б. 4—8,5% при варке без доступа воздуха, а в присутствии воздуха—до 12%.

Химич. процессы при Б. льна. Лен, по анализам Л. Герцога, содержит 85,4% целлюлозы, 7,2% пектиновых, дубильных и красящих веществ, 4,4% протеинов, 1,6—2,1% восков, и следовательно в нем значительно больше примесей, чем в хлопке. Эти примеси отличаются не только в количественном, но и в качественном отношении: здесь имеются кроме жиров и восков еще пектиновые вещества. По данным Эрлиха и Шуберта, пектиновые вещества льна при гидролизе дают гидропектин, состоящий из полисахарида—гексапентозана (галактан-фруктозан-ксила-диарабан) — и кальциево-магниево соли пектиновой к-ты (диацетил-арабино-ксило-галакто-диметоксигексатригалактуроновая к-та). Кроме того в льняной пряже и ткани м. б. минеральные масла, а в ткани—еще остатки шлихты. Химические процессы при Б. льна в общем такие же, как и при Б. хлопка, и заключаются в эмульгировании жиров, восков и минеральных масел, омылении жиров и растворении пектиновых веществ. Однако удаление этих веществ, особенно пектиновых, значительно труднее и сопряжено с разрушением льняного волокна, особенно при неправильной работе. Для удаления их бучение производят в несколько приемов, применяя постепенно уменьшающиеся концентрации щелочей и чередуя Б. со спиртовками и кислотками. Б. производят с едким натром, содой, смесью их, известью при небольших давлениях (до 1 atm); часто Б. ведут при обычн. давлении. При Б. льна н о й т к а н и происходят те же процессы, что и при Б. льняной пряжи, но так как льняная ткань содержит остатки шлихты, то перед бучением ее предварительно расшлихтовывают, а затем уже отваривают.

Б. х л о п к а . 1) Н е п р я д е н ы й х л о п о к подвергается Б.: а) при изготовлении гигроскопической ваты, б) при изготовлении нитратной целлюлозы (для изготовления пироксилина и нитратного искусственного шелка требуется отваренный, а иногда и беленый хлопок) и в) при белинии хлопка перед прядением. Однако прядение бленого от в а р е н н о г о хлопка вследствие удаления жиров и восков представляет известные трудности, и поэтому, если в прядильн. отделении работают с белевым хлопком, то его отбеливают по так называемому «холодному способу», т. е. хлопок без предварительного Б. сразу белят раствором хлорноватистокислого натрия или кальция. Перед Б. хлопок, если он был в спрессованных катках, предварительно разрыхляют на взрыхлительных волчках, а затем уже загружают в бучильные котлы, куда задают раствор едкого натра, соды, либо смесь их, а также эмульсаторы, в роде контакта Т, перпен-тола, ализаринового масла. Над хлопком д. б. слой раствора щелочи высотой 20—30 см во избежание доступа воздуха, а для того чтобы хлопок не всплывал, его придавливают перфорированной решеткой. Обычно берут от 1 до 2% NaOH, или от 3 до 5%.

кальцинированной соды (по весу хлопка), или смесь их и варят в течение 2—6 ч. при обыкновенном или повышенном давлении в вертикальных инжекторных, секционных котлах или же в отбельно-варочных аппаратах (напр. Циттауского машиностр. завода). Перед Б. котлы продувают паром для удаления воздуха. По окончании бучения котлы охлаждаются, хлопок промывают водой и подвергают дальнейшей обработке.

2) Б. п р я ж и. Хлопковая пряжа может подвергаться Б.: а) в мотках (вязальная, вышивальная, швейная), б) в крестовых шпудлях, початках и в) на навоях для основ.

а) Мотки и пряжи соединяют друг с другом в виде цепи-жгуты и в таком виде равномерно укладывают в бучильные котлы. Б. производят с раствором едкого натра, содержащим 10—12 г в 1 л (2° Вё), в течение 4 часов при давлении  $\frac{2}{3}$  atm (манометрич.). Отношение веса раствора щелока ко всей хлопковой пряже обыкновенно составляет 4 : 1 или 3 : 1. Едкого натра берут 3—4% (по весу хлопка), причем его раствора берут столько, чтобы раствор покрывал пряжу выше ее уровня на 20—30 см; для предупреждения всплывания ее покрывают перфорированной решеткой. Перед варкой котел продувают паром для удаления воздуха. После окончания варки щелок спускают, а пряжу промывают водой (в течение 30—45 минут). В некоторых случаях вместо этого одноварочного способа применяют двухварочный, так как он дает возможность получать более равномерно проваренную пряжу. При двухварочном способе бучение производят два раза, но с менее концентрированными растворами щелока; например для первой варки берут раствор едкого натра  $\frac{3}{4}$ ° Вё (2,5% по весу хлопка) и варят 5 час. под давлением  $\frac{1}{2}$  atm. Затем следуют промывка, спиртовка, кисловка, а после этого пряжу опять отваривают и вновь повторяют последующие операции. Для бучения пряжи в мотках применяют вертикальные инжекторные, секционные котлы.

б) Б. в виде крестовых шпудль и початков производят преимущественно по т. н. упаковочной системе, напр. в варочно-отбельном аппарате (Циттауского машиностр. завода, тип SS), в к-ром все операции бучения (Б., промывка, спиртовка, кисловка) производят без перекладывания материала. С этой целью крестовые шпудли в количестве например 500 кг загружают в котел и во избежание деформации закладывают внутри деревянные бруски. Свободное пространство, образуемое между крестовыми шпудлями, заполняют хлопковой пряжей, так как в противном случае при циркуляции щелок будет устремляться в эти свободные пространства и отварка будет неровной. Бучение производят с раствором едкого натра (10—12 г в 1 л) при обыкновенном давлении в течение 6 ч. После Б. шпудли промывают в этом же котле, а затем спиртуют, промывают, кислят и снова промывают. Бучение крестовых шпудль производят также в вертикальных инжекторных, секционных котлах под давлением (1—2 atm).

в) Пряжа для основы, находящаяся на навоях, обыкновенно подвергается лишь так

называемому «холодному бучению», т. е. обработке раствором хлорноватистонатриевой или -кальциевой соли при обыкновенной темп-ре. Все же иногда производят Б. пряжи на навоях, и тогда барабан с основой загружают в открытый деревянный чан или закрытый железный аппарат для отбелики навоев (например тип RV Циттауского завода или аппарат Тиса), где производят отварку с раствором соды, едкого натра или их смеси (10—12 г в л). После Б. пряжу промывают и подвергают дальнейшим операциям бучения.

3) Б. хлопка в виде ткани. Большая часть хлопка отбеливается в виде тканей, поэтому Б. их имеет большее значение. Ткани подвергают бучению или в жгуты или в расправку. Последний способ имеет то преимущество перед первым, что при нем достигается равномерное воздействие щелока на примеси хлопка, а следовательно и более тщательное их удаление. Однако в конструктивном отношении способ бучения врасправку представляет много трудностей, которые до настоящего времени не устранены; поэтому наибольшим распространением пользуется Б. тканей в виде жгутов.

а) Хлопковые ткани перед бучением в виде жгутов о подвергают следующим операциям: 1) браковке (бракуются куски с большим количеством ткацких браков в роде близи, подплети, недосекое, масляных пятен), 2) клейменно асфальтовым лаком, 3) опаливанию (с помощью раскаленных плит, цилиндров, пламени газовых горелок), 4) расшлихтовке, т. е. удалению шлихты, состоящей гл. образ. из крахмала (кислотой), едким натром, диастрофом, биолозой и т. п.). Хлопковые ткани, служащие в качестве подкладки (чеклов) при печатании тканей, после опаливания поступают предварительно в печатное отделение, а после загрязнение возвращаются в отбельное отделение, где подвергаются кисловке, промывке, обработке раствором едкого натра для удаления протрав и других загрязнений, попавших при печатании. За этими операциями следует Б. ткани с едким натром или с известью. Нек-рые сорта товара мерсеризуют суровьем, обыкновенно после Б., до спиртовки или до расшлихтовки. Различают Б. с известью и с едким натром. В первом случае расшлихтованная и промытая хлопковая ткань жгутом пропитывается в барке типа к л а п о раствором известкового молока и направляется для Б. в бучильные котлы, где равномерно укладывается рабочими (укладка м. б. механизирована, например с помощью «хоботового устройства»). При Б. обыкновенно берут ок. 5% извести (по весу ткани). Продолжительность варки 3—12 ч в зависимости от длины, к-рое варьирует в пределах от  $\frac{1}{2}$  до 5 atm. После известкового Б. товар промывают холодной водой и подвергают кисловке (раствором соляной или серной кислоты, крепостью  $\frac{3}{4}$ —2° Вё). Кисловка производится на таких же машинах, как и пропитывание известковым молоком, т. е. на клапо, но только стенки их выложены свинцовыми листами. После кисловки ткань подвергают варке с содой, напр. берут 5—6% кальц. соды,  $\frac{1}{2}$ —2% канифольного мыла и варят 4—12 ч. при



при  $\frac{1}{2}$  atm (между 1-й и 2-й, 3-й и 4-й, 4-й и 5-й варками следуют спиртовые и кислотки). Варку льняной ткани производят в вертикальных инжекторных, секционных котлах или в горизонтальных Маттер-Платта.

**Лит.:** О г л о б л я н В. Н., Веление хл.-бум. товаров, Москва, 1909; Шадоуников В. Г. и Евзерский С. А., К вопросу о рационализации методов обесного прован., «Известия текст. пром. и торговли», М., 1926, 8, стр. 16; Чиликин Н. М., Химия отварки хл.-бумажной ткани, «Известия текст. пром. и торг.», М., 1927, 15/18, стр. 83; Викторова П. П. и Соколов А. И., К вопросу о рациональном процессе бучения хл.-бумажных тканей, «Известия текст. пром. и торг.», М., 1925, 19/20, стр. 33; King d. W., Das Bleichen der Pflanzenfasern, 2 Auflage, Wittenberg, 1922; Heermann P., Technologie d. Textilveredelung, В., 1921; Knecht E., Rowson Ch., Loewenthal R., Handbuch d. Färberei d. Spinnfasern, В. 1, В., 1921; Theis F. C., Die Breibleiche baumwollener Gewebe, В., 1902; Hall A. J., Cotton-Cellulose, its Chemistry and Technology, L., 1924; Frilich F. u. Schubert F., Über d. Chemie d. Fruchten d. Flachsens, «Biochemische Zeitsch.», В., 1926, В. 169, p. 13. А. Гривадов.

**Бучение (кожи),** старый термин, под которым разумелся ряд различных по своему значению операций в кожевенном производстве (см.). В настоящее время это название применяется лишь на заводах.

**БУЧИЛЬНИК**, см. *Прачечная*.

**БУЧИЛЬНЫЕ КОТЛЫ**, в арочные котлы, в текстильном деле, аппараты для бучения (отварки) растительных волоконистых материалов в различных стадиях механической обработки с целью подготовки их к белению. Первоначально бучение производилось в котлах при обычном давлении и вследствие этого волоконистые материалы отваривались медленно и несовершенно. Когда бучение начали рассматривать как обезжиривание—первую стадию беления,—то для ускорения и усиления обезжиривания щелочами стали прибегать к Б. к. высокого давления с циркуляцией (при давлении выше 1 atm и темп-ре выше 100°). С. Барлоу и Дж. Пендлбери предложили двоянные Б. к. высокого давления, где циркуляция щелоча из одного котла в другой и обратно происходит под давлением пара, который одновременно служит и для нагрева раствора. Котлы Барлоу и Пендлбери с инжектором Кертинга получили распространение кроме Англии в Германии, Франции, России. Эти котлы давали возможность производить бучение при повышенном давлении (3—5 atm), но циркуляция все же была недостаточна. Существенное нововведение для усиления циркуляции сделала фирма Шейрер-Ротт, применив кроме инжектора насос. Особенно пригодным оказался центробежный насос, с помощью которого достигается равномерная циркуляция щелоча. Б. к. с центробежным насосом работают экономичнее и, по данным фирмы, дают при 8-часовой варке такой же результат, как котлы без насоса в 36 ч. Применение насоса позволило уменьшить количество циркулирующей щелочи и расход пара. Недостатком инжектора оказалось то, что в открытых чанах им нельзя пользоваться при  $t_{\text{вар.}}$ , а лишь при 70°; в закрытых котлах давление д. б. во всяком случае на 1 atm ниже давления пара, которым производят инжектирование; затем при использовании инжектором происходит разбавление щелочи, а менее

концентрированная щелочь медленнее действует омывающим и эмульгирующим образом на жиры, воски и другие примеси хлопка.

Следующим этапом в усовершенствовании конструкций Б. к. было введение подогрета в а т е л е й для циркулирующей щелочи. До этого обогрев производили острым паром и глухим (при помощи змеевиков). Наиболее рациональная конструкция трубчатого подогревателя была предложена фирмой Шейрер-Ротт. Это — закрытый железный цилиндр со стенками толщ. 8 мм, дл. 3,25—3,7 м, diam. 0,7—0,8 м; внутри находится 30—40 вертикальных трубок diam. 54—60 мм, выс. 3,13—3,56 м, с пов. нагрева ок. 30 м<sup>2</sup>. По трубкам циркулирует раствор едкого натра (у Шейрер-Ротта—при помощи насоса Мажино, с производительностью 1,2—1,8 м<sup>3</sup> в 1 м., при 900—1000 об/м.), а снаружи, в так наз. паровой камере, циркулирует пар, нагревающий щелочь; т. о. пар здесь не приходит в соприкосновение со щелочью и не разбавляет ее. Эта конструкция подогревателя в общем сохранилась и у современных Б. к. (В подогревателях Циттауского машин. з-да вместо вертикальных цилиндров трубок устанавливают U-образные трубки, внутри которых циркулирует пар, а вне — раствор щелочи; это делается для того, чтобы образующаяся при бучении накипь оседала на наружной поверхности трубок, что облегчает их чистку.) Работа с подогревателями дает экономию топлива: вместо 14 кг угля на каждые 100 м ткани расходуется при подогревателе лишь 9—10 кг. Первоначально в подогревателях видели лишь приспособление, уменьшающее расход пара, но затем выяснилось, что при применении подогревателей щелочь не разбавляется и процесс бучения ускоряется.

Для ускорения загрузки и разгрузки Б. к. фирма Маттер-Платт сконструировала горизонтальные Б. к., в которых отварка производится в вагонетках. После бучения вагонетки выкатывают, а на их место вкатывают новые, загрузка которых производится заблаговременно. Фирма Гаубольд в Хемнице предложила для той же цели вертикальные котлы, состоящие из трех разъемных неравных частей. Средняя часть, склепанная из железных листов, предназначается для загрузки и бучения товара; она подвижна и исполняет роль вагонетки предыдущей системы. Нижняя часть неподвижна, а верхняя — служит крышкой. После варки средняя часть выкатывается для разгрузки, а на ее место ставят запасную, загруженную товаром. Чтобы приблизить операцию Б. к. к непрерывно действующим, фирма Б. Гебауер (ныне ВУМАГ) предложила систему четырех небольших котлов, по 400—500 кг вместимостью каждый; вследствие сравнительно небольшой загрузки происходит быстрая отварка, причем одновременно варка ведется в двух котлах, а в третьем и четвертом происходит разгрузка и загрузка. В Б. к. системы Тиса-Григута-Матеауса конструкторы стремились к тому, чтобы увеличить производительность, улучшить циркуляцию, уменьшить расход пара и щелочи путем использования тепла отработанного щелоча и конденсата пара,

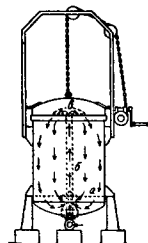
механизировать загрузку котла (с помощью хоботового устройства), тщательно удалить воздух из ткани во избежание образования оксидцеллозы.

В дальнейшем фирмой быв. Гебауер были предложены т. наз. с е к ц и о н н ы е котлы, имеющие разделенную на секции перфорированную внутреннюю стенку, концентричную наружной стенке Б. к. Благодаря этому между стенками котла и перфорированной стенкой собирается раствор щелочи, откуда он засасывается во внутреннюю циркуляционную трубу по радиусам, просасываясь через товар. Такое же улучшение циркуляции имеет в виду и прохоровская система бучильных котлов.

Все сказанное относится преимущественно к Б. к., применяемым для волокнистых материалов в т. наз. п а к о в а н н о м виде: для ткани в жгутях, пряжи в мотках и непряженных волокон. Однако имеется целый ряд тканей, к-рые при такой обработке дают замины, засечки и другие браки, отражающиеся на качестве товара. Для них были предложены Б. к. для бучения врасправку (Джексона, Хренникова). Работа врасправку привела к постройке непрерывно действующих Б. к. (Гретера-Бенца), но до сих пор удовлетворительных непрерывно действующих Б. к. для тканей врасправку не имеется.

В настоящее время для бучения применяются следующие системы:

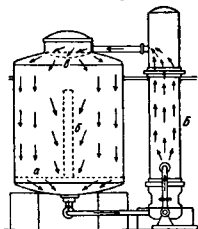
а) Б. к. для тканей в жгутях, пряжи и в мотках, непряженных растительных волокнистых материалов в упакованном виде. 1) В е р т и к а л ь н ы е Б. к. в ы с о к о г о давления (Циттауского маш. завода, Гаубольда, Порнича в Хемнице, ВУМАГ в Герлице, Маттер-Платта в Манчестере и др.) строятся разных размеров, диам. 1,3—2,1 м, выс. 1,8—3 м (т. е. высота больше диаметра), емкостью до 12,5 м<sup>3</sup>, с толщ. стенок до 15 мм, с загрузкой товара до 3 500—4 000 кг (плотность загрузки 200—250 кг в 1 м<sup>3</sup>). Наиболее употребительны котлы емкостью 600—1 500 кг, причем для ткани применяют большие размеры, а для пряжи малые. Давление в них м. б. доведено до 3—5 atm; циркуляция осуществляется инжекторами, насосами, а нагрев—непосредственным впуском острого пара, глухим паром при посредстве змеевиков и подогревателей обыкновенного и удлиненного типа. В зависимости от этих различий приняты следующие конструкции вертикальных Б. к. а) Б. к. с инжектором (для пряжи) (фиг. 1). Наиболее распространены Б. к. для 600—1 200 кг пряжи; Б. к. для 1 000—1 200 кг имеют диаметр около 2 м, высоту 2,4 м, полезную емкость 5 м<sup>3</sup>. На дне котла находится перфорированная решетка а (ложное дно), по



Фиг. 1.

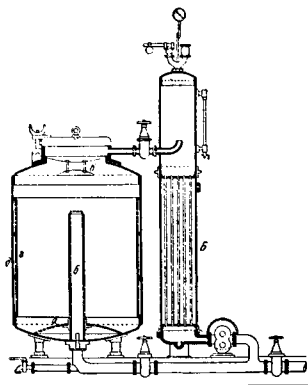
срдине котла проходит центральная труба б, по к-рой циркулирует раствор щелочи. Острый пар, попадая в эту трубу снизу, увлекает раствор щелочи с собой; по выходе из трубы раствор ударяется о тарелку в,

привинченную к крышке, вследствие чего разбрызгивается и падает в виде дождя на поверхность пряжи, просасывается через нее, собирается внизу котла между ложным дном и днищем и опять увлекается паром, проходя через щели в нижней части трубы. Работа в этом инжекторном котле производится следующим образом. В котел загружают пряжу в количестве от 1 000 до 1 200 кг, наливают раствор едкого натра (обыкновенно в количестве 3:1 по весу пряжи) и покрывают пряжу перфорированной решеткой, для того чтобы она не всплывала; закрывают крышку, пускают острый пар, причем происходит нагревание котла и продувка его при открытом воздушном кране. По удалении воздуха воздушный кран закрывают, затем доводят давление в котле до требуемого; с этого момента начинается варка, которая сопровождается циркуляцией щелочи. После окончания бучения спускают давление, выпускают отработанный раствор едкого натра, промывают пряжу водой и разгружают котел. В описанном Б. к. циркуляция производится с помощью инжектора по трубе, находящейся внутри котла. В инжекторных Б. к. Маттер-Платта имеется одна циркуляционная труба вне котла, а в системе Аллена—четыре циркуляционных трубы вне котла. Инжекторные Б. к. применялись раньше и для бучения ткани. б) Б. к. с центробежным насосом. В этих вертикальных котлах циркуляция щелочи происходит с помощью центробежного насоса, причем циркуляционные трубы м. б. наружные (например Б. к.



Фиг. 2.

высокого давления типа КА Циттауского машиностр. з-да или внутренние (напр. Б. к. высокого давления з-да Гаубольда). Нагревание здесь производят с помощью острого



Фиг. 3.

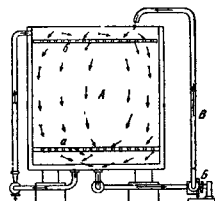
высокого давления типа КА Циттауского машиностр. з-да) или внутренние (напр. Б. к. высокого давления з-да Гаубольда). Нагревание здесь производят с помощью острого

пара и глухого (змеевики расположены на дне котла). в) Б. к. с подогревателем (обыкновенным и удлиненным). Эти котлы применяются для бучения пряжи и тканевой весом до 3 500 кг. Особенностью их является (фигура 2) трубчатый подогреватель *Б*, с помощью которого происходит нагревание раствора щелочи. В остальном эти котлы не отличаются от Б. к. с центробежным насосом; внутри котла имеются перфорированная решетка *а* и центральная циркуляционная перфорированная труба *б*. Циркуляция щелочи производится в Б. к. сверху вниз след. образ.: раствор щелочи из нижней части котла нагревается насосом через трубы подогревателя (у подогревателей Циттауского завода внутри трубок проходит пар, а вне их щелок) и оттуда подается в верхнюю часть котла; отсюда с помощью тарелки *в*, привинченной к крышке, он разбрызгивается и падает в виде дождя на поверхность ткани, просачивается через нее частью в циркуляционную трубу, а частью непосредственно к низу котла, где собирается и опять засасывается насосом. Подогреватели бывают нормальные и удлиненные; у последних уровень раствора щелочи выше, чем в Б. к., что дает возможность весь Б. к. заполнить раствором щелочи и полностью вытеснить воздух из товара. После загрузки ткани наполняют котел раствором щелочи, продувают его паром; после отварки и охлаждения ткани ее промывают и разгружают котел. Расход пара 1—1,5 кг на на 1 кг ткани; на насос расходуется от 2,5 до 4 HP (в зависимости от размеров котла). г) Секционные Б. к. ВУМАГ (фиг. 3) с удлиненным подогревателем *Б* отличаются от предыдущих лишь тем, что имеют внутреннюю перфорированную стенку *в*, concentричную наружн. стенке *б*; образующий при этом зазор разделен на секции, в которых собирается раствор едкого натра; *а*—ложное дно, *б*—перфорированная труба для циркуляции раствора, *в*—тарелка.

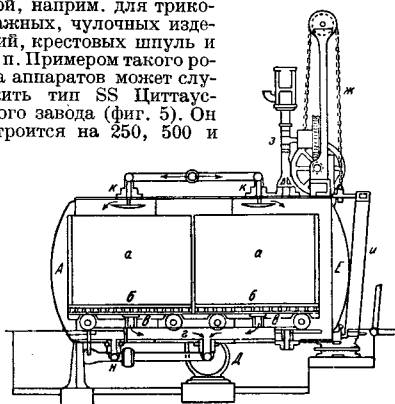
2) Б. к. Барлоу представляют собой двойные железные цилиндрич. вертикальные котлы (фиг. 4) *А* и *Б* диаметром 2 м, высотой 3 м, вмещающие по 1 600 кг ткани каждый. Они соединены друг с другом трубами *М* и *Л*. Внутри каждого котла находится центральная перфорированная труба, соединяющаяся посредством трехходовых кранов с паровой трубой и трубами *М* и *Л*. В верхнем дне устроены лазы *К* и *И* для загрузки ткани, с герметическ. крышками, а внизу котла имеется дырчатое ложно. дно. Работа в этих котлах производится следующим образом. Котлы загружаются хлопковой тканью в виде жгута в течение  $1\frac{1}{2}$ —2 ч. (в количестве 3 200 кг); укладку производят подпростки, которые залезают внутрь котла и укладывают ткань ровными петлями. Ткань

предварительно замачивают в клапо в растворе щелочи (чаще всего употребляется известковое молоко). Затем в один из котлов добавляют раствор щелочи, закрывают крышки и приступают к продувке котлов паром для вытеснения из них воздуха; эта операция длится 3 часа при переключении вентилей через каждые  $\frac{1}{2}$  часа. После этого воздушные краны закрывают и начинается варка, продолжаясь 8—9 ч. при давлении в 2 atm. Перемена направления циркуляции щелочи из одного котла в другой происходит через каждые  $\frac{1}{2}$  ч. По окончании бучения открывают воздушный кран, спускают давление, щелочь выливают, в котел впускают воду для промывки товара и затем его разгружают. Недостатками этих Б. к. являются: а) продолжительность загрузки и разгрузки, б) необходимость внимательного наблюдения за своевременным переключением вентилей, в) разбавление щелочи во время бучения, также г) несовершенство циркуляции. Такие котлы сохранились лишь на немногих фабриках.

3) Варочно-отбельные аппараты применяются одновременно для бучения и белины. Преимущество этих аппаратов состоит в том, что они в известные периоды являются непрерывно действующими, так как все операции отбеливания — бучение, спиртовка и кислотка с промежуточными промывками — совершаются в них без перекладки материи; это имеет большое значение для тех волокон, материалов, для которых такая перекладка является вредной или кропотливой, наприм. для трикотажных, чулочных изделий, крестовых шпульт и т. п. Примером такого рода аппаратов может служить тип SS Циттауского завода (фиг. 5). Он строится на 250, 500 и



Фиг. 5.



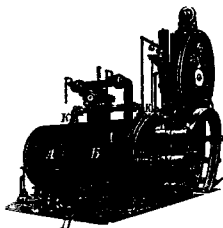
Фиг. 6а.

1 000 кг товара; чаще всего на 500 кг. Аппарат этот представляет собой деревянный чан *А* прямоугольного сечения, размерами  $1,5 \times 1,5 \times 1,5$  м, с толщиной стенок в 50 мм.

На дне чана имеется перфорированная решетка *a* (ложное дно), на которую укладывают волокнистый материал. Раствор едкого натра циркулирует в чане сверху вниз при помощи центробежного насоса *B* из фосфористой бронзы по свинцовым трубам *B*: Раствор снизу подается насосом наверх, где разбрызгивается и распределяется с помощью верхней перфорированной решетки *b* по всей поверхности товара; затем он просачивается вниз и опять поступает в насос. Для нагрева щелочи до кипения применяют острый пар, а для поддержания этой температуры во время процесса—глухой (с помощью змеевика, уложенного на дне котла). Во время варки котел закрывают крышкой, через которую проходит отводная труба, соединяющая котел с внешним воздухом. Расход пара на 1 кг товара при одной варке составляет около 1,5—2 кг; на насос расходуется от 1,5 до 2 лр.

Недостатком этого аппарата является невозможность получения хорошей бели вследствие варки при обыкновенном давлении.

4) Б. к. Маттер-Платта, Г. П. 35699 (фиг. 6а и 6б),—горизонтальный железный цилиндр *A*, у которого на дне проложена пара рельсов; по ним вкатывают две железные вагонетки *a*, содержащие ткань для бучения. Эти котлы строят емкостью на 1 250, 2 500 и 3 300 кг ткани. Для 2 500 кг хлопковой ткани котел имеет диам. 2,15 м, дл. 4,1 м; толщина стенок 12 мм. Каждая вагонетка вмещает 1 000—1 250 кг ткани. Размеры ее: 1,85 × 1,9 × 1,4 м; объем—5 м<sup>3</sup>; плотность загрузки ткани—250 кг в 1 м<sup>3</sup>; боковые стенки концентричны стенкам котла. На дне каждой вагонетки имеется решетка *b*, а под ней отверстие *в*, расположенное над отверстиями трубы *г*, продолженной по дну *B*. к. и соединенной в свою очередь трубой с центробежным насосом *D*. Котел закрывается массивной крышкой *E*, которую можно поднимать и опускать с помощью цепи *жс*, соединенной одним концом с крышкой, а другим концом с валиком *з* червячной передачи. Крышка, направляемая при опускании гладкими рейками, скользящими между передней частью котла и неподвижной станиной *и*, образующей вторую направляющую поверхность под небольшим углом к первой, и заклинивается между ними, герметически закрывая котел. Для поднятия крышки приводят в движение помощью трансмиссии червячную передачу; тогда цепь наматывается на валик зубчатой шестерни, которая приобретает вращение от червяка. Для нагревания циркулирующего раствора едкого натра служит трубчатый подогреватель *B* высотой 2,4 м и диам. 0,5 м. Когда центробежный насос *D* начинает работать, то он засасывает раствор едкого натра снизу котла и накачивает его через трубки подогревателя в верх-



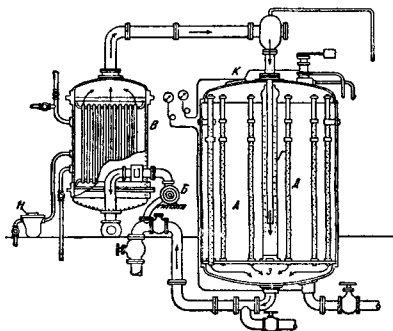
Фиг. 6б.

нюю часть котла, откуда щелок через два отверстия *к, к* попадает на тарелки, находящиеся под этими отверстиями, разбрызгивается ими в виде дождя, затем просачивается через ткань, проходит через трубки *в* в трубу *г*, находящуюся на дне котла, и опять идет к насосу. Это—т. н. в е р х о в а я циркуляция (низ котла, насос, подогреватель, верх котла, тележки, низ котла), но бывает и н и з о в а я циркуляция, которая совершается следующим обр.: раствор едкого натра подается насосом по нижней трубе через подогреватель и трубу *о* в трубу *г*, проходит через ткань, переливается через края вагонеток, собирается на дне *B*. к., откуда через отверстие у задней стенки котла *H* опять забирается насосом (по схеме: насос, подогреватель, низ котла, тележки, низ котла, насос). Котел снабжен предохранительным клапаном, водомерным стеклом и манометром. Для уменьшения расхода тепла через лучеиспускание и теплопроводность, стенки котла, подогревателя, трубопроводов покрыты изоляцией. Котел рассчитан на бучение при 3 atm, обыкновенно же варку производят при 1—2 atm. Хлопковая ткань укладывается в вагонетки вручную или с помощью хоботового устройства (продолжительность загрузки 1<sup>1</sup>/<sub>2</sub> ч.), причем иногда ткань предварительно замачивают в клапо в растворе едкого натра (10—12 г в 1 л). После укладки ткань покрывают холстом и кладут сверху куски рельсов, к-рые давят на ткань и не дают ей спутаться во время бучения. Затем вагонетки с помощью ворота, приводимого в движение от трансмиссии, вкатывают в *B*. к. и закрывают последний крышкой. В котел снизу (при низовой циркуляции) задают раствор едкого натра в таком количестве, чтобы всего раствора в котле оказалось около 6 000 л (с концентрацией NaOH 10—12 г на 1 л). При заполнении котла открывают воздушный кран для удаления воздуха. Затем воздушный кран закрывают и продолжают нагревание щелока с помощью подогревателя, поднимая давление в котле до 2 atm (до 130°); при таком давлении варка длится 7—8 часов, причем производят отчасти верховую, а отчасти низовую циркуляцию. По окончании варки выпуск пара в подогреватель прекращают, но циркуляцию щелока насосом продолжают; когда же щелок несколько охладится и давление в котле упадет, прекращают работу насоса, спускают обработанный щелок и дают котлу окончательно охладиться. Иногда ткань промывают в котле сначала горячей водой, а затем холодной (полчаса), и после промывки вагонетки с тканью выкатывают. Расход пара на бучение 1 кг ткани—1—1,3 кг; на насос расходуется 4 лр. Достоинства *B*. к. этой системы—быстрая нагрузка и разгрузка; здесь нагрузка ткани производится вне котла, и поэтому перерыв в бучении м. б. ограничен лишь тем временем, которое требуется на передвижение вагонеток. Недостатками же этого котла являются: а) неисправная циркуляция раствора едкого натра, который иногда больше стекает по наружным стенкам вагонетки, чем проникает в ткань; б) неравномерная циркуляция, которая обусловлена тем, что



во время бучения ткань несколько садится и щелок циркулирует преимущественно в стенках, образовавшихся между тканью и стенками вагонетки, вследствие чего происходит неравномерная варка. Несмотря на все эти недостатки, бучильные котлы Маттер-Платта имеют довольно большое распространение и применяются для бучения и хлопковой и льняной ткани.

5) Б. к. прохоровской системы, сконструирован С. Прохоровым и О. Миллером, состоит из вертикального цилиндрического котла, трубчатого подогревателя и центробежного насоса. Наиболее распространены котлы для 4 500—5 000 кг ткани вместимостью 20 м<sup>3</sup>, с плотностью загрузки в 225—250 кг в 1 м<sup>3</sup>. Варочный котел (фиг. 7) представляет железный котел А, имеющий



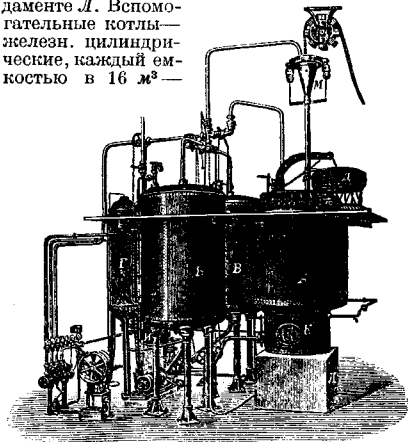
Фиг. 7.

сверху и снизу днища; диаметр котла 2,6 м, высота 4 м, толщина стенок 12 мм; внизу котла имеется дырчатое ложное дно, а в центре находится желез. перфорированная труба Г диаметром 0,23 м; снизу она закрыта и прикреплена к ложному дну, а сверху проходит через верхнее днище и соединяется трубой с подогревателем. Для усиления радиальной циркуляции по периферии у стенок котла расположены 12 железных перфорированных трубок Д диаметром 760 мм; трубки сверху закрыты, а внизу открыты, упираются в ложное дно и соединяются с камерой 3, т. е. с пространством между нижним днищем и ложным дном котла. В верхнем днище устроены два лаза К, через к-рые загружается ткань. Подогреватель В имеет диаметр 975 мм, высоту (цилиндрич. части) 1,98 м и заключает в себе 121 трубку с общей поверхностью нагрева 30 м<sup>2</sup>. По трубкам подогревателя циркулирует раствор едкого натра, а в паровой камере подогревателя пар-конденсат проходит через конденсационный горшок Н. Центробежный насос В обладает производительностью в 125—145 м<sup>3</sup> в 1 час при расходе 10 НР. Особенность этого Б. к. заключается в более интенсивной радиальной циркуляции раствора едкого натра: последний засасывается насосом из камеры 3 и нагнетается через трубы подогревателя в верхнюю часть котла, в центральную трубу Г; в виду того что последняя снизу закрыта, раствор едкого

натра проходит через отверстия, расположенные по всей длине трубы. Равномерному распределению щелока по этой трубе способствует также внутренняя труба, доходящая почти до дна первой. После этого щелок проходит гл. обр. в радиальном направлении через всю толщ. ткани, стекает в перфорированные трубки и, так как они внизу открыты, собирается в камере 3, откуда опять засасывается насосом. Ход бучения в Б. к. прохоровской системы заключается в следующем. Хлопковую ткань, замоченную в клапо (водой или раствором едкого натра), закладывают в котел в два згуфта через оба лаза, на что требуется 3—3½ ч. в зависимости от сорта ткани. После загрузки в котел задают раствор NaOH (10 г в 1 л), к-рый забирается насосом из бака и подается через трубки подогревателя в котел. После наполнения котла (для чего требуется 16 000 л) производят продувку паром при открытом воздушном кране для удаления воздуха из котла. Продолжительность этой операции 35—40 минут. Затем воздушный кран закрывают и начинают варку, продолжающуюся 7—8 часов при 2—3 atm (132—143°). Во время варки происходит исключительно низовая циркуляция раствора едкого натра. Расхолаживание котла после варки продолжается 1 ч. Для этого в камеру подогревателя вместо пара пускают холодную воду, вследствие чего раствор едкого натра, имеющий t° 132—143°, охлаждается до 50°, а холодная вода нагревается с 5 до 50°; эту воду, в количестве 15 500 л, собирают в бак и ею промывают ткань в котле, заставляя воду циркулировать обычным путем в течение 1—1½ часов, после чего ее спускают в канаву. После этого следуют еще две промывки холодной водой, по 1½ ч. каждая. После промывки ткань выгружают из котла в течение 3¼ часов. Вся работа в этом котле продолжается 20 ч., из к-рых на варку идет 7—8 ч. Преимущество Б. к. прохоровской системы: а) легкая радиальная циркуляция, вследствие чего подкладка хорошо отваривается уже с одной варки; б) небольшой расход пара; в) простота конструкции; г) меньшее пространство, занимаемое ею по сравнению с горизонтальными котлами. К недостаткам системы относятся: а) отсутствие обратной циркуляции, б) продолжительность загрузки и разгрузки. Расход пара на 1 кг ткани 0,85—1 кг; расход NaOH—4,4% (по весу ткани); на насос расходуется 6—10 НР.

6) Б. к. Тиса-Герцига-Магезиуса (фиг. 8) строится вместимостью до 15 000 кг товара, причем чаще всего употребляются котлы для 5 000—7 500 кг. Система этих Б. к. состоит: из собственно варочного котла А, двух вспомогательных—левого В и правого В, трубчатого подогревателя Г, сборника И для конденсационной воды из подогревателя, центробежного насоса, четырехходового крана, соединяющего варочный котел со вспомогательными котлами, хоботового устройства для укладки товара М, электромотора и воздушного насоса. Для котла, который вмещает 5 000 кг хлопковой ткани, главные части имеют следующее устройство и размеры. Варочный котел

представляет железный цилиндр, склепанный из двух листов, толщ. 12 мм; он имеет несколько коническую форму, причем диаметр верхней части котла—2 900 мм, выс.—2 700 мм. Внизу котел имеет ложное дно из круглого диска и 20 отдельных секторов. К нижнему дну приделана цилиндрическая приставка К. Полезная емкость котла 17,5 м<sup>3</sup>, плотность загрузки 286 кг ткани в 1 м<sup>3</sup>. После загрузки на ткань кладут железный баллон Д весом 600 кг, имеющий назначение разбрызгивать раствор едкого натра равномерно по всей поверхности ткани и не давать товару спутываться во время варки. После установки баллона в горловину крышку котла закрывают, привинчивая ее 25 откидными болтами. Весь варочный котел установлен на кирпичном фундаменте Л. Вспомогательные котлы—железные цилиндрические, каждый емкостью в 16 м<sup>3</sup>—



Фиг. 8.

установлены отдельно на трех чугунных колоннах, причем правый котел служит для сбора вторых промывных вод после второй варки и конденсата при обеих варках, а левый котел—для сбора первых промывных вод после второй варки и для заготовления раствора едкого натра для второй варки. Трубчатый подогреватель Г состоит из 91 трубки с общей поверхностью нагрева в 70 м<sup>2</sup>. Сборник И конденсационной воды (из подогревателя)—железный цилиндрический сосуд диам. 700 мм, емкостью 330 л. Центробежный насос для циркуляции раствора едкого натра имеет производительность 500 л в мин. при 245 об/м. Хоботовый аппарат для укладки товара в варочн. котел состоит из медной воронки диам. 600 мм и труб, телескопически входящих одна в другую и подвешенных на шарнире Кардана. Ткань в два жгута, проходя через баранчик, попадает в воронку, затем в трубу этого аппарата и подается в котел, где и укладывается. Мотор постоянного тока, мощностью 15 HP. Для уменьшения потери тепла варочн. котел, вспомогат. котлы и подогреватель покрыты асбесто-пробков. изоляцией. Вся установка занимает площадь около 10×6 м.

При загрузке котла пускают в ход воздушный насос, выкачивающий воздух из цилиндра К, и получаемое разрежение (до 40—50 см) способствует упрессовке ткани. После заполнения котла тканью прекращают подачу щелока из правого котла; щелок же, находящийся в варочном котле, отсасывают насосом и направляют в правый котел. Когда котел совершенно заполнен тканью, ее покрывают грубым холстом, поверх кладут разбрызгивающий баллон Д и закрывают крышку. Ткань во время этой операции нагревается с 20° до 50° за счет тепла раствора едкого натра, который охлаждается с 90° до 50°. Раствор едкого натра, применявшийся для укладки и нагрева ткани, больше не нужен, и его спускают в канаву. Из левого вспомогательного котла В, содержащего 16 000 л раствора едкого натра с концентрацией 7—8 г на 1 л и t° 90° (первые промывные воды второй варки), перекачивают 10 000 л этого раствора в варочный котел и приступают к первой стадии 1-й варки. Продолжительность подготовительных операций (загрузка котла тканью и наполнение его щелочью) 5 ч., а первой стадии 1-й варки—4 ч. Варка происходит при 2—2½ atm давления при 135° в растворе NaOH (7—8 г в 1 л) при низовой циркуляции щелока. Т. к. из левого котла выкачали 10 000 л щелока, то в нем образуется вакуум, усиливающий циркуляцию раствора NaOH. При этой операции необходимо следить за тем, чтобы давление в левом котле было меньше, чем в верхней части варочного котла, для чего в случае надобности это давление спускают, открывая в левом котле клапан; обыкновенно разница в давлении поддерживается от 0,3 до 0,5 atm. Образующийся в паровой камере подогревателя конденсат с t° 125° собирается в сборнике И, откуда он перекачивается (давлением пара в 3—4 atm) в правый котел. Вторая стадия 1-й варки характеризуется верхней циркуляцией едкого натра, которая продолжается 1 час при t° 135° и давлении в 2—2½ atm. Раствор NaOH, находящийся в варочном котле после первой варки в количестве около 9 000 л (1,5 г в 1 л), спускают в канаву, но так как он обладает большим запасом тепла (ок. 133°), то предварительно им обогревают щелок, заготовленный в левом котле для 2-й варки. С этой целью отработанный щелок из варочного котла под давлением пара медленно направляют в камеру подогревателя, а свежий щелок (раствор NaOH в количестве 5 000 л) из левого котла заставляют циркулировать по трубам подогревателя, причем он нагревается до t° 120—125°. После спуска отработанного раствора NaOH с темп-рой 70° следует промывка тканей в варочном котле горячей водой t° 120°, для чего идет конденсат, собранный во время 1-й варки в правом котле. Промывку производят, незначительно понижая t° и давление в варочном котле. Эта операция продолжается 1 ч. После того раствор свежего NaOH, подогретый до 125—128°, подают насосом из левого котла в варочный котел. После перекачки 5 000 л этого раствора начинается 2-я варка, продолжающаяся 4 часа при темп-ре 135° и давлении в 2—2½ atm

в растворе  $\text{NaOH}$ , содержащем 12 г в 1 л, при верхней циркуляции. В камеру подогревателя пускается пар для обогривания циркулирующего щелоча. Получаемый при этом конденсат с  $t^\circ 125^\circ$  стекает в сборник, а оттуда нагнетается в правый котел. Этот конденсат служит для промывки ткани после второй варки.

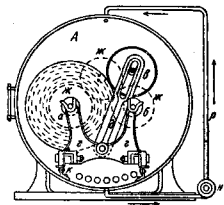
После 2-й варки процесс бучения закончен. Отработанный раствор  $\text{NaOH}$  перекачивают в левый котел и приступают к промывке, пользуясь конденсатом, собранным в правом котле. Однако горячей воды для промывки нехватает, поэтому дополнительно промывают холодной водой. Т. о. в левом котле собирается 16 000 л промывных вод (после 2-й варки), содержащих 7—8 г  $\text{NaOH}$  в 1 л, с  $t^\circ$  от  $90^\circ$  до  $95^\circ$ . Эти промывные воды, как уже было указано, служат для 1-й варки той хлопковой ткани, к-рая будет вновь загрязнена. После заполнения левого котла продолжается промывка ткани холодной водой, которая собирается в правом котле; когда в нем соберется 7 500 л промывных вод с  $t^\circ 90-95^\circ$  и содержанием  $\text{NaOH}$  от 3 г до 4 г в 1 л (этот раствор служит для закладки ткани через хобот), то дальнейшее собирание промывных вод прекращают и их спускают в канаву; при этом теряется до 15 кг  $\text{NaOH}$  (0,5—1,2 г в 1 л). Промывка ткани продолжается около 2 ч.; когда температура в нижней части варочного котла опустится до  $30-40^\circ$ , спускают избыток давления, открывают крышку, снимают разбрызгивающий баллон и приступают к последней операции—разгрузке варочного котла. Ткань, в виде двух жгутов перекидывают через баранчик и выгружают из варочного котла. Эта выгрузка продолжается 3—3½ ч. Таким образом общая продолжительность работы 20—21 ч., из которых на бучение идет 9 ч. Расход пара на 1 кг ткани 0,63—1 кг; расход  $\text{NaOH}$  3,7% (по весу ткани); на насос расходуется от 13 до 14 лр. К достоинствам Б. к. Тиса-Герцига-Матезиуса относятся: а) хорошая и тщательная отварка хлопковой ткани (почти до чистой целлюлозы), б) экономия пара и едкого натра, в) механизация подачи ткани с помощью хобота, г) тщательное удаление воздуха из котла и ткани, а следовательно предупреждение образования оксидцеллюлоз; недостатки — громоздкость, продолжительность загрузки и разгрузки и большая стоимость Б. к.

II. Б. к. для тканей врасправку.

1) Б. к. периодического действия. а) Наиболее простой способ бучения тканей врасправку заключается в том, что ткань, обработанную раствором едкого натра на плюсовке или джиггере, пропускают через обыкновенную запарку или же накатывают на ролики, вкладывают в таком виде на раму на колесах и вдвигают в горизонтальный котел, где без доступа воздуха (после продувки паром) запаривают под давлением; от времени до времени ролики с помощью боковых шестерен вращают, чтобы избежать подтеков на ткани. В виду того что накатанная на ролики ткань представляет для прохождения раствора едкого натра большое сопротивление, Гебауер и Тис предлагают помещать в котел ткань, накатанную на

многогранный баранчик в несколько рядов толщиной в 10—15 см каждый. В углах баранчика, попеременно через один, вкладывают продольные бруски, затем накатывают ткань несколькими слоями, опять вкладывают бруски и т. д. Такой способ накатки дает раствору едкого натра возможность проходить легче и давать при отварке лучшие результаты. б) Б. к. Хренникова состоит из вертикального железного цилиндра, закрываемого крышкой. В нем устанавливают вертикальный железный перфорированный цилиндр меньшего диаметра, на котором врасправку накатана хлопковая ткань. С помощью насоса раствор едкого натра нагнетается в центральную часть перфорированного цилиндра, проходит через его отверстия и через ткань и собирается в пространстве между стенками котла и роликом, откуда опять засасывается насосом. Бучение производится при обыкновенном или повышенном давлении в зависимости от того, закрыт котел крышкой или же нет. Для обогрива котел снабжен паровой рубашкой, в которой циркулирует пар; для уменьшения потери тепла котел покрыт слоем изоляции. Ткань, подлежащую бучению, предварительно пропускают два—три раза в джиггере через горячий раствор едкого натра и накатывают на перфорированный цилиндр в количестве от 60 до 80 кг; затем подводит этот цилиндр с тканью к котлу, устанавливают в нем и наполняют раствором едкого натра. После бучения, продолжаясь 1—1½ часа, следуют промывка и другие операции. в) Б. к. Джексона, Г. П. 127002 (фиг. 9),—горизонтальный цилиндрический железный котел А длиной 2,4 м, диаметром 2 м, куда на рельсах К вкатывают тележку, имеющую две станины с железными роликами а и б длиной около 2,2 м; на один из роликов, например на а, накатывают в два полотна хлопковую ткань в количестве 480 кг.

Во время бучения ткань перекачивается врасправку на другой ролик и обратно. Оси роликов проходят через днище котла, и на них, по другую сторону последнего, находится система зубчатых колес  $э$ , передающих роликам движение от мотора; направление движения этих роликов меняется автоматическим приспособлением. Кроме этих двух роликов имеется металлический перфорированный полый барабан  $в$ , которым ткань расправляется и придавливается; ось этого барабана находится в прорезах рычага  $д$ , что дает барабану возможность передвигаться. Во время перекачивания ткани на нее падает сверху в виде дождя раствор едкого натра и пропитывает ткань; избыток отжимается, стекает в низ котла, откуда забирается центробежным насосом и подается по трубе  $р$  в верхнюю часть котла  $а$ . Для нагрева едкого натра имеются змеевик с глухим паром и труба, подающая острый пар. Ткань тщательно на-



Фиг. 9.

катывается на ролик в два полотна рядом и движется на тележке в котел, после чего закрывают котел крышкой на болтах, задают раствор едкого натра (10—12 г в 1 л) и пускают в ход насос. Одновременно нагревают щелок острым паром при открытом воздушном кране и перекачивают ткань с ролика на ролик. По удалении воздуха из котла (продувкой) воздушный кран закрывают и давление в котле доводят до 2 атм. С этого времени пуск острого пара прекращают и нагревание производят глухим паром в течение 3 часов. За это время ткань прокатывают от 6 до 15 раз при скорости перекатки в 30—12 минут. По окончании бучения открывают кран для спуска давления, расхолаживают котел, промывают ткань и выкатывают тележки. Расход пара на 1 кг товара доходит до 2 кг. Расход едкого натра—4% (по весу ткани). К недостаткам котла следует отнести: 1) возможность образования продольных засечек, которые хуже отвариваются и поэтому заметны после отбели и крашения; 2) возможность образования обрывов, к-рые можно заметить только после бучения. г) Б. к. Э. Г м и н д е р а (Циттауский маш. завод)—горизонтальный железный цилиндрический котел, у которого по образующей цилиндра имеется продольн. отверстие. Через это отверстие в котел самоткладом, правильными петлями, укладывают врасправку хлопковую ткань.

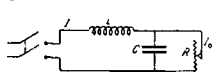
2) Б. к. непрерывного действия. а) Б. к. Г р е т е р а - Б е н ц а, фирмы Эдмстон в Манчестере, Ан. П. 1889 г.,—первый аппарат для непрерывного бучения. Он состоит из замкнутого прямоугольного железного ящика, который двумя поперечными железными стенками, не доходящими до дна, разделяется на три неравные отделения—два небольшие (крайние) и одно большое (среднее). При начале работы в среднее отделение пускают пар, вследствие чего большая часть раствора едкого натра вытесняется в крайние отделения, и в них уровень едкого натра поднимается значительно выше уровня среднего отделения (в последнем он составляет  $\frac{1}{5}$  высоты); при этом образуются гидравлические затворы, не позволяющие воздуху проникать в среднюю часть. Ткань по направляющим роликам поступает в первое отделение, где замачивается в растворе едкого натра, а из него—во второе (среднее) отделение, где движется сначала по роликам в вертикальном направлении, пропитываясь при этом кипящим раствором едкого натра, затем делает несколько петель в горизонтальном направлении уже в атмосфере пара, где и запаривается, и наконец выходит через третье отделение наружу. Таким образом здесь ткань пропитывается едким натром и запаривается. Производительность этого Б. к. 27,5 м в 1 мин.; продолжительность пребывания в нем ткани 2 м. В виду того что действие едкого натра здесь непродолжительно, ткань после выхода из Б. к. подвергают дополнительной лежке в течение 5—6 часов для увеличения продолжительности действия едкого натра. б) Б. к. Э. В е л ь т е р а, Г. П. 120 447, напоминает известную непрерывно действующую запарку того же конструктора. Здесь ткань

в виде петель длиной 3 м каждая завешивается на железных палках и передвигается на цепи через аппарат, состоящий из трех отделений: первого, где происходит замачивание в растворе едкого натра, второго—запарного и третьего—промывного. Таким образом ткань попадает в раствор едкого натра, затем отжимается с помощью вальцов и попадает на  $\frac{1}{2}$  часа в пространство, наполненное паром с давлением, достигающим 0,1 атм, а затем промывается. в) Б. к. Р и г а м о н т и - Т а л ь я н и, Г. П. 116605, дает возможность более продолжительного действия раствора едкого натра, т. к. здесь ткань, пропитанная раствором NaOH, укладывается петлями врасправку в компенсатор, где остается некоторое время в атмосфере пара повышен. давления. В средний ящик аппарата выпускается пар, под давлением которого раствор NaOH переливается частично в следующий, узкий и высокий, ящик и занимает в нем более высокий уровень. Ткань проходит сюда по роликам, замачивается в горячем растворе NaOH и поступает в широкий ящик, где после отжима между вальцами укладывается помощью самоклада ровными петлями в U-образный компенсатор-транспортёр и медленно в нем передвигается, замачиваясь опять в кипящем растворе едкого натра, к-рый все время циркулирует при помощи насоса. Особое автоматич. приспособление приостанавливает подачу ткани в компенсатор, как только он ею заполнен, и опять включает подачу после освобождения компенсатора. По выходе из последнего ткань через узкий ящик выходит из аппарата. Продолжительность пребывания ткани в Б. к. для товара под печать—1 ч., а для других сортов—2 ч. г) Б. к. М ю н т а д а и Р о в и р а, Г. П. 181169, состоит из трех камер, соединяющихся между собой и разобщенных с атмосферой при помощи гидравлических затворов. Ткань, замоченная в кипящем растворе NaOH, укладывается самокладом в компенсатор и, постепенно передвигаясь к выходу, подвергается более продолжительному действию NaOH в атмосфере пара. Раствор едкого натра движется навстречу ткани. В следующей (запарной) камере ткань запаривается, причем для увеличения продолжительности запаривания она и здесь укладывается в компенсаторы и постепенно передвигается к последней (промывной) камере. Здесь ткань промывается, после чего выходит из аппарата. Промывная вода движется навстречу ткани. Давление пара в этих трех камерах постепенно увеличивается и достигает максимума в 2 атм в запарной камере. Этот аппарат кроме недостатков, присутствующих закрытым аппаратам, имеет еще и тот недостаток, что здесь ткань приобретает большую вытяжку и что вследствие небольшого давления здесь нельзя бучить чехловую ткань.

Лит.: О г л о б л и н В. Н., Беленецкий л.-бумажн. товаров. М., 1909; С т е п а н о в Н. А., Критический очерк варочных котлов, «Изв. Об-ва для содействия улучш. и развитию мануф. пром.», М., 1908, т. 12, 1 и 2; М и х и р е в В. А., Варочный котел сист. Тиса-Гершга, «Изв. текст. пром. и торг.», М., 1925, 11, стр. 23; В о д о г о н с к и й И. В., Тепловая баланс в варочном котле сист. Тиса-Гершга, там же, 1925, 12, стр. 23; В и к т о р о в П. П. и С о к о л о в А. И.,

К вопросу о рац. процессе бучения хл.-бум. трансф., там же, 1925, 19/10, стр. 33; М о н о ш е в И. К., Некоторые данные установок варочного котла системы Тиса-Геринга, там же, 1925, 46/17, стр. 22; П е р а с и м о в И. А., Отбельные кубы «Прокровской системы» и горизонтальные «Маттер-Платт», там же, 1926, 31/32, стр. 25; K i n d W., Das Bleichen d. Pflanzfasern, 2. Aufl., Wittenberg, 1922; L o e w e n t h a l R., K u c h e l E., R o w s o n Ch., Handbuch der Färberei d. Spinnstoffe, B., 1924; Н е р г а в а П. Р., Technologie der Textilfärberei, Berlin, 1924; T h e i s F. C., Die Strangbleiche baumwoll. Gewebe, B., 1905; T h e i s F. H., Zur Entwicklung d. Kochmethoden u. Kochanlagen in Textilveredlungsbetrieben, «Chemiker-Ztg», Cothen, 1921, Jg. 45, 151, p. 949. Д. Грибоедов.

**БУШЕРО СХЕМА**, называемая также «конденсаторным трансформатором», служит для сохранения, при постоянной амплитуде напряжения сети, постоянной амплитуды силы

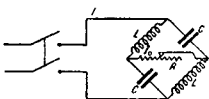


Фиг. 1.

тока в одной из ветвей схемы, независимо от нагрузки, или наоборот для сохранения, при постоянной ам-

плитуде главного тока, постоянной амплитуды напряжения на одной из ветвей схемы.

Если емкости  $C$  и индуктивности  $L$  схемы (фиг. 1 и 2) удовлетворяют соотношению  $L\omega = \frac{1}{C\omega}$ , то сила тока  $I_0$  не зависит от величины омического сопротивления  $R$ . Если сохранять постоянной амплитуду главного тока  $I_0$ , то напряжение  $I_0 R$  остается постоянным, независимо от величины  $R$ . Емкость  $C$  и индуктивность  $L$  можно поменять местами в обеих схемах. Схема



Фиг. 2.

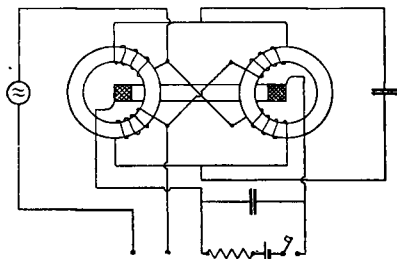
Бушере могла бы быть полезной при последовательном включении в сеть потребителей тока, однако практическому применению этой схемы препятствуют большие размеры наждающих мощностей, на которую приходится рассчитывать конденсаторы  $C$  и дроссели  $L$ . Лит.: К р у г К. А., Основы электротехники, стр. 176, М., 1926. Я. Шильрейн.

**БЫКИ МОСТОВ**, см. Мосты.

**БЫСТРОДЕЙСТВУЮЩИЕ РАДИОПЕРЕДАЧА И РАДИОПРИЕМ**, передача и прием сигналов в радиотелеграфе помощью автоматически действующих телеграфных аппаратов со скоростями, недоступными для слухового приема, т. е. выше 30 слов в минуту. Б. р. и р.—одно из важнейших достижений современной радиотехники—нашли применение в радиотелеграфе: 1) для повышения пропускной способности радиосвязи, что дает возможность понизить радиотелеграфные тарифы; 2) в целях более продуктивного использования для обмена тех непродолжительных периодов за сутки ( $\gamma$  налетом), когда сила атмосферных разрядов значительно падает; 3) как средство для рационализации эксплуатационной службы радиотелеграфа. Задача использовать телеграфные аппараты в радиотелеграфе получила практически удовлетворительное решение лишь после проникновения в радиотехнику электронных ламп. При современных возможностях радиотехники решение этой задачи наибольшее трудности встречает в части радиоприема, а потому возможности радиоприема и фиксируют общие до-

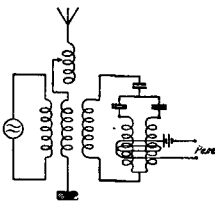
стижения быстродействующих радиопередачи и радиоприема.

Быстродействующая радиопередача обычно производится телеграфными передатчиками Уитстона или Крида; последний является усовершенствованным первого, а потому он постепенно заменяет собой в эксплуатации передатчик Уитстона. Контакты передатчика выключаются или в местную цепь мощного реле, которое рвет



Фиг. 1.

генераторный контур, или в цепь питания передатчика, или в цепь, воздействующую на сетку специальной лампы, управляющей излучением передатчика без посредства реле и заменяющей это последнее. Первый способ требует применения специальных реле; однако эти реле (например реле Крида, разработанное для манипуляционной мощности 300 kW) в эксплуатации оказываются сложными, а потому мало рациональными. В последнее время нашли применение более совершенные и конструктивно более простые реле меньшей мощности, управляющие излучением передатчика помощью специальных электрических устройств. В Германии фирма Телефункен для этих целей использует манипуляционный дроссель системы Осноса (фиг. 1), принцип действия которого заключается в том, что постоянный ток в цепи реле, подмагничивая сердечник дросселя, вызывает расстройку в цепи высокой частоты машины. Аналогичное устройство, называемое «магнитным модулятором», применяется в машинных передатчиках в Америке. В магнитном модуляторе (фиг. 2) расстройка получается в контуре, связанном с антенной и поглощающем энергию из последней при разомкнутом ключе. В ламповых передатчиках конструкция реле может быть еще проще, так как излучением передатчика можно управлять с помощью реле, воздействующего на

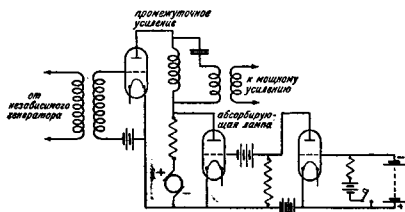


Фиг. 2.

цепь сети, в которой мощности вообще невелики. Однако в виду некоторых трудностей получения отчетливой работы, особенно при больших мощностях (свыше 20 kW) и больших скоростях, в некоторых ламповых передатчиках (например Маркони)

используется метод манипуляции помощью расстройки в промежуточном контуре. В мощных ламповых передатчиках [например Рэгби (Англия), 500 kW], составленных по схеме независимого возбуждения с рядом каскадов мощного усиления, манипуляция производится одновременно в нескольких местах схемы (например в передатчике Рэгби — в трех местах: в независимом генераторе и в двух промежуточных каскадах усиления на расстройку). В быстродействующих коротковолновых передатчиках манипуляция осложняется тем, что она должна быть увязана с устойчивостью волны излучения при работе ключом. Обычно здесь она осуществляется или методами расстройки или помощью специальной поглощающей лампы, на которую переводится нагрузка промежуточного каскада усиления при паузах между сигналами. На фиг. 3 показано такое устройство в передатчиках К<sup>0</sup> Маркони.

Быстродействующий радиоприем для своего осуществления требует 1) значительного усиления принятых сигналов и 2) трансформирования принятых сигналов с высокой или низкой частоты в свой первоначальный вид, какой они имели в цепи трансмиттера в месте радиопередачи. Для второй цели служат выпрямительные схемы, которые трансформируют токи низкой (или высокой) частоты сигнала путем выпрямления и сглаживания их в токи пульсирующие, в результате чего к ресиверу сигналы подводятся в таком же



Фиг. 3.

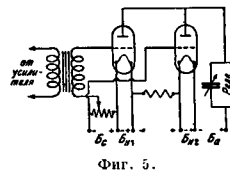
виде, в каком они получаются с линии в проволочном телеграфе. Требуемая степень усиления сигналов зависит 1) от силы принимаемых сигналов, 2) от скорости работы и 3) от чувствительности применяемой схемы выпрямителя.

Усилительная установка для быстродействующего радиоприема должна 1) иметь большую избирательность, но не в ущерб отчетливой работе, 2) быть безусловно устойчивой в работе. Усилительная часть установки обычно содержит в себе: 1) ряд настроенных каскадов высокой частоты (3—4), к-рым предшествует несколько избирательных контуров; 2) гетеродин для получения биений на низкой частоте; 3) фильтры низкой частоты; 4) один-два каскада усиления низкой частоты. Некоторые распространенные наши схемы многократного гетеродирования с усилением на промежуточн. частотах, особенно для приема коротких волн.

Чувствительность выпрямителя определяется крутизной и перегибом выпрямительной его характеристики. Задача выпрямле-

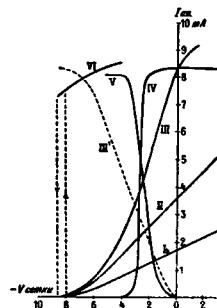
ния сигналов в быстродействующем радиоприеме решена несколькими путями. В простейшей выпрямительной схеме (фиг. 4) используется нижний перегиб анодной характеристики лампы. Выбор лампы определяется чувствительностью реле. При реле, которые работают от тока силы 1—2 mA, применяют обычные приемные электронные лампы (например лампы микро). Для реле менее чувствительных применяются лампы с большей эмиссией или две в параллель, которые дают суммарный эффект. Недостатки этой схемы след.: 1) малая чувствительность тре-

Фиг. 4.



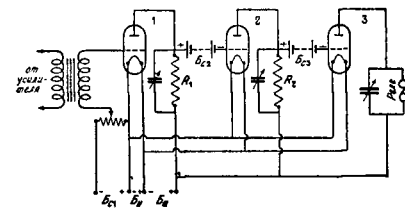
Фиг. 5.

мной для отчетливого радиоприема с очень большими скоростями. По этим причинам в технике радиоприема стали находить применение более сложные, но более совершенные схемы выпрямителей. На фиг. 5 показана схема с каскадным включением ламп, значительно более чувствительная, чем схема, показанная на фиг. 4. Это видно из фиг. 6, где кривая I изображает статическую характеристику выпрямителя по схеме фиг. 4, кривая II — то же для двух ламп в параллель и кривая III — для двух ламп по схеме фиг. 5. Все характеристики относятся к случаю применения ламп микро при анодном напряжении 80 V. На фиг. 7 приведена схема с 3 каскадами. Эта схема помимо своей чувствительности (кривая IV фиг. 6) замечательна также тем, что она является ограничительной для сигналов. Это видно из характера кривой IV фиг. 6. Ограничивающее действие обуславливает лампа 2 (фиг. 7); при действии сигнала возрастающий ток в анодной цепи лампы 1 через сопротивление  $R_1$  задает на сетку лампы 2 отрицательное напряжение, которое вызывает спадание анодного тока лампы 2 к нулю. После того как ток в аноде лампы 2 достиг нуля, дальнейшее увеличение напряжения от сигнала не дает никакого эффекта. Если чувствитель-



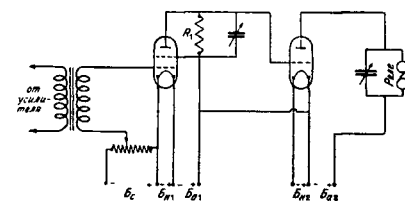
Фиг. 6.

ность реле достаточна, то можно ограничиться использованием только первых двух ламп, включив реле вместо сопротивления



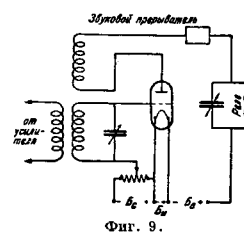
Фиг. 7.

$R_2$ ; в этом случае реле должно работать на спадающем токе. Аналогичная по действию схема с использованием в первом каскаде двухсеточной лампы показана на фиг. 8.



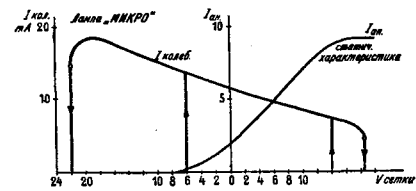
Фиг. 8.

Характеристика этой схемы (кривая V на фиг. 6) значительно круче характеристики схемы фиг. 7 при применении в ней только двух ламп (кривая III, пунктир). Схемы, работающие на спадающем токе, для получения того же эффекта, к-рый дают схемы, работающие на возрастании тока, требуют повышения анодного напряжения (на фиг. 6 кривые V и III даны для анодного напряжения в 160 В). В схемах выпрямителей с генераторным режимом (фиг. 9) для воздействия на реле используются срывы и возникновение колебаний



Фиг. 9.

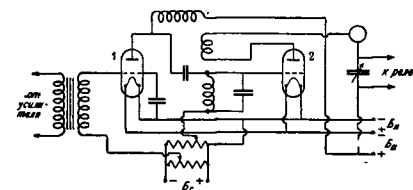
для анодного напряжения в 160 В). В схемах выпрямителей с генераторным режимом (фиг. 9) для воздействия на реле используются срывы и возникновение колебаний



Фиг. 10.

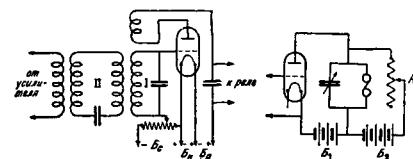
На фиг. 6 показана для сравнения характеристика такого устройства (кривая VI). Преимущества этих схем: 1) большая чувствительность, 2) ограничительное действие.

Основной недостаток—осложнения, вызываемые мероприятиями для ликвидации колебательного гистерезиса. Размеры колебательного гистерезиса для приемных ламп показаны на кривых фиг. 10. Для борьбы с гистерезисом кроме способа Тернера, который применяет в схеме фиг. 9 в анодной цепи звуковой прерыватель, имеются предложения Куусенко, показанные в схемах фиг. 11 и 12. В первой схеме гистерезис



Фиг. 11.

уменьшен до минимума тем, что срывы колебаний вызываются воздействием на колебательный контур анодного сопротивления, уменьшающегося при приеме сигнала. Во второй схеме контур I (при соответствующем расчете его) получает возможность возникновения генерации только при действии напряжения от сигнала на контур II, связанный и настроенный в резонанс с первым. 1-я схема работает на спадающем, 2-я—на

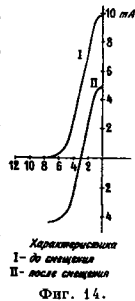


Фиг. 12.

Фиг. 13.

возрастании тока. Эти схемы, представляя большой интерес, распространения не получили, так как современные лампы могут дать аналогичные по крутизне выпрямительные характеристики и без генерационного режима.

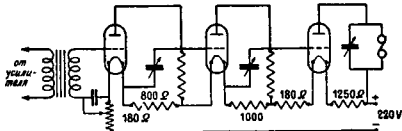
При применении неполяризованного реле двусторонний ток может быть получен от любой из приведенных схем, если в анодной цепи последней лампы применить соединения, показанные на схеме (фиг. 13). Здесь вспомогательная батарея  $B_2$  при отсутствии тока через анодную цепь (пауза) посылает через реле ток обратного направления; помощью сопротивления  $R$  этот ток м. б. подобран равным току обратн. направления при сигнале. На фиг. 14 показана характеристика такого устройства (до смещения—кривая I, после смещения—кривая II). Неполяризованное реле с 2 обмотками может работать от схемы фиг. 7, если одну обмотку включить последовательно с сопротивлением  $R_2$



Фиг. 14.

На фиг. 6 показана для сравнения характеристика такого устройства (кривая VI). Преимущества этих схем: 1) большая чувствительность, 2) ограничительное действие.

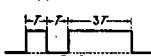
в анодную цепь 2-й лампы, а другую—в анодную цепь 3-й лампы. Равенство токов можно подобрать, заменяя или сопротивлени-  
е  $R_2$  или напряжение батареи  $E_2$ . При выносе выпрямительного устройства в центр (радиоузел) питание всех его цепей м. б.



Фиг. 15.

осуществлено от сети постоянного тока, питающей моторы и местные цепи аппаратов. На фиг. 15 для примера показана наиболее сложная схема выпрямителя (фиг. 7) с централизованным питанием от цепи постоянного тока в 220 V. Централизованное питание м. б. осуществлено и от цепи переменного тока с применением кенотрона.

Скорость Б. р. и р. Один из важнейших вопросов в Б. р. и р.—сохранение формы сигналов неискаженной при прохождении их через различные цепи аппаратов. В своем первоначальном виде сигналы имеют форму, показанную на фиг. 16 для буквы «а».



Фиг. 16.

Кривая такого вида с прямоугольной огибающей м. б. разложена анализом Фурье, для случая передачи точек, на ряд составляющих гармоник. частот:

$$V = \frac{E}{2} + \frac{E}{\pi} \sin \omega t + \frac{E}{3\pi} \sin 3\omega t + \dots + \frac{E}{n\pi} \sin n\omega t + \dots$$

Здесь  $\omega = 2\pi F$ ;  $F$  — частота точек  $= \frac{1}{2T}$ , где

$T$  — продолжительность точки в ск.; пауза между сигналами также равна  $T$ . Для сигналов, состоящих из точек и тире, получается спектр составляющих частот. На фиг. 17 показан спектр

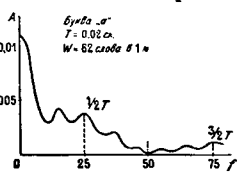
для буквы «а» (при  $T = 0,02$  ск. и  $w = 62$  слова в 1 мин.). Зависимость между  $T$  и скоростью передачи  $w$ , выражаемой числом слов в мин. (считая за стандартное слово «Paris», состоящее из 5 букв, продолжительностью каждая в среднем  $8T$ ), определяется уравнением

$$w = \frac{1,25}{T}$$

откуда  $F = \frac{w}{2,5}$  пер/сек.

w...	30	60	100	150	200
T...	0,0417	0,02083	0,0125	0,00834	0,00625
F...	12	24	40	60	80

Для хорошей различаемости точек и тире необходимо, чтобы для приема в неискаженном виде сохранилась частота, рав-



Фиг. 17.

ная утроенной основной  $F = \frac{3}{2T}$ . В цепях реле передатчика искажения мало существенны и могут вызвать только некоторое опоздание начала и конца сигнала. Более существенны явления в цепях высокой частоты передатчика и приемника при манипуляции. Ток в контурах высокой частоты при действии сигналов с прямоугольной огибающей получает свое максимальное значение не сразу, а нарастает согласно уравнению

$$i = I \left( 1 - e^{-\frac{t}{\tau}} \right) \sin \omega_0 t$$

и спадает согласно уравнению

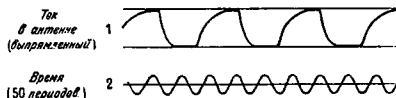
$$i = I \cdot e^{-\frac{t}{\tau}} \sin \omega_0 t,$$

где  $\omega_0 = 2\pi f$ ,  $\tau$  — постоянная времени в ск., равная  $\frac{2L}{R} = \frac{1}{\delta \cdot f}$ , где  $\delta$  — логарифмический декремент цепи,  $f$  — принимаемая частота,  $L$  и  $R$  — самоиндукция и сопротивление контура. Для отчетливого приема (и передачи)  $T \cdot \delta \cdot f = 9,5$ , или  $T \cdot \delta \cdot f = 2$ . Таким образом скорость приема и передачи зависит от декремента и длины волны ( $\lambda = \frac{3 \cdot 10^8}{f}$  м). Предельная скорость приема слов в минуту:

Декремент $\delta$	Длина волны $\lambda$ в м			
	20 000	5 000	1 000	100
0,01	94	380	1 880	20 830
0,001	9,4	38	188	2 083

Т. о. передаче и прием по радио можно вести с тем большей скоростью, чем короче волна и больше затухание контуров. В части передачи увеличивать затухание не рационально, т. к. это приводит к бесполезным потерям в контурах передатчика. На фиг. 18 показана осциллограмма манипуляции (одновременно в двух промежуточных контурах) радиостанции Регби на  $\lambda = 18 750$  м при  $w = 40$  словам в м. Увеличение  $\delta$  при увеличении скорости приема приводит к понижению избирательности приема.

Избирательность. При современных условиях развития радиосвязи, а также в целях большей свободы от действия на



Фиг. 18.

прием атмосферных разрядов избирательность приема л. б. по возможности наибольшей; увеличение избирательности уменьшает вероятность помех. Поэтому для реализации наилучших условий приема эти два противоположные по смыслу требования должны получить компромиссное решение. Избирательность лучше всего определяется полосой пропускания частот  $\Omega$ . При работе ключом антенна передатчика излучает спектр частот  $\Omega = f \pm \frac{n}{2T}$ , где  $n = 1, 3, 5$  и т. д.



На фиг. 19 показаны величины напряжения при различных  $\omega$ . Для отчетливого приема необходимо, чтобы  $\Omega = f \pm \frac{3}{2T}$ , откуда  $\Omega = f \pm 1,2 \omega$ , а следовательно требуемая полоса частот  $\Omega = 2,4 \omega$ . Полоса частот для пограничного случая приема, когда  $\delta \cdot f \cdot T = 2$ , определится следующим образом:

$$\delta = \frac{(f_1 - f_2) \pi}{f \sqrt{k^2 - 1}},$$

где  $f_1$  и  $f_2$  — предельные частоты, принимаемые контуром,  $k = \frac{I_r}{I_1}$ ,  $I_r$  — ток при резонансе,  $I_1$  — при  $f_1$ , следовательно

$$\Omega = \frac{2V \sqrt{k^2 - 1}}{\pi \cdot T} = 0,51 V \sqrt{k^2 - 1}.$$

Полагая, что при  $I = 0,7 I_r$ , т. е. при  $k^2 = 2$ , все слагаемые частоты практически передаются контуром одинаково хорошо, имеем  $\Omega = 0,51 \omega$ . При приеме с большими скоростями требуется безусловное отсутствие мешающего действия других станций. Посторонняя станция не мешает приему, если ток, создаваемый ею в приемном контуре, не более  $0,1 I_r$  корреспондирующей станции. Таким образом  $\Omega_1$ , принимаемая принимаемой станцией, для предельного случая равна  $5,1 \omega$ , для случая отчетливого приема —  $2,4 \omega$ . Для сужения  $\Omega_1$  используют несколько контуров, слабо связанных между собой. Резонансная кривая нескольких контуров уже, но вершина ее менее заострена. Это происходит благодаря влиянию одной цепи на другую, которое максимально при резонансе всех контуров. Для 3—4 контуров, имеющих каждый допустимо низкий  $\delta$ ,  $\Omega_1$  для предельного случая приблизительно равна  $\omega$ , для отчетливого приема  $\Omega = 3\omega$ . Применение нескольких контуров высокой частоты не позволяет получить избирательности, допускаемой приемом без искажений, в виду трудности изготовления контуров с низким логарифмическим декрементом затухания  $\delta$ ; получить избирательность на высокой частоте (несколько контуров) полосой  $\Omega$  меньше 1 000 циклов в сек., не прибегая к очень дорогим устройствам, обычно трудно. Получаются требуемые избирательности на высокой частоте лишь при применении кварцевых кристаллов. Значительно проще допускаемая избирательность осуществляется путем применения тональных фильтров, составленных по схемам в виде ячеек или в виде нескольких (2—3) настроенных усилительных каскадов и рассчитанных на пропускаемость указанных выше полос частот.

Прочие факторы, влияющие на быстродействующий радиоприем. В цепях выпрямителей постоянный ток также нарастает по закону

$$i = I \left( 1 - e^{-\frac{t}{\tau}} \right);$$

спадает постоянный ток по след. закону:

$$i = I \cdot e^{-\frac{t}{\tau}},$$

где  $\tau$  — постоянная времени цепи; в течение промежутка времени  $t = \tau$  сила тока возрастает на 63% от своего конечного значения. Для отчетливого приема допустимо, чтобы  $T = 3\tau$ . В анодных цепях выпрямителя с включенной обмоткой реле, имеющей самоиндукцию  $L$  и сопротивление  $R$ ,  $\tau = \frac{L}{R + R_i}$ ; ток нарастает быстрее, если обмотку реле зашунтировать конденсатором емкостью  $C$ . Для этого случая ток в анодной цепи выпрямителя

$$i_{an.} = \frac{E_c \theta}{R + R_i} \left\{ 1 + e^{-\alpha t} \left[ A_1 e^{\beta t} + A_2 e^{-\beta t} \right] \right\},$$

$$\text{где } \alpha = \frac{R}{2L} + \frac{1}{2CR_i} \text{ и } \beta = \sqrt{\left( \frac{R}{2L} - \frac{1}{2CR_i} \right)^2 - \frac{1}{LC}}.$$

$A_1$  и  $A_2$  для нарастаний тока имеют значения:

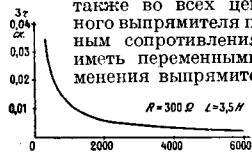
$$A_1 = \frac{R(a - \beta) - L(a - \beta)^2}{2\beta(r - 2La)}, \quad A_2 = -\frac{R(a + \beta) - L(a + \beta)^2}{2\beta(r - 2La)}.$$

Для спада тока  $A_2$  меняет знак,  $A_1$  остается без изменений. Величина емкости конденсатора, шунтирующего реле для получения наибольшей скорости нарастания и спада тока, определяется из ур-ня:

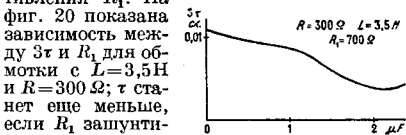
$$C = \frac{L}{R_i} \left[ \frac{1}{R_i} + \frac{2}{R} \left( 1 - \sqrt{1 + \frac{R}{R_i}} \right) \right].$$

Для уменьшения влияния атмосферных разрядов на реле выгодно, чтобы нарастание тока сигналов в выпрямителе было допустимо медленнее для данных скоростей. Для изменения скорости нарастания сигналов конденсаторы, включенные параллельно обмоткам электромагнитов реле, а также во всех цепях многокаскадного выпрямителя параллельно анодным сопротивлениям, рационально иметь переменными. В случае применения выпрямителей с ограничительным действием оказывается возможным работать с большими  $\tau$  и большей избирательностью ( $f \cdot \delta \cdot T = 1,5$ ). В местных цепях телеграфных аппаратов, работающих от реле,  $\tau = \frac{L}{R}$ , где  $L$  и  $R$  — самоиндукция и сопротивление обмоток аппаратов. Рационально для уменьшения  $\tau$  включать последовательно в цепь дополнительные сопротивления  $R_1$ . На фиг. 20 показана зависимость между  $3\tau$  и  $L$  для обмотки с  $R = 3,5 \Omega$  и  $R = 300 \Omega$ ;  $\tau$  станет еще меньше, если  $R_1$  зашунтировать емкостью.

На фиг. 21 показана зависимость  $3\tau$  от  $C$  при  $R_1 = 700 \Omega$  для того же примера;  $\tau$  уменьшится также, если обмотки аппарата зашунтировать емкостью. Для тушения искры контакта реле



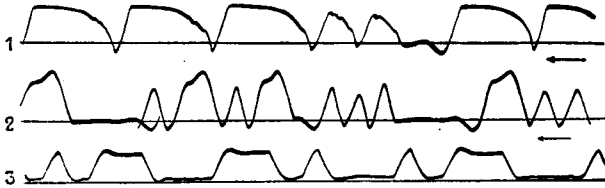
Фиг. 20.



Фиг. 21.

рационально зашунтировать конденсатором с последовательно включенным сопротивлением  $R_2$ ; в этом случае, при размыкании реле, когда  $\frac{4L}{C(R+R_2)^2} \ll 1$ ,  $\tau = \frac{L}{R+R_2}$ . Так как в местных цепях реле сигналы могут получить большие искажения, чем в цепях выпрямителя, то весьма рационально, если электромагнитная система аппарата это допускает, работать без посредства реле, включая обмотки аппарата прямо в анодную цепь выпрямительной лампы. Т. к. для получения оптимального эффекта в выпрямительной цепи полное сопротивление обмоток  $Z$  д. б. равно  $\sim \frac{1}{2} R_i$  лампы, то работу без посредства реле можно получить от ресивера Уитстона при наличии выпрямленного тока от сигнала порядка 8—10 мА. Без реле может работать большинство ондуляторных аппаратов (см. *Ондуляторы*) при выпрямленном токе от 3—10 мА. На фиг. 22 показаны осциллограммы приема по трем разным методам на ресивер Уитстона: 1—ресивер в цепи реле,  $w=60$  слов в 1 мин.; 2—ресивер в цепи выпрямителя,  $w=100$  слов в 1 мин.; 3—ресивер в цепи выпрямителя с ограничением, работающим на спадание,  $w=100$  слов в 1 мин. Осциллограммы показывают рациональность работы без реле.

Быстродействующий радиоприем встречается тем меньше стесняющих факторов, чем



Фиг. 22.

короче волна, по двум причинам: 1) чем короче волна, тем больше радиостанций могут работать не мешая друг другу при меньшей избирательности приема, а следовательно с большей скоростью: при постоянстве  $\Omega$  постоянно и  $\frac{\lambda_1 - \lambda_2}{\lambda_2}$ , где  $\lambda_1$  и  $\lambda_2$  — длины волн, соответствующие частотам  $f_1$  и  $f_2$  в полосе частот  $\Omega$ ; 2) чем короче волна, тем меньше действие атмосферных разрядов.

Установлено, что результаты, получаемые при приеме различных длин волн, идентичны при постоянстве  $\frac{E}{w}$ , где  $E$  — сила поля принимаемой станции. Под идентичными условиями приема понимается одинаковость числа ошибок в % при данных атмосферных условиях.

Надежность приема обычно определяется отношением силы сигнала к силе атмосферных разрядов:

$$\frac{E_s}{E_a} = \frac{E \cdot \omega \cdot \pi (1 - e^{-\delta T})}{A \cdot p \cdot \delta}$$

где  $\omega = 2\pi f$ ,  $A$  — амплитудное значение кривой атмосферного разряда,  $p$  — время от начала до конца действия атмосферного разряда. На фиг. 23 дана зависимость между  $\frac{E_s}{E_a}$  и

$f \cdot \delta \cdot T$  при прочих постоянных. Для выпрямленных сигналов та же зависимость определяется уравнением

$$\frac{Q_s}{Q_a} = \frac{E \cdot \pi \cdot \omega}{A \cdot p \cdot \delta} + \frac{25E \cdot f^2}{wAP}$$

При постоянстве  $\delta \cdot f$ ,  $\frac{E_s}{E_a} \approx \frac{w}{20}$ . Быстродействующий радиоприем вообще возможен при  $\frac{E_s}{E_a} > 1$ . Увеличение  $\frac{E_s}{E_a}$  при увеличении  $w$  объясняется: 1) меньшим энергетическим эффектом точки при приеме, 2) более чувствительной регулировкой реле, реагирующей на малейшее искажение сигналов. При проектировании радиопередатчика для быстродействующей радиосвязи обычно нужно исходить из величины средней  $\frac{E_s}{E_a}$  в месте приема. Для центрального района Союза ССР, для надежного приема со скоростями 100 слов,  $E_s$  для зимнего времени должно быть порядка 100—150  $\mu V/m$ , для летнего времени 200—300  $\mu V/m$ .



Фиг. 23.

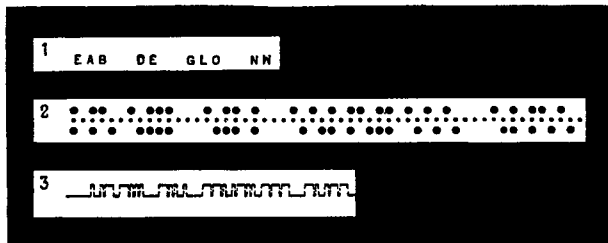
Короткие волны для быстродействующего радиоприема, обладая большими преимуществами в отношении атмосферных разрядов, имеют следующие недостатки. 1) Трудность поддержания требуемого постоянства длины волны. В длинноволновой связи изменение тона  $\Delta c$  принимаемых сигналов допускается в пределах  $\pm 20$  циклов в секунду. Большинство длинноволновых коммерческих радиостанций имеет гораздо большее постоянство длины волны. При коротких волнах, несмотря на то, что допустимы большие изменения тона  $\Delta c$  (до 8—10%), положение с постоянством волны значительно осложняется, т. к.  $c\Delta c = f\Delta f$ , где  $\Delta f$  изменение частоты в %, соответствующее изменению тона  $\Delta c$  в %. 2) Резко выраженное замирание сигналов. В настоящее время удалось значительно понизить эффект замирания сигналов на прием, осуществляя прием одновременно с 2 или 3 антеннами, а также путем применения направленной передачи и приема («лучевая система» Маркони). Помощью «лучевой системы» Маркони удалось установить коммерческую связь со скоростью 100 слов в 1 минуту между Англией с одной стороны, и Австралией, Канадой, Южной Африкой и Индией — с другой.

В современном радиоприеме нашли широкое использование гл. обр. ондуляторные телеграфные аппараты различных систем. Ондуляторные аппараты для радиотелеграфа имеют то преимущество, что они позволяют при навыке распознавать искаженный сигнал. На некоторых линиях коротких и с большой нагрузкой нашли применение буквопечатные аппараты Крида. Экспло-

атация аппаратов Криада в радиосвязи выявила следующие их преимущества перед другими буквопечатающими аппаратами: 1) возможность контроля приема ондулятором, включенным параллельно ресиверу Криада; при контроле ондулятором возможно правильное чтение сигналов при их искажении до 40%; 2) отсутствие необходимости в точном синхронизме; при скорости в 100 слов ресивер Криада допускает для приема без искажения разницу в скоростях до 30% между трансмиттером и ресивером; 3) легкость установления синхронизма ре-

электротехническим трестом заводов слабого тока для Наркомпочтеля радиостанции оборудовать аппаратами быстродействующих радиопередачи и радиоприема.

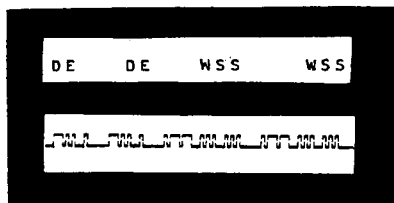
Лит.: Куксенов П. Н., Быстродействующие буквопечатающие аппараты Криада и их использование в радиотелеграфе, Москва, 1928; его же, Об автоматическом радиоприеме с большими скоростями, «ТяТБП», Н.-Новгород, 1925, 2 и 3; его же, О новой системе пущего радиоприема, там же, 1925, 2; Щорин А. Ф., Сравнительно-экономический расчет различных систем радиостанций, там же, 1922, 14, 15, 16 и 17; его же, Работа по радио быстродейств. и буквопечат. аппаратами, там же, 1922, 13; Минц А. И. и Огаев Н. И., Передача быстродейств. и буквопечат. аппаратами по радио, там же, 1926, 39; Nesper E., Radio Schnelltelegraphie, Berlin, 1922; Banneitz F., Über Betriebsversuche und Erfahrungen mit drahtloser Schnelltelegraphie, «ETZ», B., 1927; Dosne P., Geneva—London Radio Circuit, «Radio Review», L., 1921, 2; Verch H., Schnelltelegraphie auf d. Grosstationen, «Telefunken-Ztg», Berlin, 1921, 22; Weiberg Z., The Recording of High Speedsignals in Radiotelegraphy, «Proceed. of the Instit. of Radio Engineers», N. Y., 1921, December; Swinton C., Wireless Telegraphy, Printing on the Creed Automatic System, «The Wireless Worlds», London, 1920, v. 8; Cusins A. G., Drahtlose Schnelltelegraphie, «Jahrb. d. drahtlosen Telegr. u. Teleph.», B., 1922, B. 20; Eppenz F., Über Gleichrichter für funkteler. Schnellempfang, ibid., 1922, B. 20, p. 173; Arso G., Moderner Schnellempfang u. Schnellsenden, ibidem, 1922, B. 19, p. 338; Banneitz F., Der Radio Schnellverkehr Berlin—Budapest, ibid., 1923, B. 21, p. 272. П. И. Мухомин.



Фиг. 24.

сивера путем изменения скорости мотора, благодаря наличию наглядных признаков установления синхронизма при приеме сигналов; 4) возможность быстрого перехода с автоматического радиоприема на слуховой, в виду того что ресивер Криада работает от сигналов, передаваемых кодом Морзе.

На фиг. 24 показаны ленты записи близ Москвы со скоростью 100 слов радиостанции Онгер («GLO») близ Лондона на аппарате Криада: 1—отпечатанная депеша; 2—перфорированная лента, принятая на ресивер; 3—контрольная лента приема на ондулятор. На фиг. 25 показан прием близ Москвы



Фиг. 25.

американской радиостанции «WSS». Совершенно новые перспективы перед Б. р. и р. открывает метод передачи депеш фотографическим способом.

В настоящее время Б. р. и р. получили очень широкое распространение: почти все радиолинии Запада, Европы и Америки работают быстродействующими аппаратами. У нас коммерчески быстродействующая радиосвязь налажена Наркомпочтелом на линиях: Москва—Берлин, Москва—Вена, Детское Село—Лондон, Москва—Харьков, Москва—Тифлис. В ближайшее время предполагается все вновь строящиеся Государственным

### БИСТРОРЕЖУЩАЯ СТАЛЬ, хромовольфрамовая из группы специальных сталей (характерно для химичек. состава одновременное присутствие Cr и W); в настоящее время вводится V и в некоторых марках кроме того или Co, или Mo, или Co+Mo, или U. Б. с. применяется почти исключительно для изготовления металлорежущих инструментов—резцов, сверл, фрез. Б. с. часто называют самокальной, хотя иногда этим термином называется сталь с пониженным содержанием Cr и W. Основное характерное свойство Б. с.—сохранять режущую способность при нагревах до 600—650°, а потому инструмент из Б. с. может работать при больших скоростях резания, при быстром резании, нагреваясь при этом до 600—650°. Основные качества режущего инструмента—твердость и режущая способность—свойственны стали в закаленном состоянии. Для этого металл нагревом до соответствующей критической температуры переводят в состояние твердого раствора и быстро охлаждают (закаляют), получая его в состоянии переохлажденного твердого раствора, или в т. н. закаленном состоянии; затем делают отпуск, т. е. нагревают вторично, вследствие чего происходит в некоторой степени распадение твердого раствора, причем твердость металла повышается (вторичная твердость), натяжения и напряжения, образовавшиеся при закалке, уменьшаются, а режущая способность, работоспособность и прочность инструмента увеличиваются. Слишком высокий нагрев для отпуска влечет понижение или даже потерю режущей способности. При работе резания инструмент

электротехническим трестом заводов слабого тока для Наркомпочтеля радиостанции оборудовать аппаратами быстродействующих радиопередачи и радиоприема.

нагревается от трения тем больше, чем больше скорость резания, и слишком большой нагрев (до температуры выше  $t^{\circ}$  нормального отпуска) повлечет во время работы дальнейший, уже чрезмерный отпуск и порчу инструмента. Т. о. скорость резания, вообще говоря, ограничивается допустимым нагревом инструмента. Инструменты из углеродистой стали сохраняют твердость и режущую способность при нагреве от трения не выше 300—350°. Б. с. сохраняет твердость и режущую способность при нагреве до 600—650°. Отсюда следует, что работа инструментом из Б. с. по сравнению с таковым из углеродистой стали возможна при скоростях резания гораздо больших.

Основные элементы, определяющие особенности Б. с., — С, Cr и W; современные Б. с. основного типа — хромовольфрамовые — имеют химический состав: 0,6—0,7% С; 3,0—4,5% Cr; 11—20% W. По содержанию W они м. б. разделены на четыре марки: с малым содержанием W (11—14%), средним (14—16%), большим (16—18%) и высшим (18—20%). В настоящее время обязательно вводится 0,25—0,5% V. Указанный состав надо считать наиболее приятным, но некие з-ды, изготовляющие Б. с., несколько изменяют состав. Так, содержание С понижают до 0,55—0,65% или, наоборот, повышают до 0,8%; содержание Cr некоторые герм. заводы повышают до 5%; весьма многие заводы вводят V до 0,6—1,0% (введением до 0,5% V достигается общее улучшение качества металла; при содержании больше 0,5% V образуется карбид  $V_4C_3$ , влияющий непосредственно на режущую способность стали). Некоторые заводы считают достаточным иметь только два сорта: с 14% W и с 18% W; эти два состава наиболее типичны и имеют каждый свою область применения. Первый состав характеризуется пониженной скоростью резания, но обладает большою степенью вязкости; из стали этого состава изготавливаются режущие инструменты с тонкими конструктивными деталями (например сверла, развертки). Второй состав, с 18% W, допускает большую скорость резания, но, обладая меньшей вязкостью, позволяет изготавливать режущие инструменты лишь более прочных конструкций (напр. резы для тяжелых обдирочных работ). Экономический расчет показывает, что в случаях, где работа ведется с пониженной скоростью (например на сравнительно несложных станках), необходимо применять сталь с пониженным содержанием W. Кроме указанного основного типа хромовольфрамовой Б. с., в настоящее время применяется сталь, содержащая увеличенное количество С и V. Увеличением содержания С до 0,7—0,8% и V до 1,2% получают Б. с. для резания более твердых металлов при скорости меньше нормальной. Введение в Б. с. Со вполне установилось; резы из Б. с., содержащей Со, Cr и W, работают при больших скоростях и снимают большее количество стружки, чем в равных условиях работы Б. с., содержащая Cr и W. Американо-английская Б. с. имеет следующий состав: 0,60—0,70% С; 3,0—4,5% Cr; 13—20% W; 2,0—4,5% Со, 1,0—1,6% V. Английская сталь имеет: 5,0% Со, 18% W.

Böhler Rapid-Stähle Extra 214 содержат: 0,6—0,7% С, 4,0% Cr, 19,5% W, 2,0—2,5% Со, 1,5% V. Большое колебание в содержании Со указывает на не вполне установившийся тип Б. с. с содержанием Со, Cr и W. Б. с., содержащая Мо, производится сравнительно в небольшом количестве; состав: 0,6—0,7% С, 3,5—4% Cr, 16—18% W, 0,5—2,0% Мо, 1,2—2,0% V. Чаще заводы инструментальной стали дают сталь след. состава: 0,6—0,7% С, 3,5—4,0% Cr, 16—18% W, 5,0% Со, 0,7—1,0% Мо, 0,6—1,2% V. Ам. П. указывает следующий состав: 0,75—1,2% С, 2,5—5,0% Cr, 15—19% W, до 3,0% Со, 1,0—5,0% V. Есть марка Б. с., содержащая 0,25% U, но эта сталь мало известна. Как всякая сталь, Б. с. имеет по условиям ее выплавки до 0,25% Si и до 0,25% Mn; вредных примесей не должно быть более 0,02—0,03% P и 0,02—0,03% S.

Относительные качества различной стали характеризуются достигаемой скоростью резания. При резании на токарных станках стали с сопротивлением на разрыв в 70 кг/мм<sup>2</sup> скорость резания углерод. стали с 1,2% С равна 7 м/мин; для Б. с. скорость резания, в зависимости от состава, приведена в следующей таблице (по Гадфильду):

Состав Б. с. в %					Скорость резания в м/мин
С	Cr	W	Со	V	
0,55	3,5	13	—	—	24
0,55	3,5	14	—	1,0	54
0,7	3,5	14	—	2,0	72
0,6	3,5	18	4,5	1,5	150
0,8	5,0	18	5,0	1,2	150
0,6	4,0	16,5	—	1,0	150

Б. с. в расплавленном состоянии есть однородный раствор С, Cr и W в железе. При отверждении выделяется твердый раствор сложного состава — аустенит; отверждение оканчивается при тем-ре около 1340° образованием нек-рого количества эвтектики (ледебурита), в состав к-рой входят аустенит и сложные карбиды; эта эвтектика на шлифе представляется в виде отдельных островков или тонкой сетки (фиг. 2\*) в основной массе аустенита, занимающих около 10% общей площади. Т. о. после отверждения Б. с. подобна белому чугуну системы Fe-C при общем содержании С 1,7—4,3%, причем в Б. с. вместо цементита  $Fe_3C$  имеются сложные карбиды. Тотчас после окончания отверждения Б. с. представляет собою неоднородную доэвтектическую систему двух компонентов. Системы славов  $Fe+C+x$  указанного характера, т. е. состоящие из предельного аустенита и эвтектики, по предложению Рапатца, называются ледебуритными сталями. При дальнейшем охлаждении происходит выделение карбидов из аустенита первичного выделения и из аустенита эвтектики; карбиды первичного аустенита мелкие, карбиды из аустенита эвтектики значительно крупнее и рассеяны неравномерно. По мере выделения карбидов аустенит доходит до эвтектичного состава, и при некоторой температуре  $A_1$  происхо-

\* Иллюстрации для данной статьи даны на отдельном владном листе.

дит образование эвтектоида, аналогичного перлиту системы Fe-C.

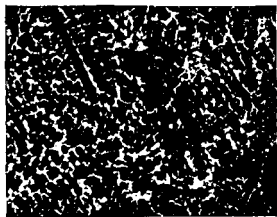
Положение эвтектоидной темп-ры  $A_{11}$ — $A_{r1}$  и характер прохождения всего процесса нагрева-охлаждения Б. с. может значительно меняться в зависимости от  $t^\circ$  нагрева и от скорости нагрева-охлаждения. При немедленном охлаждении от  $920^\circ$  Б. с. имеет эвтектоидную темп-ру  $A_{r1} = 764^\circ$ , т. е. ту же, как и система Fe-C; при замедленном охлаждении от  $t^\circ$  несколько выше  $1000^\circ$  или более быстром охлаждении от большей темп-ры, температура эвтектоидного превращения  $A_{r1}$  понижается приблизительно до  $400^\circ$ ; при быстром нагреве эвтектоид. темп-ра  $A_{c1}$  поднимается до  $850^\circ$  вместо максимума в  $820^\circ$  системы Fe-C. Строение нормальной, медленно отожженной Б. с. (или достаточно медленно охлажденной из расплавленного состояния) представляется в виде общей массы сорбита, феррит которого содержит Cr и W, и в которой выделены карбиды  $Fe_3C$ ,  $Cr_7C_3$ ,  $WC$ , вольфрамид  $Fe_2W$ , а в случае наличия V—карбид  $V_4C_3$  или двойные карбиды.

При нагревании Б. с. сначала образуется эвтектоидный раствор; дальнейшее растворение надэвтектоидных карбидов и вольфрамида происходит очень медленно и при высоких  $t^\circ$ , оканчивается же при  $t^\circ$ , близкой к  $t_{ин.}^\circ$ ; кроме растворения, при изменении  $t^\circ$  нагрева происходит изменения в карбидах и в количестве вольфрамида. Б. с., закаленная при высоких  $t^\circ$  в интервале от  $A_{c1}$  до  $t_{ин.}^\circ$ , будет тем ближе к состоянию твердого раствора (переохлажденному), чем выше темп-ра закалки. Если Б. с. закалить при  $t^\circ$ , близкой к эвтектоидной, то основная масса ее будет в состоянии мартенсита, свойства которого в отношении легкого распада при небольших нагревах близки к свойствам мартенсита системы Fe-C. Закаленная Б. с. в этом случае легко переходит в незакаленное состояние и оказывается близкой по свойствам к углеродистой. Наоборот, при высокой  $t^\circ$  нагрева значительная или большая часть карбидов и вольфрамида переходят в твердый раствор и делают его весьма устойчивым и трудно распадающимся; поэтому уже при охлаждении на воздухе Б. с. остается в состоянии твердого переохлажденного раствора-аустенита, т. е. закаливается (отсюда термин «самокалка») полностью или в большой степени и имеет структуру аустенита или мартенсита. Твердый раствор аустенита, образовавшийся при высоких температурах, распадается только при очень медленном охлаждении, закаленный же устойчив при нагревах в интервале  $600$ — $650^\circ$ . При нагреве до  $550$ — $600^\circ$  аустенит переходит в мартенсит и частично в троостит; строение мартенсита—в виде очень мелких иголок; твердость по Бриеллю сравнительно с твердостью до отпуска возрастает (явление вторичной твердости), доходя до  $700$ . Б. с., закаленная и отпущенная, имеет большое сопротивление износу; мартенсит ее менее хрупок, чем мартенсит углеродистой стали. Мартенсит Б. с. устойчив при длительной устойчивости мартенсита—харак-

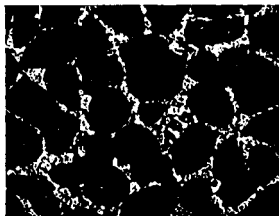
тернейшая особенность Б. с. Твердость и режущая способность реза из Б. с., отпущенной до вторичной твердости, сохраняется в значительной степени при нагревании реза во время резания до  $650^\circ$ ; эта особенность носит название «красноточности». Указанные особенности Б. с.—закаляемость, твердость, длительная устойчивость мартенсита, красноточность, вторичная твердость—являются следствием вхождения в состав рассматриваемого сплава элементов C, Cr и W, между которыми практикой выработаны некоторые соотношения, что видно из вышеприведенных составов.

Исследования показали, что из упомянутых выше основных элементов C обуславливает закаляемость и твердость; Cr, также повышая твердость, увеличивает инертность твердого раствора и способность закаливаться, следствием чего получается свойство закаляемости на воздухе (самозакаляемость) и вторичная твердость; W, как и Cr, увеличивает инертность твердого раствора; двойные карбиды Cr и W обуславливают устойчивость при отпусках, твердость и устойчивость при высоких  $t^\circ$  (до  $600^\circ$ ).

Технологич. процесс производства и обработки Б. с. имеет свои особенности и большие трудности; производство это является весьма специальным и требующим знаний, искусства и навыков. Один химическ. состав совершенно не гарантирует качеств продукта. В настоящее время установлены некоторые положения, которые надо считать обязательными. Выплавка Б. с. как продукта большой ценности, вследствие дорогого стоящих составных частей W и V, производится из чистых материалов и процессом, хотя и дорогим, но дающим большую гарантию качества,—в электропечах и тиглях (тигельная сталь лучше электролитной). Слитки отливают небольшого веса и отковывают в штанги, прутки, полосы или поковки по заданному чертежу. Теплопроводность Б. с. мала, и процессы нагрева и охлаждения должны проводиться медленно и постепенно; при несоблюдении этого получается брак (трещины). Строение литой Б. с. представляется в виде крупных полздров (зерен) основной массы, разделенных тонкой сеткой ледебурита (иногда незамкнутой; см. фиг. 1 и 2), и крупных включений карбидов в основной массе, неправильной формы и неравномерно размещенных; в таком состоянии быстрорежущ. сталь не имеет нужных качеств (фиг. 1). Ковка изменяет структуру стали в высокой степени, превращая ее в мелкозернистую с мелкими равномерно распределенными включениями карбидов (фиг. 3 и 4); общая масса карбидных образований при ковке в условиях нагрева  $\sim 1000^\circ$  остается неизменной, и действие ковки ограничивается только размельчением и перемещением их. Кроме изменения внешней формы (т. е. получения в виде штанги или поковки в форме инструмента) задачей ковки является получение достаточно мелкой и равномерной структуры металла, что обуславливает нужные качества инструмента. После ковки делается отжиг при температуре  $850$ — $950^\circ$  для уничтожения всех ковочных натяжений и напряжений и для



1



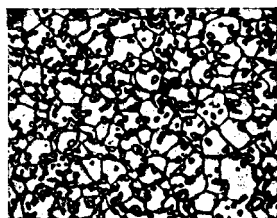
2



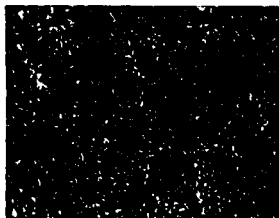
3



4



5



6



7



8

1. Литая Б. с. вблизи поверхности слитка,  $\times 100$ . 2. То же в середине слитка,  $\times 100$ . 3. Кованая Б. с. после 300-кратной вытяжки при ковке. Строение хорошо прокованной стали (мелкие равномерно распределенные выделения карбидов в однородной трооститной массе): поперечное сечение,  $\times 200$ . 4. Кованая Б. с. после 300-кратной вытяжки при ковке. Строение хорошо прокованной стали (мелкие равномерно распределенные выделения карбидов в однородной трооститной массе): продольное сечение,  $\times 200$ . 5. Нормально закаленная сталь: мелкие выделения карбидов,  $\times 200$ . 6. Закаленная и отпущенная на 600—650°: мелкие выделения карбидов в основной массе троостита,  $\times 200$ . 7. Небольшой перетемп при нагреве для закалки: увеличение размеров полиздров; в стыках их — начало образования ледобурита,  $\times 500$ . 8. Полный перетемп: увеличение размеров полиздров; в стыках — ясно обозначенные образования ледобурита,  $\times 500$ .

получения состояния большей мягкости для возможности дальнейшей обработки на станках. При отжиге происходит выделение вторичных карбидов в виде мелких, весьма раздробленных включений из основной массы, к-рая доходит до эвтектоидного состава и принимает сорбитное строение. В таком состоянии (после отжига) Б. с. имеет твердость по Бринелю 250—300 и может без затруднения обрабатываться снятием стружки. Б. с. поступает к потребителю в отожженном состоянии; инструмент обыкновенно готовится потребителем на режущих станках (без нагревов) и подвергается закалке. При нагревании для закалики образуется твердый раствор, аустенит, сначала эвтектоидного состава, который постепенно, при выдерживании и повышении  $t^\circ$  растворяет сначала вторичные карбиды, а при конечной закалочной  $t^\circ$  в  $1300^\circ$  — отчасти и первичные карбиды. Соответственно этому при закалке строение Б. с. будет в виде полиэдров аустенита, в стыках между которыми и в массе коих включены карбиды. Чем более продолжительное время выдерживается Б. с. при высоких темп-рах и чем выше  $t^\circ$  нагрева, тем резче выделяются полиэдры и тем они крупнее (в связи с укрупнением полиэдров качество металла понижается). С другой стороны, при удлинении времени нагрева и увеличении  $t^\circ$  (нагрева и закалки) количество свободных карбидов (вследствие растворения) уменьшается и режущая способность и красностойкость стали повышаются. Структура закаленной стали имеет вид полиэдров меньших или больших размеров с включениями карбидов (фиг. 5). Отпуск Б. с. вызывает распадение аустенита и постепенное выделение карбидов; аустенит переходит в состояние мартенсита и даже троостита, но сталь сохраняет в значительной степени работоспособность; границы полиэдров теряют определенность, но очень мелкие выделения карбидов увеличиваются (фиг. 6). Неправильный нагрев, т. е. слишком продолжительный при выских темп-рах в интервале  $1000—1300^\circ$ , может повести к образованию (восстановлению) ледебуритных участков из разбитых ковкой карбидов и даже к началу плавления образовавшегося ледебурита (фиг. 7 и 8). В таком состоянии, если оно достигнуто довольно большой степени развития, Б. с. теряет свои качества (как говорят, сталь «пережжена»), к-рые м. б. восстановлены перековкой, если она возможна по размерам и форме; небольшая начальная степень образования ледебурита от нагрева стали может и не понизить рабочих качеств инструмента (фиг. 7).

Правила закалики Б. с.: 1) нагрев для закалики—а) медленный и равномерный подогрев в свиновой или соляной ванне до  $800—820^\circ$ ; б) для окончательного нагрева инструмент переносит во вторую печь, муфельную или пламенную,  $t^\circ$  к-рой поддерживается при  $1250—1320^\circ$  (в зависимости от типа закаливаемого инструмента); по достижении необходимой  $t^\circ$  инструмент закаливают; 2) закалика в масле  $t^\circ 70—80^\circ$  или струей воздуха; 3) нагрев для отпуска до  $540—630^\circ$  (равномерно в течение 5—30 минут в зависимости от размеров, очертания

и назначения инструмента); 4) охлаждение после отпуска на воздухе или в масле.

Началом применения специальных сталей для работы с увеличенной скоростью надо считать 1856 г., когда стала известна (взяв патент) сталь Мошета (Mushet), состав которой был: 2,0% С; 1,5% Si; 2,57% Mn; 1,15% Cr; 6,62% W. В 1900 году Тейлор и Уайт начали исследование работы резания и в 1906 г. предложили след. состав Б. с.: 0,65% С; 5,5% Cr; 19% W.

Лит.: Бабоши и А. Л., Металлография и термическая обработка железа, стали и чугуна, ч. 3, П., 1918; его же, Термическая обработка обыкновенных и спец. сортов стали, М., 1926; Нессельштраус Г. З., Быстрорежущая сталь, Л., 1924; Евангулов М. П., Сплавы, Ленинград, 1924; Денис К., Исследование главных свойств инструментальных сталей, пер. с франц., М., 1926; Патц Ф., Спец. стали, пер. с немецкого, Харьков, 1927; Marks G., Die Spezialstähle, Stuttgart, 1922; Sauvcur A., The Metallurgy and Heat Treatment of Iron and Steel, N. Y., 1926; Noyt S., Metallography, part 2, N. Y., 1921; Guillet L., et Portevin A., Précis de métallographie microscopique et de macrographie, Paris, 1924; Grearley-Schäfer, Die Einsatzhärtung von Eisen u. Stähle, В., 1928.

**Д. Муттерман.**  
**БЫСТРОХОДНЫЕ ПАРОВЫЕ МАШИНЫ,** в большинстве случаев вертикальные поршневые паровые машины с числом оборотов от 200 до 600, средняя скорость поршня не выше 7,5 м/сек. Такие машины обычно применяются для электрич. генераторов. Расположены кривошипы у быстроходных клапануд-машин обычно под углом  $180^\circ$ . Встречаются Б. п. м. и с клапанном распределением (до 250 об/мин.), но чаще с круглыми золотниками; снабжены они плоскими регуляторами. Чтобы инерционные силы не превысили давления сжатия, необходимо сжатие делать достаточно высоким или применять специальные воздушные буфера (машины Вилланда). При проектировании машин необходимо по возможности уравновесить противовесом вращающиеся массы и частично возвратно-поступательно двигающиеся массы. При многотактных паровых Б. п. м. с длинным валом необходимо рассчитать вал на резонанс. О быстроходных двигателях см. *Двигатели быстроходные.*

**БЫЧЬЕ САЛО,** говяжье сало, жир, получаемый из различных частей тела крупного рогатого скота—быков, волов, коров и телят. Количество сала в жировых тканях животного колеблется в зависимости от части тела, от степени упитанности, от породы, пола и возраста. Наиболее богато жиром (после костного мозга, о к-ром см. *Костный жир*) почечное сало (94,15% жира), меньше всего содержится жира в грудной ткани (64,27%). В среднем жировая ткань упитанной коровы содержит 93,74% жира, тощей—88,68%, теленка—73,86%. Прежде считали, что Б. с. состоит из смеси тристеарина, трипальмитина и триолеина. Однако новейшие исследования показали, что в нем заключаются смешанные глицериды: дистеаропальмитин, дипальмитостеарин, дипальмитостеарин и стеаропальмитостеарин; кроме того имеется и глицерид льняной кислоты. Соотношения между указанными глицеридами обуславливают свойства сала. У быков более твердое сало, чем у коров, и содержит больше стеарина; при питании масляными жмыхами получается более мягкое сало, более богатое олеиновой и льняной кислотами.

На рынке Б. с. известно в виде двух главных сортов: сырца, т. е. жира вместе с жировой тканью, и топленного сала, т. е. жира, полученного путем сухого или мокрого свлотовления (см. *Салотопное производство*). В свою очередь эти сорта делятся по месту добычи из тела животного на: околопочечное, околосердечное, легочное, шейное и спинное сало. Смотря по свежести, Б. с. бывает белого, желтого и бурого цвета. Свежее Б. с. имеет приятный запах и почти безвкусно; свободных к-т в нем не более 0,5%. При небрежном хранении под влиянием энзимы липазы (см. *Жиры и масла*) количество кислот увеличивается, доходя до 25% и более,—сало приобретает тогда прогорклый запах и вкус.

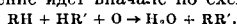
Константы Б. с.: уд. вес при 15° 0,925—0,952,  $t_{\text{пл.}}$  40—50°,  $t_{\text{заст.}}$  жирных к-т (титр) 27—38°, число омыления 190,6—200, иодное число 32,7—56,7, число Генера 94,7—96,1, коэффициент преломления при 40° 1,4551. Указанные константы варьируют в зависимости от сорта сала, возраста, пола, пищи. Почечное сало обладает наибольшей  $t_{\text{пл.}}$  (49,6°), сало мошонки—наименьшей (42,5°). Коэффициент омыления в почечном сале наименьший (193,0), в мошончатом—наибольший (198,3,—Л. Майер). По Раффо и Форести, коэффициент омыления сала пятилетнего быка равен 196,57, а сала теленка 198,30; иодное число брюшного сала равно 43,20, а сала мошонки 48,27. Константы жирных кислот бычьего сала:  $t_{\text{пл.}}$  43—47°,  $t_{\text{заст.}}$  34,5—46,6°, иодное число 25,9—57,0.

Мировое производство Б. с. определяется в 350 000 т. До империалистской войны на долю России приходилось 185 000 т, т. е. ок. 53,0%. До начала настоящего века Б. с. играло очень важную роль в технике мыловарения и смазочных масел; в наст. время оно идет почти исключительно для пищевых целей; мыловаренные з-ды Зап. Европы и СССР пользуются лишь случайными закупками на рынке Б. с., преимущественно в пишу вследствие начавшегося разложения; для смазки теперь идут тяжелые нефтяные масла, которые почти вытеснили Б. с., равно как и другие виды сала. Л. Лялин.

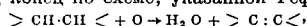
Лит.: см. *Салотопное производство*.

**БЭЙЕРЛИТ** (Byerlite, Byerlite Pitch), искусственные асфальты, получаемые способом Мебери и Бэйерля (1896 год), а в особенности наиболее твердые и наиболее трудноплавкие из них. Процесс состоит в продувании в течение 4—5 дней воздуха через тяжелые остатки огайской нефти, сперва при 230°, под конец при 340°. Смотря по продолжительности продувания получается один из четырех продуктов:

Окисление идет вначале по схеме:



а под конец по схеме, указанной Гефером:



и т. о. ведет к обогащению двойными связями; кроме того процесс сопровождается уплотнением молекул. Прибавление 5% серы позволяет сократить продолжительность дутья в 6 раз (Брукс и Гемфрей). Отличие искусственных асфальтов от природных—в большем содержании нефтяных масел (даже при твердости и большой хрупкости—до 48%), а также в более прочной связности их серы, не отделяющейся и при нагревании. Сравнительные данные о природных и искусственных асфальтах см. *Асфальт нефтяной*.

Иногда искусственные асфальты содержат до 3,4% кислот, но не свободных, например в виде лактонов. Для приготовления искусственного асфальта наиболее пригодна тяжелая нефть, богатая смолистыми и асфальтовыми веществами. Согласно французскому патенту № 349214, в виду экзотермичности процесса окисления при продувании,  $t^\circ$ , поднятая до 200°, далее сама собой поддерживается на требуемой высоте, и подогрева извне не требуется; в остатках получается асфальт, в погонах—смазочные масла. В Америке и в других странах получают огромные количества искусственного асфальта, аналогичного, но не тождественного производному. Предложены также и другие способы производства т. н. искусственного асфальта, но получаемые продукты не имеют ничего общего с асфальтом естественным. Так, по герм. патенту № 143147 суррогат асфальта изготавливается сплавлением 11 ч. каменноугольного грудра, 1 ч. серы, 11 ч. гашеной извести и песка по надобности. Бэйерлит в собственном смысле размягчается при 260°, но иногда на рынке бэйерлитом называют искусственный асфальт с более низкой  $t_{\text{пл.}}$ , 93—176°, применяемый для мостовых. Б. растворяется полностью в сероуглероде и лишь на 62,4% в лигрине. По свойствам Б. похож на природный битум гильсонит. Пробойная электрич. крепость Б. ок. 1,18  $kV_{\text{max}}$ /мм, или 0,85  $kV_{\text{off}}$ /мм, при толщине ок. 1,5 мм. О распознавании и анализе Б. см. литературу.

Лит.: Гурвич Л. Г. Научные основы обработки нефти. М.—Л., 1925; Маркуссон И., Асфальт, М.—Л., 1926; M a b e r y и B e u e r l e y, «Am. Soc.», 1896, p. 141; B r o o k s a. H u m p h r e y, «I. Eng. Ch.», 1917, p. 764; A b r a h a m H., Asphalt a. Allied Substances, N. Y., 1920; C r o s s R., Handbook of Petroleum, Asphalt and Natural Gas, Kansas, 1919; F i s c h e r E m. J., Künstliche Pechе und Asphaltе, «Kunststoffe», München, 1911, Band I, p. 421—23, 447—52, 471—74; F i s c h e r E m. J., Technische Asphalt- u. Pechpräparate, «Kunststoffe», 1920, B. 10, p. 30—32, 39—43. П. Флоранский.

Физические и химические характеристики продуктов окисления нефти.

Продукты окисления нефти продувкой	Элементарный состав в %					Уд. вес	Темп-ра размягч.	Бромное число
	С	Н	S	N	O			
Асфальт . . . . .	86,22	10,91	0,30	0,18	2,39	0,956	25°	14,18
Кровельн. асфальт . . . . .	84,48	10,33	0,40	0,61	2,18	1,00	135°	14,98
Асфальт для мостовых . . . . .	86,90	10,20	0,39	0,63	1,88	—	165°	14,40
Бэйерлит . . . . .	87,44	9,37	0,41	0,64	2,20	1,04	230°	18,93



**БЭКОННОЕ ПРОИЗВОДСТВО.** Бэкон — соленая свинина. Он имеет высокую питательность. Один з бэкона дает 5,6 Cal, тогда как 1 з баранины—3,0 Cal и 1 з говядины—2,6 Cal. Главный потребитель бэкона—Англия, куда он ввозится из разных стран. Ввоз бэкона в Англию за последние пять лет определялся по странам в следующих количествах:

Табл. 1.— Ввоз бэкона в Англию (в т.).

Ввозящие страны	Г о д ы				
	1922	1923	1924	1925	1926
Дания . . .	120 082	179 360	202 556	189 940	184 999
США . . . . .	123 144	108 140	93 162	75 648	60 409
Ирландия . . .	—	15 661	30 299	23 447	22 054
Канада . . . .	37 455	42 383	60 507	64 359	43 867
Др. страны . .	18 684	14 802	13 510	25 873	68 226
В с е г о . . .	301 365	360 316	400 034	379 265	379 555

Приведенные данные указывают на большую емкость английск. рынка. При средней оптовой цене бэкона в Лондоне за 1924 год около 910 р. за т., стоимость ежегодно ввозимого в Англию бэкона определяется крупной суммой—свыше 330 млн. рублей.

Начало Б. п. в России относится к 1892 г., когда акц. общество «Марriott и Зелигман» устроило бэконную ф-ку в Либаве. Вначале оно закупило свиней в нынешней Эстонии и Латвии, но потом расширило район закупки на Украину. В центральных губерниях первые ф-ки были устроены: 1) в 1902 г.—в Есинове, Тамбовской губ. (англ. акц. общество «Бр. Барсельман»), 2) в 1904 г.—в Козлове, Тамбовской губ. (англ. акц. об-во «Унион»), 3) в 1905 году—в Грязях, Тамбовской губ. (Мин-во земледелия; эта ф-ка в 1906 г. была сдана в аренду иностранцам), 4) в 1906 г.—в Кургане («Унион»), 5) в 1910 г.—в Никифоровке, Тамбовской губ. (англо-польское акц. об-во), 6) в 1911 году—в Кургане (датское акц. об-во «Брюль и Тегер»), 7) в 1912 г.—в Ртищеве, Саратовской губ. («Бр. Барсельман»). Из перечисленных ф-к: сгорели в Козлове и Есинове; демонтированы в Грязях и одна в Кургане; остальные три возобновили в последние годы свою работу. Кроме них устроен ряд фабрик: 1) в 1925 г.—в Воронежке, 2) в 1926 г.—в Покровске, близ Саратова, 3) в 1926 г.—в Армавире, на С. Кавказе, 4) в 1926 г.—в Полтаве, 5) в 1927 г.—в Ленинграде. Вывоз бэкона из России в 1913 году составил более 10 000 т на сумму свыше 5 млн. р.

Б. п. складывается из следующих элементов: 1) производство сырья, 2) устройство и оборудование бэконных фабрик, 3) подготовка сырья, 4) переработка сырья, 5) засолка бэкона, 6) сортировка бэкона, 7) упаковка бэкона, 8) копчение и разрубка для продажи, 9) целесообразная утилизация отходов и отбросов, получаемых в Б. п.

Для производства хорошего бэкона пригоден не каждый тип свиньи. В настоящее время выработался определенный наиболее желательный тип свиньи, дающий большое количество нежного первосортного товара. Оценка бэконных свиней производится по определенной шкале, причем все статьи

свиньи оцениваются баллами соответственно их наружным признакам. Сумма баллов 100 определяет животное наивысшего качества по всем признакам, отдельные же статьи оцениваются следующим образом.

**А. Общий вид свиньи.** Величина: животное хорошо развито для своего возраста—5 баллов. **Ф о р м а:** длина, все части пропорционально развиты и должны придавать животному хорошо сбалансированный, крепко связанный вид; верхняя линия сильная, слегка выгнутая, нижняя—прямая, соски хорошо подобраны—10 баллов. **К а ч е с т в о:** шетина тонкая, кожа ровная, не predisposed к морщинам, кости чистая, крепкая, не грубая; мясо наощупь твердое, ровное, не рыхлое у головы и впереди боков, у брюха и окорока—10 баллов. **С о с т о я н и е:** свинья хорошо покрыта мясом, твердым вдоль спины и крестца, но не тяжело загружена салом—6 баллов. **Н а р у ж н ы й в и д:** активный, бодрый вид, походка без качания, животное хорошо стоит на пальцах, при обращении выявляет сильный характер—4 балла.

**Б. Голова и шея.** **Х о б о т:** средней длины, умеренно тонкий—1 б. **Л и ц о:** широкое между глаз, затылок широкий, полный—1 балл. **Г л а з а:** хорошего зрения (не обесцвеченные жиром), полные, ясные, широко поставленные—1 б. **Щ е к и:** красивой ширины, не обнаруживающие рыхлости—2 б. **У ш и:** умеренно тонкие, окаймленные нежной шерстью—1 б. **Ш е я:** средней длины, мускулистая, но не склонная к дугообразности на вершине—2 балла.

**В. Передние четверти.** Плечи: ровные, несколько округлые через спину, очень компактн., не шире спины и не выступают через спину—6 баллов. **Г р у д ь:** хорошей ширины, полная—3 б. **П е р е д н и е н о г и:** хорошо расставлены, сред. длины, прямые, крепко сформированные—4 б.

**Г. Корпус.** **С п и н а:** средней ширины, легко возвышается над прямой линией, образуя легкую дугу от шеи к основанию хвоста—6 б. **К р е с т е ц:** широкий, как опора спины, крепкий, полный, но не точно дугообразный—5 б. **Р е б р а:** хорошей длины и умеренно дугообразны—4 б. **Б о к а:** красиво большие, длинные, ровные, прямые между плечом и ококором; линейка, положенная ребром, должна касаться во всех частях спины животного—8 б. **О к о р о с е р д ч н ы й п о я с:** полный, но не рыхлый впереди боков, выполненный наравне со стороны плеч; не должен быть подобран сзади передних ног—5 баллов. **П а х:** полный, низкий—2 балла.

**Д. Задние четверти.** **К р у п:** такой же ширины, как и спина, длинный, легко округленный к хвосту и несколько округлый от одного склона к другому через спину—4 балла. **О к о р о к:** полный, без рыхлостей, морщины или складок, несущий мясо хорошо вниз, бедро, утончающееся книзу—6 б. **З а д н и е н о г и:** средней длины, бедра хорошо расставлены, но не наклонно наружу, кость чистая, сильная, копыта отвесные—4 балла. **И т о г о:** 100 баллов.

Очень важное значение имеет для нашего Б. п. английская порода—большой норкшир

(большая белая английская свинья). Эта порода—одна из самых крупных. Лицо большого поркшира—легко скрытое; хобот средний, прямой; уши большие, иногда наклонены вперед, но не стоячие, не грубые; плечи и спина средней ширины; бока длинные; окорока с малой поверхностью жира, заострены к подколенной кости, хорошо мясисты на внутренней поверхности, но не морщинистые и не вялые; кость ясно тяжелая, но не длинная; масть белая, но черные или синие точки на коже допустимы, хотя нежелательны. Описанный крупный поркшир—наиболее ценный материал для получения бэконной свиньи не только в чистом виде, но и при скрещивании с обычной свиньей наших крестьянских хозяйств, что для Советского Союза имеет особенно важное значение.

Привычно выращенная бэконная свинья уже к 6 месяцам дает живой вес 80—100 кг, наиболее благоприятный для производства бэкона. Для быстрого получения указанного веса необходимы правильное кормление молодых свиней и правильный за ними уход. Боровков, которые предназначены для убоя на бэкон, следует кастрировать до отъема от матери. Чем дольше остаются поросята при матке, тем легче за ними ухаживать после отъема.

Кормовые рационы для молодых поросят рекомендуются в следующих соотношениях: 1) на 50 кг зерна—50 кг пшеничных отрубей и 10 кг мясной муки; 2) на 50 кг зерна—50 кг пшеничных отрубей и 200 кг снятого молока и т. д. Если поросята имеют надлежащее пастбище, то рационы следует изменить, напр. на 50 кг зерна—16 кг отрубей и 7 кг мясной муки. В дальнейшем мясную муку можно уменьшать, используя фабричные отбросы (свежловичный жом, жмых и проч.). Опытные данные подтверждают необходимость прибавки мясных или молочных кормов во все время подготовки бэконных свиней к убюю. Что же касается соотношения между азотистыми (протеины) и безазотистыми (углеводы) веществами, то наилучшим является 1 : 4,5 (питательная пропорция). Корм животного происхождения отчасти можно заменить молочными отбросами (снятое молоко) и люцерной.

Классификация бэконных свиней в зависимости от их живого веса установлена в Англии и Дании следующая. 1. Шестер и к и—живой вес до 86,5 кг. Название дано от способа упаковки бэкона от таких свиней по 6 половинок в кипу. 2. Пер вы й сорт м е р н ы е—живой вес от 87 до 103 кг. При высоком качестве мяса и жира этих свиней и надлежащей степени откорма эти свиньи наиболее ценны для бэконных фабрик, так как дают наилучший материал. 3. П е р в ы й сорт ж и р н ы е—более желтые, от 103,5 до 120 кг, менее желательные. 4. П е р в е с к и—от 120 до 127,5 кг, слишком жирные, дают бэкон низкого качества. 5. Н е з а к о н ч е н н ы е. Свиньи иного веса, тощие или слишком жирные, имеющие низкого качества мясо и жир, грубые, котированы на рынке по низкой цене. Хорошая упитанность бэконной свиньи в пределах оптимального веса необходима.

Распределение туши бэконной свиньи без внутренностей по различным ее частям, получаемым при разделке туши, выражается в следующих цифрах:

1. Две половинки бэкона . . . . .	87,0 кг	76,17%
2. Голова . . . . .	7,3 »	8,30 »
3. Пловочник . . . . .	2,9 »	3,22 »
4. Лапачная кость . . . . .	1,2 »	1,40 »
5. Грудная кость . . . . .	0,3 »	0,35 »
6. Ноги . . . . .	2,1 »	2,33 »
7. Почечный жир . . . . .	3,3 »	3,72 »
8. Сбор (сальник) . . . . .	1,2 »	1,40 »
9. Печка . . . . .	0,2 »	0,25 »
10. Обрести и крошки . . . . .	2,3 »	2,57 »
11. Потери при разделке . . . . .	0,2 »	0,25 »

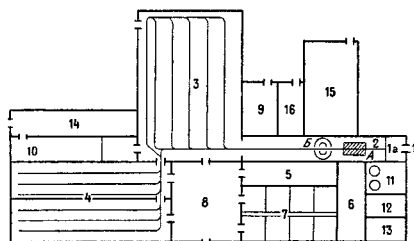
Общий вес туши . . . . . 88 кг 100 %

Приведенные цифры представляют данные зарубежной практики. Наши свиньи несколько уступают в % выхода бэкона за счет увеличения веса головы, ног и вообще костяка. Следующие цифры дают соотношение веса разных частей туши годовалой свиньи (живой вес 194,5 кг) после 12 часов голодания:

1. Мясо с головой и ногами . . . . .	146,7 кг	75,40%
2. Жир . . . . .	15,6 »	8,00 »
3. Сердце и легкие 3,5 кг, печень, селезенка и почки 3,5 кг . . . . .	7,0 »	3,60 »
4. Желудок и кишечник . . . . .	9,0 »	4,65 »
5. Кровь . . . . .	7,0 »	3,60 »
6. Содержимое желудка, мочевого пузыря, кишеч. . . . .	5,8 »	3,00 »
7. Потери при разделке туши . . . . .	3,4 »	1,75 »

Общий вес . . . . . 194,5 кг 100 %

Бэконная фабрика. Современная бэконная ф-ка представляет собой довольно сложное промышленное предприятие, оборудованное машинами, холодильными установками и холодными камерами, а также рядом подсобных предприятий, имеющих



Фиг. 1.

целью наиболее рентабельное использование всех частей туши животного. На фиг. 1 изображен схематич. план бэконной фабрики.

Основным условием при устройстве у нас бэконной фабрики является близость ж. д., т. к. слабое развитие нашего свиноводства не обеспечивает насыщения фабрики средней производительности гужевым подвозом. В Дании напр. фабрика на 40—60 тыс. годового убоя снабжается с расстояния не далее 20 км, у нас же для этого требуется около 200 км. При устройстве ф-ки важно выбрать надлежащее место для свободного расположения как самой ф-ки, так и подсобных сооружений, а также позволяющее удобно провести канализационные воды. Основным моментом распланирования ф-ки и подсобных

сооружений является учет будущей работы в отношении наиболее экономного расходования сил, кратчайшей передачи частей туши для той или иной работы, обеспечения чистоты в помещениях, надзора за работой, достаточного количества света и надлежащей температуры, удобства доставки топлива и других материалов, потребных для производства.

При установлении размеров ф-ки необходимо иметь в виду, что широкая европейская, в частности датская, практика исходит из расчета убоя от 500 до 1 000 голов в неделю, что дает в год 25—50 тысяч голов. Это же количество является типичным и для наших фабрик. В Америке размеры бэконных фабрик больше европейских.

Обычный материал для постройки бэконных фабрик—кирпич. Высота помещений 4—5 м, кроме холодильника и соляника, где высота д. б. 3 м. В виду значительн. нагрузки тушами остьевойкой камеры и холодильника (фиг. 1, 3, 4 и 5), где также подвешены охлаждающие трубы, балки д. б. соответственно усилены установкой разгружающих колонн. Опыт империалист. войны показал, что в военное время все бэконные ф-ки должны заниматься убоем крупного рогатого скота. Это обстоятельство необходимо учитывать при проектировании, предусматривая возможность подобного применения бэконных ф-к в моменты международных осложнений. Стены ф-ки должны допускать промывки. Необходима хорошая вентиляция с 4—6-кратным обменом воздуха в час в бойне, остьевойкой, кишечной, кровяной и деструкционной. Движущая сила должна быть паровая, так как потребность в паре для обогревания аппаратов и отопления велика. Важно использовать отработанный пар. Можно иметь и другую силу, но тогда нужен отдельный паровой котел. При всей желательности компактного расположения отдельных помещений ф-ки все же следует в санитарных целях помещать в отдельное здание вторичные процессы работы (коп-басное, утилизационное, стерилизационное и пр. отделения).

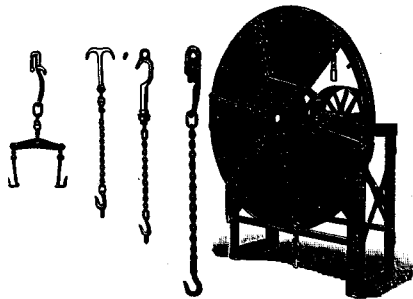
Из подсобных сооружений нужно отметить свинарник, неизбежный в виду неизбежной и постоянной неравномерности в подаче свиней на ф-ку. Вся работа фабрики обычно строится так, что фабрику пускают в ход при наличии запаса дневного убоя. Далее весьма важно здание для биол. очистки вод, если без нее нельзя обойтись. Обычно при постройке бэконных фабрик от этого устройства в виду высокой его стоимости воздерживаются, но это не всегда допустимо. Жилые помещения для администрации и рабочих устраиваются в меру потребности; склады строят: 1) для хранения корма и другого фуража, 2) для соли, селитры и пр., 3) для щетины, костей, 4) для кишек (фиг. 1, 11, 12 и 13). Точно так же должна быть устроена лавка для продажи местному населению голяя, обрезков, топленого сала и проч.

Нормально бэконная фабрика имеет следующие основные помещения (фиг. 1): 1) бойню с загонem для свиней, камерой для убоя, помещением для собирания крови, помеще-

нием для ошпаривания и очистки туш 2, печью для опаливания *В* и кишечным отделением 9; 2) остьевую камеру 3; 3) холодильн. камеры 4 и 5; 4) подвал; 5) рассольную 6; 6) соляильную 7; 7) уяковочную 8. Кроме того здесь же м. б. устроены: салотопенный завод, лаборатория 10, кабинеты, контора 14 и пр. Главным оборудованием бэконной фабрики является машинное отделение вместе с холодильным 15 и 16. Для предприятия средней производительности, до 1 000 свиней в неделю, двигатели должны иметь 75—100 HP, а холодильная установка—не более 100 тысяч Cal.

Основное внутреннее оборудование бэконной фабрики—воздушные (подвесные) пути, по которым туша двигается с момента убоя свиньи до посоли бэкона. В виду массового убоя свиней воздушные пути имеют весьма значительное протяжение и располагаются в бойне в один ряд, в остьевойкой и в холодильнике—в несколько рядов на расстоянии 0,75—0,80 м друг от друга. Расчет длины путей в м производится из удвоенной производительности, деленной на 5. В то время как на бойнях для крупного скота воздушные пути делаются из более тяжелых рельсов и туши движутся на роликах, на бэкон. фабрике вместо рельсов применяются обычные цельнотянутые трубы (диаметром около 50 мм), по к-рым туши скользят на крючках разноги. Стыки труб должны иметь достаточную прочность, что и достигается вставкой в трубы чугуновых или прочных деревянных цилиндров длиной до 0,4 м. Высота воздушного пути над уровнем пола в убойной камере—2,5 м, над обжигательной печью—2,25 м, в остальных помещениях—2 м. Переходы на поворотах путей для передачи туш с одного пути на другой устроены из тех же труб в виде стрелок. На фиг. 2 изображены различные формы цепных крючков, которые специально употребляются при обслуживании подвесных путей.

Работа фабрики начинается с пригона свиней в фабричный загон. Отсюда свиньи поступают в убойную камеру, в которой находится специальный блок, или особый элеватор для подъема свиней, или большое



Фиг. 2.

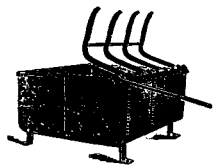
Фиг. 3.

убойное колесо (фиг. 3). Боец особой короткой цепью с крюком захватывает свинью за заднюю ногу выше колена. Крюк вкладывают в кольцо цепи, перекинутой через

блок, и поднимают свинью на уровень, необходимый для убоя. При наличии элеватора, обыкновенно на датских свинобойнях, крюк цепи накладывают на рельс, проходящий под элеватором. Цепь элеватора особым выступом захватывает крюк и поднимает свинью головой вниз над ванной. Когда горло свиньи подходит на уровень руки бойца, последний быстро делает глубокий прокол в горло свиньи, разрезывая крупные кровеносные сосуды. Кровь попадает в продолговатую ванну, находящуюся по пути движения свиньи, которая переталкивается элеватором на слегка наклонный воздушный путь и по нему продвигается до особого приспособления, находящегося над шаркой. Здесь свинью снимают и опускают в бак для ошпаривания (фиг. 1, А и фиг. 4).

Продолжительность операции подвешивания и убоя свиньи одним лицом определяется в 40 сек., что дает 90 свиней в час, или

700 свиней в 8-час. рабоч. день. Бак для ошпаривания может быть железный или деревянный; последний лучше сохраняет тепло и безопасен при прикосновении. Согревание воды в баке производится пароструйным



Фиг. 4.

нагревателем системы Кертинга или же змеевиками на дне бака, что менее удобно, так как такое устройство затрудняет очистку бака. Дно бака не рекомендуется опускать ниже пола бойни. Трубу для выпускаемой из бака воды делают внизу у одной из стен бака и защищают вход в нее со стороны бака сеткой, чтобы не засорялась канализация. Снаружи бака, от вентиля, трубу отводят под пол и соединяют с общей канализацией фабрики. Температура воды для ошпаривания 63—65°. Высота бака—1,2 м, ширина—1,5 м; длина зависит от производительности бойни. Расстояние между баком и стенами бойни не должно быть меньше 1 м.

Продолжительность ошпаривания  $1\frac{1}{2}$ —2 минуты. Проба на готовность—легкость отделения щетины. Выемка туш из бака производится особо устроенными в конце бака граблями. На стоящем рядом столе тушу скребут, тщательно удаляя щетину. На фабриках с большой производительностью устанавливаются особые машины для очистки туш от щетины. Эти машины имеют большую производительность; так, система инж. Гирструпа может пропускать в час до 250 туш. Все же после машины необходимы осмотр туш и удаление щетины вручную между ног и в других недоступных для машины местах. Очищенная туша, подвешенная на разное, с помощью рычага поднимается рабочим на подвесной путь и продвигается к обжигательной печи (фиг. 1, Б). Эта печь получала на наших ф-ках наименование «обжарки». Процесс обжигания туши имеет исключительно важное значение: без него не может быть хорошего бэкона, и все попытки обойтись без этого процесса не дали положительных результатов.

Обжигательная печь имеет форму вертикально поставленного цилиндра, раздвигаемого при помощи рычага на два полуцилиндра. Над печью помещаются колпак и вытяжка для газов, которые получаются при обжигании. Стенки печи снаружи железные, а внутри выложены специальным огнеупорным кирпичом. У основания каждого полуцилиндра имеется форсунка для нефти. Температура печи в работе доходит до 1500°. Туша подводится по наклонному воздушному пути к печи, полуцилиндры раскрываются и туша проталкивается до центра печи. После этого печь снова закрывают на 16—20 сек. В течение этого времени остатки щетины сгорают, кожа теряет влагу и твердеет. Передержка туши в печи вызывает трещины кожи, что понижает ценность товара, а недоержка понижает ее качество, что также отражается на цене. Поэтому обжигание является ответственным процессом и ведется обычно бэконным мастером. На больших фабриках обычно устанавливают у печи часы с крупными секундными стрелками. Весь процесс подачи туши в печь, двухкратного раскрывания печи с приемкой и удалением туши и закрывания ее продолжается 30 сек.

Выход туши из печи происходит автоматически: при раскрывании печи рычаг, удерживавший тушу в центре печи, отходит, и туша скользит по наклонному воздушному пути дальше, по другую сторону печи. Затем туша поступает под душ, находящийся над воздушным путем; тушу обмывают и скребут ножами добела. Так как эта работа более продолжительна, чем все предыдущие, то ею занимаются несколько рабочих. Очищенная туша продвигается дальше и подходит к рабочему, вскрывающему брюшную полость. Он вынимает желудок и кишки, которые передаются в кишечную. Тушу подвигают дальше, и следующий рабочий вынимает «гусак» (легкие, печень и сердце) и подвешивает его на особую доску за определенным №, который прикрепляется также к уху свиной туши. Одновременно ветеринаром делаются из разных частей туши (диафрагма, язык и др.) срезы, которые помещаются в замороженные теми же номерами, что туша и гусак, небольшие коробки, обычно находящиеся в ящике. По заполнении пробами коробок ящик передается в лабораторию фабрики для исследования. При обнаружении болезни (трихиноз, финноз) туша и гусак бракуются и поступают или в условно годное мясо (финноз), которое продается на ф-ке после проваривания под давлением, или бракуются совершенно и превращаются в порошок, обезвреженный высокой  $t^\circ$  для использования в качестве корма. Затем вынимают внутреннее сало, разрезают пополам тушу вдоль до головы, при чем позвоночный столб вместе с хвостом удаляют. После этого тушу передвигают на 12 часов в остьвочную, где она теряет животную теплоту. Некоторые фабрики перед отправкой туши в остьвочную производят взвешивание на особых весах, прикрутых к воздушным путям. На основании этого взвешивания ф-ки производят весовую сортировку туш и их классификацию. Этой

операцией заканчивается собственно убой. На американ. предприятиях в этой работе применяется конвейер. Туши движутся по путем автоматически, останавливаясь перед каждым рабочим на определенное время.

На фабриках с производительностью до 30—40 тыс. голов в год во всех перечисленных работах бывает занято 18 чел.

После удаления животной теплоты из туш в остывочной и отделения голов, которые вместе с гусаками отправляют в холодильник, на рынок или для дальнейшей обработки, половинки туш помещают на столы и приступают к дальнейшей их разделке: подравнивают ручной пилой концы ребер, стиливают передние и задние ножки (причем колени оставляют, чтобы при шприцевании не вытекал рассол) и после посола стиливают «колени». От каждой половинки отрезают грудную кость с шейными позвонками и первым ребром, тазовые кости и лопаточную кость. Удаление лопаточной кости требует умения и большого внимания, так как она находится в толще мяса. Далее производится отделка каждой полутины: зачистка краев мяса, сала и вообще полутины придает опрятный, красивый вид.

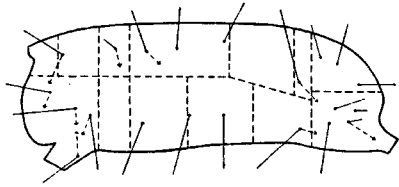
Подготовленные указанным образом туши вновь подвешиваются на пути и отправляются в холодильник. Холодильник не представляет каких-нибудь особенностей. Стены и потолки должны быть гладкие, чистые, без плесени. Трубы с охладителем помещаются у потолка. Кроме непосредственного охлаждения трубами, оно м. б. воздушное, через каналы. Охлаждение туш производится до  $+4, +5^{\circ}$ , после чего туша подается в соляное отделение. Это отделение также охлаждается холодильными трубами, и  $t^{\circ}$  в нем не должна превышать  $+6^{\circ}$ . Оборудование соляльного заключает оцинкованные чаны с мешалкой для приготовления рассола, причем они обычно находятся в особом помещении солянии; бетонные или железобетонные чаны для посолки бэкона, высотой 1,2—1,3 м, опущены обычно на половину ниже пола и изолированы в земле от нагревания. Ширина и длина чанов определяются размерами соляльного и производительностью фабрики. Обычно чаны располагаются по сторонам, а середина остается свободной для работы.

Заготовка рассола—важный момент, которым определяются результаты посола. В приводимой ниже таблице сведены некоторые имеющиеся в литературе и известные в практике рецепты:

Страны, где принят рецепт	Соль	Сахар	Селитра	Анти-септич. вещество
	в весовых частях			
Англия . . . . .	100	10	10	10
Дания . . . . .	160	—	14	—
• . . . . .	100	10	4	—
• . . . . .	55	5	—	5
Ирландия . . . . .	100	10	4	1
СССР . . . . .	100	—	4	—

Приведенное количество составных частей растворяют в воде до  $24^{\circ}$  Вё и кипятят. Пену при кипячении снимают, затем рас-

сол охлаждают и тщательно фильтруют. Часть его идет для шприцевания, а другая для наполнения чанов при мокром посоле. Шприцевание бэкона производится полкой круглой иглой длиной 15 см с несколькими отверстиями в верхней ее части и с запирающим краем внизу. Игла соединена шлангом с ручным или приводным насосом. Рассол накачивается под значительным давлением до 2—3 atm. В каждой половинке туши делают от 17 до 21 укола продолжительностью, достаточной для пропитывания мяса



Фиг. 5.

рассолом (фиг. 5). Вся шприцовка полутины занимает около 2 м. После шприцевания полутины кладут в чан (при мокром посоле) или в подвалы в штабеля (при сухом посоле). Половинки бэкона складывают в чанах одна на другую, кожей вниз. Перед укладкой в места, где вынуты лопатки, кладут соль. Заполняют чан половинками бэкона, уложенными друг на друга (не более 8 рядов), пускают в чан по трубам рассол. Некоторые специалисты рекомендуют для рассола брать на 160 кг соли—14 кг калийной селитры и воды до  $24^{\circ}$  Вё. Бэкон оставляют в чанах при  $5-6^{\circ}$  в течение 5—6 дней, после чего его вынимают. Необходимо отметить, что рассол чанов используется несколько раз, и чем больше, тем он ценнее, так как меньше вымывает питательных и вкусовых веществ из свиныи при последующем употреблении, когда рассол принимает прозрачный красный цвет.

При сухом способе посола бэкон густо посыпает солью и складывают на решетках пола в подвалах с  $t^{\circ} 5^{\circ}$  одна на другую, кожей вниз, в количестве до 8 половинок, разделенных между собой небольшими деревянными перекладками ок. 30 мм в квадрате. После 10—12 дней лежания их перекаладывают, причем сетками счищают с поверхности всю соль и вновь оставляют на 5—6 дней для созревания бэкона, перемещая верхние полутины вниз. В виду более быстрого оборота посола в чанах мокрый способ больше принят на практике; в Дании, например, работают только этим способом, тогда как в Англии предпочитают сухой способ, дающий бэкон несколько более высокого качества.

Вынутый из чанов бэкон просушивают и сортируют. Сортировка—важный момент, т. к. требования англ. рынка (оптовых фирм) к однородности закупаемого товара весьма значительны. Маркировка товара должна в точности отвечать номенклатуре, в виду чего на эту часть работы производители всегда обращают самое серьезное внимание. Сортировка товара по весу половинки бэкона

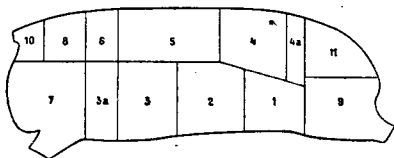
в английских фн. (1 английск. фн. = 453,6 г): 1) очень легкий—до 42 фн., 2) шестерик—42—49, 3) размерный—50—66, 4) средний—67—84, 5) тяжелый—84 и выше.

Каждая из приведенных групп бэкона разделяется на три подгруппы, а именно: 1) малосольная тощая (leanest)—с толщиной сала от 30 до 40 мм, 2) нормальная (lean)—с толщиной сала от 40 до 50 мм, 3) жирная (stout)—с толщиной сала выше 50 мм. Помимо указанной сортировки, качество бэкона устанавливается по запаху. Для этого используют триер, металлический заостренный стержень. Его вонзают в мясные части бэкона по направлению к кости, быстро вынимают и обонянием устанавливают нормальность запаха. При плохом засоле на конце триера будет запах разложения, при недосоле—запах свежего мяса, при пересоле—сырой запах. Равномерно прослоенная жиром нежная мясная ткань и белое сало определяют высокое качество продукта. Нежкий засол очень ценится и оплачивается высшей ценой. Перед упаковкой накладывают клеймо фирмы на лопатку, бочок и окорок. Клеймо выжигается особым аппаратом. Большинство бэкон отправляется целыми половинками. Из США и Канады бэкон идет в ящиках весом около 500 английских фн. (нетто) каждый, причем вес половинок (как и вообще качество товара) подбирается однородный, согласно приведенной выше сортировке, и ящик внутри выстилается пергаментной бумагой. Кроме целых половинок, из Америки часто присылают бэкон, уже разрезанный на части согласно приведенной ниже схеме разреза. В этом случае каждая часть аккуратно вложена в пергаментный мешок, завязана и имеет ярлык фирмы. Раньше прибавлялись при упаковке антисептические средства, но теперь это воспрещено. Остальные страны, экспортирующие бэкон, считают указанную упаковку слишком дорогой и вместо нее применяют перевозку бэкона в холщевых тюках. В каждый тук укладывают от 2 до 6 штук однородных половинок, в зависимости от их веса и в соответствии с приведенной выше сортировкой. При этом надо отметить, что при наличии разнородного товара количество сортов может быть гораздо более приведенного. После укладки половинок холстина стягивается тонкими бечевками, а затем увязывается толстыми. Предпочтительна веревка из манильск. пеньки, так как она не вытягивается. Концы веревки пломбируются. На тюках обозначают содержание и вес тюка, ставят порядковый № тюка и клеймо фирмы.

Как поступающий в Англию, так и остающийся в производящих странах бэкон часто подвергается копчению. Перед копчением залежавшийся бэкон раскладывают на столах, обдают теплой водой, тщательно очищают и просушивают. В некоторых копильных просушенных бэкон посылают со стороны мяса просеянной гороховой мукой хорошего качества. После этого товар поступает в копильню. Последняя представляет герметически закрываемое невысокое помещение, к балкам к-рого прикреплены вешала. Половинки не должны соприкасаться меж-

ду собою. Посредине копильни разводится огонь; лучше пользоваться при этом опилками, можно и деревом, но не хвойным, в виду оставаемого им привкуса. Копчение продолжается три дня, после чего охлаждают бэкон, не прикасаясь к нему, во избежание порчи внешнего вида. Выкопченный бэкон является твердым наощупь, цвет его—золотисто-коричневый.

Разрубка бэкона на розничном рынке производится по схеме, изображенной на фиг. 6. Отдельные части полутуши (по схеме) расцениваются в настоящее время на английском рынке след. обр. (за английск. фн.). Передняя ножка и лопатка 7, бочок 1—7 пн.; оконечность загривка 10, загривок I сорта 8, тонкий



Фиг. 6.

бочок 2 и нижний окорок 9—1 шилл. 2 пн.; толстый бочок I сорта 3, верх толстого бочка 3а—1 шилл. 4 пн.; толстая спинка 6, угол окорока 11—1 шилл. 6 пн.; крестец 4, самый тощий крестец 4а, ребрышки I сорта 5—1 шилл. 8 пн. Приведенные схема и расценка представляют двоякий интерес, так как: 1) указывают, что именно в бэконной половине расценивается и оплачивается лучше и, следовательно, представляет высший вкусовой интерес, и 2) дают направление, в котором надо развивать экспорт бэконной свиньи для получения более ценных сортов.

Утилизация отходов и отбросов бэконного производства поставлена на бэконных ф-ках Дании след. образом. Головы разрубают вдоль особым механич. топором. Мозги вынимают, собирают в железные цилиндры и отправляют на ф-ку лечебных препаратов в Франкфурт н/М., где из них готовят яры фосфористый фармацевтич. препарат; мозги отпускают с ф-ки по цене 1 р. 20 к.—1 р. 30 к. за кг. Мясо голов частью солиют (мокрым или сухим способом) и отправляют в Гамбург, где оно продается по цене около 200 руб. за т; другая часть в свежем виде сбывается на местные рынки. При низких рыночных ценах из голов готовят колбасу для жарения, прибавляя к свиные телатину. В этом случае отходы—нос, уши, кости—поступают в деструкционный аппарат для переработки в муку (на американск. бойнях—для варки клея). Железы внутренней секреции упаковывают в бочки, с пересыпкой их опилками, и направляют на разные фабрики фармацевтич. препаратов, где из них готовят лечебные средства. Цена желез на ф-ке—ок. 60 к. за кг. Языки легко просаливаются, укладываются в жестяные коробки с рассолом и экспортируются гл. обр. в Англию. Копыта обрубаются ручной машинкой и идут для выварки клея. Ног и

моются, очищаются, засаливаются в рассоле крепостью 18° Вé и отправляются для продажи в Гамбург, Испанию, Египет, по цене ок. 50 р. за ж. П о ч к и слегка засаливают, а в теплую погоду упаковывают в бочки со льдом; по прибытии на рынок сбыта их вынимают и укладывают на полки с отверстиями, рассол стекает и товар идет в продажу. Л е г к и е частично используются на фабричном колбасном з-де для приготовления кровяной и печеночной колбас, а главн. образом идут в деструкцион. аппарат, где сало вываривается и используется для технич. целей, ткань же идет для приготовления муки. П е ч е н ь идет частью в колбасы, частью для изготовления паштетов. Х р е б т ы продают местному населению. Фабричный колбасный з-д изготавливает колбасы из отбросов и обренок: 1) колбасу из брюшины с прокладками второсортного мяса (пресованную); 2) паштеты из печени, зашенины, брюшины, сала; 3) кровяную колбасу; 4) почочную колбасу.

Непременными подсобными предприятиями на ф-ках являются следующие. С а л о т о п е н ы й з а в о д—перетапливает пищевое свиное сало; особым аппаратом сало развешивается и упаковывается в бумажные пакеты; шкварки, отжатые прессом, идут в утилизационный аппарат; часть сала упаковывается в очищенные мочевые пузыри. К р о в е с у ш и к а—высушивает кровь и изготавливает кровяную кормовую муку. У т и л и з а ц и о н н о е о т д е л е н и е—перерабатывает все отбросы; они вывариваются, сало удаляется и используется для технич. целей, а массу вываривают до превращения ее в сухое вещество, к-рое измельчается в порошок—кормовую муку. Кости также вывариваются. Полученный жир идет для технич. целей, а костное вещество высушивается, измельчается и идет в корм и для удобрения. Кишки отделяют от салника, тщательно промывают и очищают от внутренней слизистой оболочки. Для этой очистки существуют машины, обрабатывающие в час до 6 км кишек. Чистые кишки засаливают, просушивают, укладывают в тюки (сухие) или в бочки с рассолом и применяют их в дальнейшем главным образом в колбасном деле, а частично для струнного или кетгутového производства. Кишки служат у нас предметом экспорта. Щетина очищается, сортируется, вяжется в пучки и используется в щетинном и мебельном производствах.

Лит.: З а р о ч е н в е в М. Т. Производство бакона, Л., 1926 (библиографич. указатель иностранной лит.—83 названия); А п а л ь к о в П. С., Производство баковой свиной и бакона (дополнено проф. Кузнецовым), Москва, 1926; И л ь я ш е н к о М. А., Экспортные свиной и пригот. бакона, Москва, 1926. В. Бресславц.

**БЮДЖЕТ ВРЕМЕНИ**, результат особого рода бюджетных обследований, в к-рых вместо дохода и расхода материальных ценностей данного хозяйства, семьи или отдельных лиц учету подвергаются затраты этими лицами в времени на выполнение различных работ и на удовлетворение потребностей их в течение данного срока, например за сутки, месяц или год. В целях получения полного приходо-расходного баланса использования данной группой лиц всего их

времени за обследуемый период учета подлежат не только трудовые затраты, но и все остальные, не исключая сна и отдыха. Это позволяет осветить условия труда и быта различных социальных групп с таких сторон, какие совершенно остаются в тени при бюджетных обследованиях обычного типа. Учитываемый не только платный, но и никем не оплачиваемый домашний труд, Б. в. дает прежде всего довольно яркую картину разделения труда в семье между мужской и женской рабочей силой, т. е. того разделения, в к-ром на долю одних членов выпадает продажа рабочей силы на сторону и почетная роль «кормильцев» семьи, в то время как другие члены обременены лишь на бесплатное обслуживание первых и бесславную долю «ижидивенцев». В то же время Б. в. позволяет установить, как велики накладные трудовые затраты в домашнем хозяйстве, которые необходимы на данной ступени общественного разделения труда для воспроизводства каждой единицы рабочей силы, предназначаемой на продажу. Конкретные данные Б. в. трудящихся в СССР вскрывают перед нами огромные задачи в области возможной рационализации домашнего труда, выдвигаемые в то же время не менее важную проблему соответствующей рационализации и трудового отдыха рабочих масс в интересах достижения более высоких ступеней культуры.

Пролетарская революция впервые создала у нас благоприятные условия для производства обследований бюджета времени трудящихся. Первое такое обследование в СССР произведено было в 1922 г., и с тех пор оно повторяется почти ежегодно. В качестве образчика на столбцах 187—188 приводится таблица, составленная на основании 625 бюджетов времени индустриальных рабочих в 1923/24 году.

Даже в чисто пролетарских семьях труд по найму составляет по времени не более 36% общего итога обязательных трудовых затрат рабочей семьи. Отсюда понятно, какой ошибкой было бы игнорировать весь остальной труд только потому, что он не оплачивается. Но и помимо этого вывода показанная в таблице структура бюджета времени рабочей семьи представляет много интересного. Обращает например на себя внимание огромная перегрузка женщин домашним трудом, вследствие чего участие их в общественной деятельности в 3—4 раза ниже, чем мужчин, а затрата времени на чтение и другие занятия образовательного характера даже в 5 раз ниже, чем у мужчин. Еще больший интерес представляет сопоставление бюджета времени рабочих групп различного возраста и квалификации, а также сопоставление бюджета времени рабочих и крестьян, служащих различных категорий и других социальных групп, например учащихся, партийцев и т. д.

Лит.: С т р у м и л и н С., Бюджет времени русских рабочих и крестьян в 1922/23 г., М.—Л., 1923; е г о ж е, Рабочий быт в цифрах, М.—Л., 1926; Б у р д я н с к и й И. М., Бюджет времени студента Татарск. коммун. ун-та, Казань, 1926; Сборник «Труд, отдых, сон комсомольца-активиста», М.—Л., 1926; М е в з о с Г. М., К вопросу о нагрузке пионера (итоги обследования бюджета времени пионера Дальне-Восточной области в 1925 г.), Хабаровск, 1925. С. Струмилин.

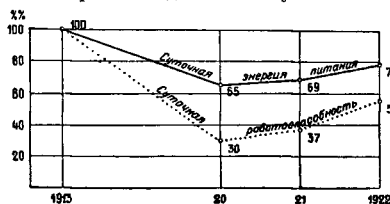
Месячный бюджет времени в рабочей семье (на 1 работника в часах).

Характер затрат	Зарабатывающие		Домашние хозяйки	Помогающие члены семьи		Все работни. семьи		
	м.	ж.		м.	ж.	м.	ж.	оба пола
<b>I. Труд.</b>								
<b>А. Обязательный</b>								
<b>1. Производственный:</b>								
а) по найму, уличный . . . . .	192,6	191,4	1,1	—	—	179,7	66,7	117,7
б) » » сверхурочный . . . . .	5,6	1,3	—	—	—	5,2	0,4	2,6
в) прочий . . . . .	15,1	23,0	59,6	44,8	12,3	17,1	43,8	31,8
Итого по произв. труду . . . . .	213,3	215,7	59,7	44,8	12,3	202,0	110,9	152,1
<b>2. Домашний:</b>								
а) приготовление пищи . . . . .	14,4	82,9	163,6	30,9	26,8	15,5	128,4	77,5
б) уход за помещением . . . . .	8,9	11,9	20,8	23,1	14,6	10,2	17,3	14,1
в) » » оденкой . . . . .	5,9	21,5	37,2	6,9	6,0	6,0	30,2	19,2
г) » » детьми . . . . .	5,3	16,4	57,3	3,3	54,7	5,1	43,0	26,0
д) » » собой . . . . .	19,0	17,3	19,4	24,4	24,3	19,4	19,0	19,2
Итого по домашн. труду . . . . .	53,5	150,0	298,3	93,6	126,4	56,2	237,9	156,0
<b>3. Ходьба на работу . . . . .</b>								
	20,9	20,4	0,1	—	—	19,5	7,1	12,7
<b>4. Сношения с рынком . . . . .</b>								
	9,2	6,9	16,9	8,5	2,2	9,1	12,7	11,1
<b>5. Прочий обязательный труд . . . . .</b>								
	3,2	1,8	0,7	26,6	1,9	4,5	1,2	2,6
Итого обязат. труда . . . . .	300,1	394,8	375,7	173,5	142,8	291,3	369,8	334,5
<b>Б. Свободный</b>								
<b>1. Самовоспитание . . . . .</b>								
	51,3	16,9	4,9	95,9	34,7	54,3	10,6	30,3
<b>2. Общественная деятельность . . . . .</b>								
	9,0	5,5	0,6	4,4	0,3	8,7	2,3	5,2
Итого свободн. труда . . . . .	60,3	22,4	5,5	100,3	35,0	63,0	12,9	35,5
Всего по А+Б . . . . .	360,4	417,2	381,2	273,8	177,8	354,3	382,7	370,0
<b>II. Отдых.</b>								
А. Еда . . . . .	47,7	40,0	48,2	88,8	50,6	47,0	45,5	46,2
Б. Развлечении . . . . .	35,1	23,9	27,3	96,9	72,6	39,2	28,7	33,4
В. Религиозные потребности . . . . .	1,5	3,1	5,9	2,4	17,3	1,5	5,5	3,7
Г. Бездеятельный отдых . . . . .	31,7	23,1	26,1	37,1	112,6	30,4	29,8	30,0
Д. Нераспределенное время . . . . .	5,3	—	0,1	9,9	13,1	7,8	0,2	4,2
Итого на отдых . . . . .	121,3	90,1	107,6	189,1	266,2	125,9	109,7	117,5
<b>III. Сон.</b>								
А. Ночной . . . . .	229,3	210,1	225,3	254,2	250,1	230,8	221,7	225,3
Б. Дневной . . . . .	9,0	2,6	5,9	8,9	25,9	9,0	5,9	7,2
Итого на сон . . . . .	238,3	212,7	231,2	263,1	276,0	239,8	227,6	232,5
Всего за месяц . . . . .	720	720	720	720	720	720	720	720
Удельный вес группы в % . . . . .	42	19	33	3	3	45	55	100

**БЮДЖЕТ РАБОЧИЙ** состав с одной стороны всех доходов, с другой—расходов на содержание самого рабочего и его семьи. Основным показателем уровня благосостояния рабочего обычно считают данные о заработной плате. Однако их нельзя считать достаточными. Более полная и яркая характеристика достигнутого уровня благосостояния рабочего класса дается Б. р., в котором оценка происходящих изменений в положении рабочего связана не только с учетом его дохода, но и с изучением его потребления. Изучение Б. р. очень важно для выяснения истинного положения рабочего класса и для определения моментов, влияющих на работоспособность и производительность рабочего. В строении и динамике Б. р. отражается бытовой уклад рабочей семьи.

В зависимости от Б. р. находится прежде всего уровень питания рабочего. Существует определенный физиологич. минимум питания, необходимый для поддержания жизни человека и для его работы. Существует

кроме того определенная зависимость между характером работы и необходимой энергией питания (в калориях). Квалифицированный рабочий должен получать больше



белков, жить в более гигиенических и просторных квартирах, иметь больше отдыха и умственной пищи. Физиологическая зависимость между работоспособностью и энергией питания характеризуется помещенной выше диаграммой; здесь видно, что суточная работоспособность падает и растет быстрее,



чем суточная энергия питания. В таком же отношении к производительности труда рабочего стоит и другая составляющая Б. р.—доля, идущая на оплату жилища. В условиях жилищного кризиса имеет большое значение и надлежащее использование доли Б. р., идущей на оплату квартиры, что несомненно влияет и на производительность труда. Исследование Б. р. за разные периоды в течение последнего десятилетия показывает, что в годы падения заработной платы уменьшается доля оплаты труда в бюджете рабочего и возрастает удельный вес других источников дохода (см. табл. 1). При

питания рабочей семьи: в период новой экономической политики, с ростом заработной платы и общей массы бюджетных ресурсов рабочей семьи, центр тяжести питания переместился от объемистых и дешевых растительных продуктов к более ценным в физиологическом отношении и к более дорогим продуктам животного происхождения, — и питание рабочего в настоящее время уже превышает довоенные нормы. Точно так же, даже в один и тот же период времени состав питания изменяется в различных хозяйствах в зависимости от их достатка: чем выше экономич. группа рабочих, тем меньше

Табл. 1.—Приходный бюджет семейных рабочих.

Статьи прихода	В среднем на 1 хозяйство в бюджет. рублях					В % к итогу				
	ХII	ХI	ХI-ХII	ХI	ХI	ХII	ХI	ХI-ХII	ХI	ХI
	1922 г.	1923 г.	1924 г.	1925 г.	1926 г.	1922 г.	1923 г.	1924 г.	1925 г.	1926 г.
Зараб. плата главы и членов семьи по основному занятию	24,65	30,66	33,51	42,39	41,68	78,4	82,1	74,8	80,9	81,8
Социальное страхование . . . . .	0,19	0,77	1,46	2,61	2,57	0,6	2,0	3,3	5,0	5,1
Приработки главы и членов семьи . . . . .	0,79	0,79	0,66	0,69	0,66	2,5	2,2	1,5	1,3	1,2
Прочие поступления . . . . .	5,81	5,14	9,15	6,71	6,07	18,5	13,7	20,4	12,8	11,9
<b>Всего . . . . .</b>	<b>31,44</b>	<b>37,36</b>	<b>44,78</b>	<b>52,40</b>	<b>50,98</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>

росте заработной платы доля ее в Б. р. возрастает за счет сокращения других, т. н. отрицательных, источников. Анализ строения расходного Б. р. показывает, что с увеличением уровня Б. р. уменьшается относительная доля затрат на удовлетворение

потребляет она дешевых и объемистых продуктов (ржаной хлеб, картофель) и тем больше у нее потребление более питательных и в особенности животных продуктов (пшеничная мука, мясо, молочные продукты, яйца, рыба). Эволюция бюджета рабочего за

Табл. 2.—Расходный бюджет семейных рабочих.

Статьи расхода	В среднем на 1 хозяйство в бюджетных рублях					В % к итогу				
	ХII	ХI	ХI-ХII	ХI	ХII	ХII	ХI	ХI-ХII	ХI	ХI
	1922 г.	1923 г.	1924 г.	1925 г.	1926 г.	1922 г.	1923 г.	1924 г.	1925 г.	1926 г.
Помещение . . . . .	0,54	1,45	2,34	2,96	3,39	1,7	3,9	5,3	5,7	6,7
Отопление и освещение . . . . .	3,77	4,11	3,68	5,38	3,43	12,2	11,2	8,2	6,5	6,8
Питание . . . . .	14,16	15,52	20,67	23,43	23,00	46,0	42,3	46,3	44,8	45,6
Спиртные напитки . . . . .	0,09	0,15	0,42	1,10	1,21	0,4	0,4	0,9	2,0	2,4
Табак, папиросы, спички . . . . .	0,40	0,57	0,61	0,65	0,64	1,2	1,6	1,4	1,2	1,3
Хоз. вещи и обстановка . . . . .	0,32	0,67	1,12	1,55	1,55	1,1	1,8	2,5	3,0	3,1
Одежда и наряды . . . . .	7,70	10,23	9,38	12,91	10,57	25,0	27,9	21,0	24,8	21,0
Гигиена и лечение . . . . .	0,36	0,27	0,33	0,42	0,41	1,2	0,7	0,7	0,8	0,8
Культ.-просв. и соц.-полит. потребности . . . . .	1,25	1,63	2,32	1,88	2,23	4,1	4,5	5,1	3,6	4,4
Проч. потребности . . . . .	2,18	2,09	3,79	3,96	4,00	7,1	5,7	8,6	7,6	7,9
<b>Всего . . . . .</b>	<b>30,77</b>	<b>36,68</b>	<b>44,66</b>	<b>52,24</b>	<b>50,43</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>

элементарных физических потребностей рабочего и увеличивается доля расходов на удовлетворение других потребностей. Бюджетные обследования 1918—1927 гг. показали, что с падением заработной платы резко повышалась доля расходов на питание; с восстановлением же упавш. уровня оплаты труда произошло и восстановление нормального строения Б. р. (см. табл. 2).

В различных экономич. группах рабочих строение расходного Б. р. неодинаково: в более высоких группах расход на питание и жилище меньше, а на одежду и прочие нужды выше, чем в более низких группах. В связи с происходившим непрерывным повышением уровня рабоч. бюджета за последние годы произошли резкие сдвиги и в составе

Табл. 3.—Изменение суточного питания рабочих в калор. на 1 взросл. едока.

Питательные вещества	Довоенное обследование	Обследован в декабре 1922 года (средн.)		Обследован в ноябре 1926 года (средн.)	
		1922 г.	1926 г.	1922 г.	1926 г.
<b>в граммах</b>					
Белки . . . . .	78,43—112,37	96,58	118,3		
В том числе животн. происхождения . . . . .	10,47—39,53	12,49	41,7		
Жиры . . . . .	30,72—54,93	49,11	61,0		
В том числе животн. происхождения . . . . .	7,53—36,26	11,43	31,8		
Углеводы . . . . .	504,78—593,10	722,30	641,0		
<b>Всего в калор. . . . .</b>	<b>2 967—3 341</b>	<b>3 814</b>	<b>3 680</b>		

период 1922—1926 гг. характеризуется данными, приведенными в табл. 3.

Лит.: По л л я к Г., статьи в «Экон. обзор», март и октябрь, Москва, 1927; С м и т М., статья в ВЭС, т. 8; К а б о Е. О., Питание русского рабочего до и после войны, Москва, 1926; М и х а л е в с к и й Л., Рабочий бюджет, Л., 1926; С т о п а н и А. М., Недетпромышл. рабочий и его бюджет, Москва, 1924; С о л и ц е в С., Рабочие бюджеты в связи с теорией обеднения, М., 1924; Р а б и н о в и ч А., Проблема производительности труда, М.—Л., 1925; Г л и н а б у р г А. М., К вопросу о производительности труда и заработной плате в промышленности, М.—Л., 1924. А. Рабинович.

**БЮДЖЕТНЫЙ ИНДЕКС**, особая форма статистического показателя, имеющего целью учесть изменения уровня жизни трудящихся. Индекс, или показательное число (index-number), есть отношение цены одного календарного срока к цене другого календарного срока, принятой за единицу. Индекс может или исчисляться на основании цены одного товара, и тогда он представляет собой индекс ситца, чугуна и т. д., или же выводится из цен целой группы товаров. Тот период, с к-рым сравнивают данный индекс, называется базой индекса. Для исчисления Б. и. нужно вычислить среднюю из отношений разных товаров, взвесив их по особым коэффициент-весам. Самый процесс взвешивания имеет целью при выведении средней величины учесть различное значение составных элементов расчета. При выведении простой средней (средняя арифметическ.), общая сумма всех величин делится на число их; при выведении же средней взвешенной каждая отдельная составляющая данного явления умножается на коэф-т, выражающий значение этой составляющей наряду с другими. Такой прием усиливает влияние на конечный результат того явления, которое встречается в наибольшем числе случаев. Взвешивание в Б. и. должно определить относительную значимость каждого отдельного товара, входящего в состав рабочего потребления. Относительное значение каждого товара определяется по размерам фактического потребления, исчисляемым на основании бюджетных обследований. По мере улучшения благосостояния рабочих меняется удельный вес отдельных расходов; относительно ослабляется доля питания и расходов первой необходимости и возрастает доля одежды, культурных и других расходов. В соответствии с этим бюджет. индекс раз в 1—2 года пересматривается. Смотра по цели исчисления подбирается тот или иной состав товаров. Б. и. имеет целью изучение изменения цен на товары рабочего потребления и в круг наблюдения включаются товары, входящие в состав *бюджетного набора* (см.). Исчисление производится по розничным ценам, так как по этим ценам покупает рабочая семья свои продукты потребления. Б. и. исчисляется по отдельным городам, областям, республикам, а также по всему СССР, и является частным случаем исчисления розничного индекса, учитывающего изменения уровня розничных цен. Имея данные о номинальной заработной плате и разделив ее на Б. и. (т. е. на размер вздорожания), можно получить представление о действительн. уровне жизни рабочих.

Исчисление бюджетного индекса в СССР началось с 1918 г., когда по всей стране была

организована регулярная регистрация цен главнейших товаров. В последующие годы, с улучшением статистики цен, исчисление Б. и. подверглось некоторым изменениям. Регистрация цен производится местными профессиональными союзами, а само исчисление сосредоточено в Центральном бюро статистики труда при Всесоюзн. центр. совете проф. союзов и публикуется в журнале «Статистика труда» и других периодических изданиях. Движение Б. и. по СССР за последние годы было следующее (считая 1913 г. за базу = 100,0): 1922/23 год—146,6; 1923/24 год—195,7; 1924/25 год—197,4; 1925/26 г.—218,0; 1926/27 г.—215,0. Конъюнктурным ин-том Наркомфина производится исчисление крестьянск. индекса по группе производимых и продаваемых крестьянством товаров. Такой индекс является по своему типу Б. и. крестьянского хозяйства.

Из иностранных можно отметить Б. и., исчисляемые: Bureau of Labour Statistics—для США, «Labour Gazette»—для Англии, Statistisches Reichsamt и Кучинским (частный Б. и.)—для Германии.

Лит.: Ф р е й м а н Л., Индексы стоимости жизни и методы их исчисления в разных странах, М., 1925; С м я т а в М. В., Конъюнктура и цены, М., 1925; И г н а т е в Н. Н., Динамика кризиса и положение пролетариата, Москва, 1927. Я. Улицкий.

**БЮДЖЕТНЫЙ НАБОР**, тот продовольственный паек, который принимается для исчисления *бюджетного индекса* (см.). Один из способов исчисления Б. и. заключается в том, что средняя современная стоимость пайка делится на довоенную стоимость (всероссийскую), определенную из довоенных московских цен с известной скидкой на более низкий уровень цен в провинции. Размер Б. и. определяется из бюджетных обследований рабочих. В состав Б. н. входят предметы питания (мука ржаная, мука пшеничная, крупа, картофель, мясо, масло, овощи, сахар и т. п.), предметы первой необходимости (сапоги, мануфактура, табак, мыло, керосин, дрова). Кроме этого еще входят и коммунальные услуги (квартира, электричество, вода, трамвай) и культурно-просветительные расходы (газета, кино). По мере улучшения жизни изменяется Б. н., и он периодически пересматривается. Для правильного суждения об уровне жизни рабочих сравнительно с довоенным положением нужно учесть дополнительные элементы рабочего бюджета: пониженную квартирную плату и социальное страхование. Б. н. и бюджетный индекс дают представление об изменении условий жизни рабочего средней квалификации. Для изучения же условий жизни рабочего высшей квалификации и служащих (особенно специалистов) Б. н. не характерен, так как в него не включаются продукты потребления групп немногочисленного труда, оплачиваемых выше. Дифференцированные Б. н. не исчисляются в СССР.

Лит.: см. *Бюджетный индекс*. Я. Улицкий.

**БЮИС-БАЛЛО ЗАКОН** (Buys-Ballot) устанавливает зависимость между распределением давления атмосферы с одной стороны и направлением и силой ветра—с другой. Он гласит: «Если мы станем так, чтобы ветер дул в спину, то слабое давление пойдет налево, немного впереди, а высокое

давление—направо, немного сзади. В южном полушарии—обратно. В северном полушарии воздух движется по направлению часовой стрелки вокруг барометрич. максимума, исходя из последнего, и в обратном направлении—вокруг барометрического минимума, устремляясь к его центру. Закон этот объясняется стремлением воздуха из областей высокого давления двигаться в области низкого давления, причем под влиянием вращения земли путь движения воздушных масс в северном полушарии отклоняется направо, а в южном—налево.

Отклонение ветра от направления места наименьшего давления (направление градиента) называется углом отклонения. Если барометрический минимум, лежащий на С. от какого-нибудь места, движется в восточном направлении (что в большинстве случаев наблюдается в Европе), флюгер, как видно из вышеприведенного закона, будет передвигаться по часовой стрелке от В. к Ю. на З. и С., согласно закону, установленному Дове для вращения ветра. Флюгер какого-нибудь данного места под влиянием мимолетного барометрического минимума или максимума будет перемещаться в одном направлении с движением вихревых образований, наблюдаемых с данного пункта. Когда барометрический минимум проходит через данное место, флюгер при его приближении не изменяет своего положения или изменяет очень немного. По прохождении минимума флюгер тотчас же принимает противоположное направление и после небольшого отклонения удерживает его.

Лит.: Рахманов Г. К., Основы метеорологии. М.—Л., 1925; Клодковский А. В., Основы метеорологии. 3 изд., Одесса, 1918; Лачинов Д., Основы метеорологии. 2 изд., СПб., 1895.

#### **БЮРО ОРГАНИЗАЦИИ ПРОИЗВОДСТВА,** см. Организация производства.

**БЮРО ПРЕДЛОЖЕНИЙ** на предприятиях: 1) принимает от рабочих и служащих предложения, направленные к улучшению производства, 2) рассматривает эти предложения с точки зрения возможности их осуществления и 3) определяет размеры премирования их авторов. Этот метод использования изобретательской мысли рабочих и служащих в целях рационализации производства впервые получил широкое применение в США. На многих предприятиях, в особенности на металлургических, существуют бюро предложений. Предложения, в виде краткого описания с необходимыми схемами, поступают в Б. п. Копия посылается на экспертизу в соответствующий производственный отдел предприятия. Заведующий производственным отделом (цехом, мастерской) в установленный срок дает свое заключение об экономической и технической целесообразности предлагаемых улучшений, касающихся обычно отдельных небольших участков производственного процесса, частных конструктивных усовершенствований действующих машин-орудий, повышение безопасности труда и т. п. Заключение производственных отделов рассматриваются в Б. п. (или в заменяющих их специальных периодически собирающихся экспертных комиссиях). Если заключение мало обосновано, либо мнения в Б. п. (или среди членов

комиссии) расходятся, предложение может быть передано на дополнительную экспертизу кому-либо из посторонних компетентных лиц. Отклоненные предложения, по просьбе автора, м. б. рассмотрены вторично. При нескольких однородных предложениях принимается к осуществлению и премируется наиболее рациональный вариант. В З. Европе руководители предприятий, учитывая решающее значение квалифицированной и систематической научно-исследовательской и конструкторской работы в деле технического развития промышленности, вместе с тем недооценивают рационализирующее влияние мелких изобретений и улучшений, вносимых отдельными работниками в порядке их собственной инициативы. В тех случаях, когда система предложений находит себе применение и в зап.-европейских условиях, она ничем не отличается от описанной выше.

В СССР задача использования массового фабрично-заводского изобретательства во всей широте стала перед промышленностью, начиная с 1925/26 г. Наряду с усилением научно-технич. работы в исследовательских ин-тах, в крупнейших трестовских и фабрично-заводских лабораториях, в конструкторских и проектировочных бюро обращено особое внимание на развитие рабочей рационализаторской инициативы, проявляющейся в виде конкретных изобретений и предложений в целях улучшения техники и организации производства. Основные принципы осуществляемой в СССР системы предложений таковы. На всех промышленных предприятиях создаются экспертные комиссии для установления технич. и экономич. целесообразности предложений и для определения размера и порядка премирования. Экспертные комиссии образуются из представителей заводоуправления фабрично-заводского комитета и местной инженерно-технической секции. Предложения рассматриваются в порядке их поступления в двухнедельный срок. Направляя предложение на испытание, экспертная комиссия должна установить для него предельный срок. Одним из основных принципов наиболее распространенной в СССР системы поощрений является премирование авторов в соответствии с размерами экономии, которая ожидается от применения предложения. На размер премии должны влиять также следующие признаки: 1) новизна идеи, 2) производственное (техническое и экономическое) значение предложения, 3) простота и легкость осуществления его, 4) размер предварительных затрат, произведенных автором при разработке предложения. Премированию подлежат все конкретные изобретения и улучшения, практическое осуществление которых может иметь последствием: 1) увеличение производительности предприятия, 2) уменьшение себестоимости, 3) улучшение качества продукции, 4) уменьшение опасности и вредности работ, 5) улучшение условий труда. Для выдачи премий, а также для проведения мероприятий, к-рые связаны с оформлением предложений в виде чертежей, моделей, опытных установок и т. п., на предприятиях выделены специальные денежные фонды из одновременных

ассигнований заводоуправления (например в размере  $\frac{1}{15}$  % годовой заработной платы всех рабочих и служащих данного предприятия), которые затем пополняются отчислениями от получающейся экономии по каждому принятому предложению. Обычно размер премии меньше суммы отчисления в фонде по данному предложению, так как в фонде должны оставаться средства и на другие кроме премий мероприятия по содействию изобретательству. Размер премий колеблется между 20 и 500 р. Наибольшее развитие работа экспертных комиссий получает в металлообрабатывающей, текстильной, электротехнической, деревообделочной и некоторых других отраслях промышленности.

Среди распространенных в СССР форм содействия фабрично-заводскому изобретательству большое значение имеет организация на предприятиях технических консультаций, составляющих неразрывное целое с описанной выше системой предложений. Обычно в задачи технич. консультаций входят советы по существу предложенной идеи, указания и помощь в составлении чертежей, а также технич. и экономич. расчетов, уточнение технич. формулировки предложений, указания при опытных испытаниях и т. д. Работа консультаций, как правило, происходит в нерабочее время, в установленные часы. Порядок этой работы, постановка дела консультации на предприятии, состав консультантов—вся организационная сторона деятельности технической консультации определяется экспертной комиссией и проводится в жизнь заводоуправлением данного предприятия.

Лит.: «Вестник Комитета по делам изобретений», Л., 1927, 7—12; Циркуляры ВСНХ СССР и ВИСПС: от 18/III 1926 года—о мерах содействия фабрично-заводскому изобретательству, от 24/II 1927 года—«Об организации экспертных комиссий и премировании за изобретения и улучшения», от 30/III 1927 года—«О технических консультациях». Л. Шухальтер.

**БЯЗЬ**, хл.-бум. ткань гроденапелевого переплетения, род грубого или тяжелого миткала. Как стандартный сорт бязь входит главным образом в состав миткалево-бязевой группы (набивные и гладкоцветные бязи) и бельевой группы (бязь отбельная). Набивные и гладкоцветные бязи вырабатываются «под ситец» из бязевого суровья, но имеют меньшее разнообразие в сортах, красках и рисунках, чем ситцы.

Набивные Б. печатаются или с одной стороны или с двух; употребляются на рубашки, кофты, юбки, детские костюмы и т. п. Гладкоцветная Б. иногда бывает с небольшим начесом на изнанке; идет большей частью на рабочие костюмы, куртки, блузы, а также для некоторых видов верхнего женского платья. Как специальный товар вырабатывается бязь немецкая, соответствующая кубовому ситцу. Эта Б. по кубовому полю набивается простым, несложным рисунком; потребляется главным образом на Юге и в Поволжье, где идет на женские платья.

Б. отбельная выпускается лошеной отделки, не колоченой, имеет ширину до 142 см, складывается, как миткаль или как мадаполам. Такая ткань иногда называется холстом бумажным; употребляется гл. образ. как материал для простынь. Бязь отделанная имеет суровый вид, жесткую отделку с легким пушком на изнанке. При более мягкой отделке и особой широкой складке Б. получает название тифлисской. Как обыкновенная, так и тифлисская бязь в большом количестве идет на белье для населения и для армии.

Б. вырабатывается большей частью из основы № 24 и утка № 20. Ширина суровья колеблется в пределах от 71 до 172 см; плотность по основе—от 48 до 70 ниток на 1 дм., по утку—от 46 до 60 ниток на 1 дм. Стоимость некоторых сортов Б. по преис-куранту Всесоюзного текстильного синдиката на 1927 г. (цены франко-Москва) установлена за 1 м Б. набивной односторонней, при ширине суровья 71 см и минимальной ширине готового товара 62 см—от 31 $\frac{1}{2}$  до 37 $\frac{1}{2}$  коп.; Б. набивной двухсторонней, при той же ширине—от 33 $\frac{1}{2}$  до 39 $\frac{1}{2}$  коп.; бязи гладкого крашения индиго и сернистого крашения той же ширины—36 $\frac{1}{2}$  коп.; Б. отбельной, при ширине суровья 71 см и готового товара 62 см—32 коп.; бязи отбельной, при ширине суровья 142 см и готового товара 130 см—81 коп.

Лит.: Монахов А., Бумагопрядение и ткачество, Л., 1926; Никитинский Я. и Петров П., Товароведение, т. 3, Л., 1924; Далан А. и Шелехов Н., Хл.-бум. мануфактура и торговля ею в кооперативах, М., 1920; Тихомиров М., Стрелов и анализ хл.-бум. тканей в связи со способами их изготовления, Иваново-Вознесенск, 1926; сборн. «Хлопковое волокно», М., 1927.

Н. Капцев.

## В

**ВАГОН СБОРНЫЙ.** Груз можно предъявлять к перевозке по ж. д. не только в размере целого вагона, но и в меньших размерах. Получая к перевозке такие так назыв. мелочные грузы, ж. д., для лучшего использования вагонов, подбирает эти грузы по направлениям или станциям и загружает их в один вагон, к-рый носит название с б о р н о г о ва г о н а. По пути следования, на станциях назначения той или иной отправки, происходит отгрузка сборного вагона.

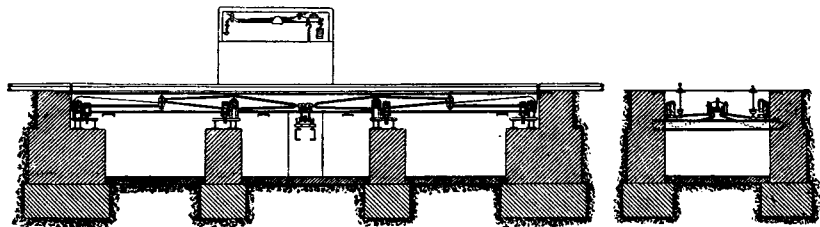
**ВАГОН СРОЧНОГО ВОЗВРАТА.** Если ж.-д. вагон после разгрузки д. б. возвращен на ту же дорогу, где он был погружен, то в таком случае он называется В. с. в. На нашей сети к В. с. в. принадлежат вагоны изо-термические, цистерны, специальные вагоны для той или иной перевозки, а также вагоны, принадлежащие не железным дорогам, а грузоотправителям. На таких вагонах ставится надпись «срочный возврат». На возвращение установлены определенные сроки. В. с. в. следуют обратно по тому же пути, по к-рому они двигались в груженом состоянии. Допускается загрузка при возвращении, но не далее дороги, к которой В. с. в. приписан. Вопрос о В. с. в. регламентирован «Общим соглашением между ж. д.».

**ВАГОННЫЕ ВЕСЫ,** специальные весы для определения веса подвижного состава, нагруженного или без груза.

Составные части В. в.—платформа и подплатформенный рычажный механизм с опо-

ранены на железных дорогах весы системы Фербенкс. Главнейшую часть указательного прибора составляет так наз. коромысло, на длинном плече к-рого нанесены деления веса и помещается передвижная гирия, уравновешивающая взвешиваемый груз. Короткое плечо коромысла соединено тягой с подплатформенным рычажным механизмом. Схему вложенных весов см. на фиг.

Платформа В. в. представляет собой прочную металлическую раму, состоящую из двух двутавровых балок (обычно № 40), скрепленных двумя или более жесткими поперечными связями; сверху рама покрыта листовым рифленным железом толщиной 8 мм, а по верху настела, по долевой оси балок, укрепляется пара рельсов. К нижним полкам балок прикрепляются особые подушки со стальными вкладышами или вилкообразные лапы, которыми платформа опирается на подплатформенные рычаги. Подплатформенный механизм состоит из двух или более пар симметрично расположенных поперечных (так наз. главных или грузоприемных) рычагов. Последние, представляющие собой рычаги 2-го рода, соединены последовательно особыми хомутами с одним или несколькими продольными рычагами 1-го и 2-го рода (вспомогательными или передаточными). Конец последнего передаточного рычага посредством тяги соединен с коротким плечом коромысла. Сочленения, в которых происходят колебания рычагов, состоят



рами для осей качания рычагов—помещаются в общей фундаментной яме, а указательный прибор, заключаемый в особую будку, укрепляется на выступе долевой стенки фундаментной ямы. Наиболее распрост-

из стальных призм, опирающихся острыми ребрами на стальные подушки. Материалом для рычагов служат: чугун, железо, литая сталь. При всякой системе расположения подплатформенных рычагов давление

находящегося на платформе взвешиваемого груза должно равномерно распределяться и передаваться грузоприемным рычагам в точках их соприкосновения с платформой; число точек соприкосновения всегда четное и не м. б. менее четырех. Давление, испытываемое грузоприемными рычагами, передается в уменьшенном, соответственно отношению их плеч, размере передаточным рычагам и от них через тягу последнего передаточного рычага на короткое плечо коромысла, уравновешиваясь весом гири, передвигаемой по длинному плечу коромысла. Таким образом давление  $p$ , действующее на тягу короткого плеча коромысла, в зависимости от числа подплатформенных рычагов и отношений их плеч, всегда во много раз меньше веса взвешиваемого груза и выражается величиной:

$$p = \frac{1}{n_1} \cdot \frac{1}{n_2} \cdot \frac{1}{n_3} \cdot Q,$$

где  $q$ —вес взвешиваемого груза,  $n_1, n_2, n_3$ —отношения длинных плеч подплатформенных рычагов к соответствующим коротким. В вагонных весах взвешиваемый груз уравновешивается постоянным весом одной гири, прилагаемой в разных точках длинного плеча коромысла; вес этой гири  $P = Q \cdot \frac{1}{n} \cdot \frac{C}{h}$ , где  $Q$ —грузоподъемность весов,  $n$ —общее отношение плеч подплатформенных рычагов,  $C$ —длина короткого плеча коромысла и  $h$ —длина шкалы на длинном плече коромысла.

Правильно сконструированные и изготовленные В. в. должны быть верными, чувствительными, устойчивыми и прочными; плавность, длительность и медленность колебаний коромысла служат показателем правильной сборки и устройства всех составных частей механизма весов. Вагонные весы считаются верными, если при испытании их предварительно выверенным (контрольным) грузом погрешность показаний В. в. не превосходит  $\pm 0,1\%$  веса этого груза. Части В. в. рассчитываются с 50%-ным запасом прочности. Длина платформы В. в. должна соответствовать длине грузового вагона и потому бывает от 7,3 до 10,36 м для нормального подвижного состава, 14,3 м для длинного большегрузного состава и 17 м для спаренных платформ (цепов).

Так как на коротких весах весьма трудно производить правильное взвешивание большегрузных вагонов (в два приема), а на длинных весах невозможно взвешивать нормальный состав без отцепки и откатки соседних вагонов, то устраиваются двойные и тройные В. в. Двойные весы состоят из установленных в одном общем фундаментном котловане двух самостоятельных В. в., нагрузка которых в случае надобности может при помощи особого переключателя передаваться на одно общее коромысло, указывающее в этом случае сумму нагрузок обеих платформ. Весовым платформам сообщаются такие размеры, чтобы каждая из них в отдельности или сумма их соответствовала длине обрабатываемого на дороге подвижного состава; т. о. на той или другой платформе или на обеих вместе м. б. помещены во время взвешивания все колеса только

данной взвешиваемой единицы. Тройные вагонные весы имеют такое же устройство и действие, как и двойные.

В. в. конструируются: а) обыкновенные, с одной парой рельсов, предназначаемые только для взвешивания; такие весы устанавливаются на специальном коротком пути, отнюдь не тупиковом, примыкающем через посредство двух стрелочных переводов к рабочим путям; б) оборудованные двумя путями: одним—для свободного пропуска и маневрирования паровозов и другим—для пропуска взвешиваемых составов; в) снабженные особыми устройствами, которые выключают подплатформенные рычаги из действия или смягчают толчки паровоза при проходе последнего через весовой путь.

Применение В. в. представляет большие выгоды для железнодорожного хозяйства, сокращая время простоя подвижного состава, что особенно сказывается при погрузке, выгрузке и взвешивании таких грузов, как зерновые, наливные, уголь, руда, соль, семя, хлопок, дрова, лесные, металлические и другие строительные материалы и т. п. Оборудование пунктов предъявления к перевозке перечисленных грузов В. в. и содержание последних в исправном состоянии составляют одну из важных задач ж. д.; отсутствие В. в. в означенных пунктах вызывает недогрузы, перегрузы, отцепки на попутных станциях для перевески и т. п. явления, затрудняющие правильную как коммерческую, так и техническую эксплуатацию железнодорожного транспорта.

Производство В. в. в СССР организовано на трех государственных заводах: в Ленинграде, Москве и Одессе. В данное время на железных дорогах СССР находятся в действии около 1 850 вагонных весов.

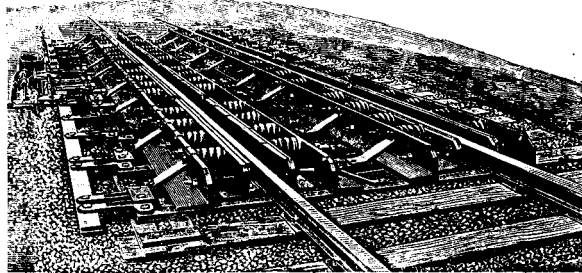
В З. Европе и Америке применяются также циферблатные В. в., в к-рых указательное коромысло в целях ускорения работы заменено циферблатом; здесь вес указывается стрелкой автоматически, без участия весовщика. Производство циферблатных вагонных весов в СССР находится в стадии подготовительной разработки. **Н. Афанасьев.**

Лит.: см. Весы.

**ВАГОННЫЕ ЗАМЕДЛИТЕЛИ**, механич. приспособления для затормаживания в надлежащий момент вагона, катящегося с горки (см.), при сортировке вагонов на больших сортировочных станциях. Такой способ сравнительно дешев и экономичен. Сравнительные данные о расходе на сортировке ж.-д. вагонов на станции Джибсон (в дол.).

Наименование статей	Февраль 1924 года (без В. в.)		Февраль 1925 года (с В. в.)		Поручено сортировщику
	1	2	3	4	
Рассортировано вагонов . . .	42 534	45 283	—	—	
Стоимость содерж. паровозов . . .	19 320	14 149	5 171	7 689	6 270
"    "    персонала . . .	13 959	—	—	1 125	—
"    "    энергии . . .	—	—	—	1 125	—
Расход по оплате за увечье . . .	2 283	55	—	—	2 208
<b>Всего . . .</b>	<b>35 542</b>	<b>23 018</b>	<b>5 171</b>	<b>1 125</b>	<b>12 524</b>
На один вагон . . . . .	0,836	0,508	—	—	0,328

соб торможения значительно проще, дешевле, быстрее и безопаснее, чем торможение при помощи башмаков (см. *Башмаки тормозные*). Первая установка этого рода в Америке была выполнена на станции Джиксон, близ Чикаго, в конце 1924 года; в пер-



Фиг. 1. Вагонные замедлители.

вый же год своего существования она показала свою рентабельность, как это видно из помещенной выше таблицы.

Получилось почти 40% сбережений, не считая уменьшения расходов вследствие сокращения случаев аварий с вагонами и порчи груза в них. В результате вся установка, несмотря на сравнительно высокую стоимость ее (около 500 000 долл.), окупилась менее чем в три года. Это заставило дороги интенсивно вводить В. з., и уже к 1 января 1926 г. в США функционировало 7 станций, оборудован по этой системе, с 225 путями, а в постройке было еще около 20 устройств.

В. з. американской системы представляют собой металлич. тормозящие шины (балки), к-рые расположены с обеих сторон каждого рельса пути параллельно ему (фиг. 1). Шины эти помощью сильных спиральных пружин прикреплены к другим шинам (углового сечения), которые при посредстве ряда рычагов и тяг соединены с электрическим или пневматическим двигателем. Манипулируя последним, можно тормозящие шины придвигать к рельсу на б. или м. близкое расстояние и так. образ. производить давление на боковые поверхности колес,

находящихся в этом месте на рельсах, и следовательно тормозит вагон с большей или меньшей силой. Управление этим В. з. обычно сосредоточено в районе сортировочной станции на ряде постов (фиг. 2), откуда благодаря их высоте можно хорошо ви-

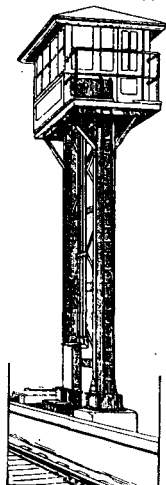
деть всю обслуживаемую ими территорию станции. Стрелочник имеет в своем распоряжении ряд рукояток, которыми он может приводить в действие двигателя В. з. Ставя рукоятку в то или иное положение, он регулирует степень нажатия на колеса

сообразно с характером нагрузки каждого вагона (относительно которой он заблаговременно получает ведомость) и с условиями погоды.

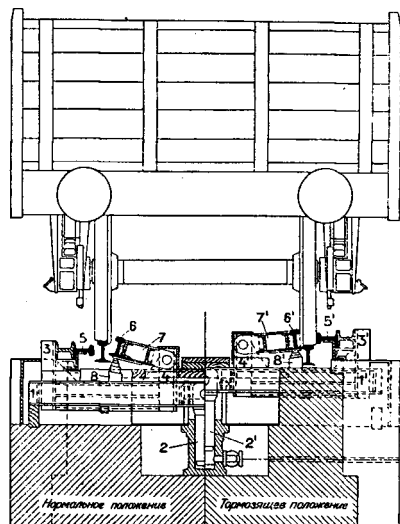
В Германии опытные механизации сортировочной работы ведутся с 1914 г. Здесь наиболее удачной признана система Фрелиха (фиг. 3), состоящая из поперечной балки 1 (1'), укрепленной на гидравлическом поршне 2 (2'), который может перед проходом вагона поднимать ее из положения, показанного на фиг. 3 слева, в положение, показанное на той же фиг. справа. В балке устроено ложе, в котором помещены салазки 3 и 4 (3' и 4'), могущие передвигаться в некоторых пределах вдоль балки. К плечу 3 (3') салазок наглухо прикреплен тормозящий рельс 5 (5'); второй тормозящий рельс 6 (6') укреплен с другой

ее из положения, показанного на фиг. 3 слева, в положение, показанное на той же фиг. справа. В балке устроено ложе, в котором помещены салазки 3 и 4 (3' и 4'), могущие передвигаться в некоторых пределах вдоль балки. К плечу 3 (3') салазок наглухо прикреплен тормозящий рельс 5 (5'); второй тормозящий рельс 6 (6') укреплен с другой

ее из положения, показанного на той же фиг. справа. В балке устроено ложе, в котором помещены салазки 3 и 4 (3' и 4'), могущие передвигаться в некоторых пределах вдоль балки. К плечу 3 (3') салазок наглухо прикреплен тормозящий рельс 5 (5'); второй тормозящий рельс 6 (6') укреплен с другой



Фиг. 2.



Фиг. 3.

стороны ходового рельса при посредстве рычажка 7 (7'), вращающегося на оси и поддерживаемого пружиной 8 (8') в верхнем положении. Когда колеса вагона входят на такой В. з., они нажимают своими ребрами на подошвы подвижных рельсов 6 и 6' (см. фиг. 3 справа), и таким образом

колеса зажимаются обоими тормозами с силой, пропорциональной весу вагона. Эта система В. з. имеет то преимущество перед америк., что в последней давление тормоза регулируется стрелочником, что не гарантирует от ошибок, могущих привести даже к сходу вагона с рельсов, тогда как в системе Фрелиха давление гидравлич. прессы и тормозящих рельсов регулируется автоматически в зависимости от веса вагона.

*Лит.: Рогинский Н. О., Ж.-д. сигнализация и обеспечение безопас. следования поездов, вып. 2, Москва, 1927; Verschlebbahnhöfe in Ausgestaltung und Betrieb, В., 1922. Н. Рогинский.*

**ВАГОННЫЕ КОЛЕСА. I. Чугунные (Гриф-фина).** Производство чугунных В. к. с закаленной поверхностью катания (т. н. гриффинских колес) должно сыграть выдающуюся роль в развитии ж.-д. хозяйства СССР. Опыт америк. ж.-д. дела неопровержимо доказывает, что своим беспрерывным развитием в последней четверти прошлого столетия оно в значительной степени обязано чугунному вагону. Колесу, давшему возможность не только удешевить производство железнодорожного подвижного состава, но и достигнуть громадных сбережений в оборудовании и во времени, необходимым для этого производства.

Попытки изготовлять чугунные В. к. с закаленной поверхностью катания были произведены в первой половине прошлого столетия. Многочисленные конструкции таких колес были запатентованы в это время, но испытания их не дали никаких существенных результатов. Обыкновенно таким колесам придавали в то время форму простого колеса с плоскими спицами и со ступицей, разрезанной в трех местах с целью устранения опасных напряжений материала, возникающих при остывании чугуна после отливки. Ступица, после соответствующей обработки, стягивалась железн. кольцами и заклинивалась на оси. Лишь в 1850 г. Уолборн (Washington) решил проблему чугунных В. к., предложив отливать их в форме сплошного диска с соответствующим ободом. Колеса типа Уолборна, диаметром 33" и весом 525 английск. фн., продолжали оставаться в течение почти 30 лет стандартными для 10-тонных товарных вагонов, а также и для значительной части пассажирских вагонов. Это было время железных рельсов, ручных тормозов, примитивной сцепки вагонов, малой грузоподъемности последних и т. д.; при малой нагрузке колеса, малых пробегов и малых скоростях колеса не изнашивались за все время службы вагона. Появившиеся в 1885 г. 30-тонные вагоны дали 5-тонную нагрузку на каждое колесо. Противники дальнейшего увеличения нагрузки колеса считали площадь контакта 33"-колеса с рельсом настолько малой, что нагрузка, превосходящая 5 т на каждое колесо, неминуемо должна вызвать напряжение материала колеса и рельса выше предела упругости. Все сомнения на этот счет были однако рассеяны практикой. Введение 30-тонных вагонов на всех жел. дорогах происходило чрезвычайно быстро. Чугунные В. к. весом в 600, а затем в 625 англ. фн., применялись для этих вагонов повсеместно в Европе и в Америке. Несмотря на целый ряд

сомнений, которые высказывались скептиками в начале нашего столетия, 40- и 50-тонные вагоны, снабженные чугунными колесами, были в свою очередь испытаны и найдены во всех отношениях отвечающими своему назначению. Под этими вагонами применялись чугунные колеса весом уже в 725 англ. фн., в то время как вес стальных колес для тех же целей превышал 750 англ. фн. В настоящее время 50-тонные америк. вагоны заменяются 70-тонными для транспортирования таких грузов, как уголь, руда и пр. Эти вагоны уже испробованы во всех отношениях, причем чугунные В. к. весом в 850 англ. фн. оказались и для них вполне отвечающими своему назначению. Чугунные вагон. колеса, оставаясь одинаковыми по форме, претерпели весьма мало изменений за все время развития вагоностроения. В то время как грузоподъемность вагонов изменилась от 10 до 70 т и скорость их движения увеличилась в 6 раз, вес колес увеличился всего на 38%. В настоящее время не менее 95% всех товарных вагонов и весьма значительная часть пассажирских вагонов США снабжены чугунными колесами с закаленной поверхностью катания, и число их в обращении превышает 25 млн. Такое количество колес требует 8 000 000 т металла. Ежегодно из этого количества возобновляется ок. 10%, т. е. 2 1/2 млн. колес.

В США и в Канаде производством чугунных В. к. занимаются 50 з-дов и производительность их достигает в общей сложности 20 000 шт. в день, или свыше 6 000 000 колес в год. Как совершенно справедливо замечает председатель америк. Ассоциации производителей колес из закаленного чугуна Линдон, разработка естественных богатств С. Америки в значительной степени обусловлена широким применением чугунных В. к. Без последних америк. железнодорожное дело не могло бы достигнуть той необычайной ступени развития, на к-рой оно находится в настоящее время. Об этом свидетельствуют следующие цифры. В 1914 г. на железных дорогах США было в обращении 2 700 000 товарных вагонов. Количество грузов, перевезенных в этих вагонах в этом году, составляло 1 110 000 000 т, или около 70 млрд. пд. В тонно-милях это количество выражается свыше чем 300 000 000 000 тонно-миль. Прибавив сюда 375 млрд. тонно-миль, падающих на самые вагоны, получим гигантское число в 675 млрд. тонно-миль, выражающее ту работу, которую проделали в 1914 г. чугунные колеса на ж. д. США.

Чугунные В. к. при отливке подвергаются закалке. Еще в 18 в. в одной из англ. литейных было замечено, что расплавленный чугун, приходя в контакт с металлич. поверхностью, становится отбеленным и чрезвычайно твердым. Этот процесс отбелки и закалки чугуна обуславливается чрезвычайно быстрым охлаждением расплавленного чугуна в металлической форме. Сущность этого процесса заключается в том, что при быстром отнятии тепла от расплавленного чугуна содержащийся в нем цементит (химическое соединение железа и углерода  $Fe_3C$ ) не успевает разложиться на свои составные части, железо и углерод в виде



графита, и в застывшем при этом чугуна графит не содержится в свободном состоянии, как это происходит в обыкновенном сером чугуна, который подвергается медленному остыванию после отливки. В отбеленном (закаленном) слое чугуна весь углерод находится в состоянии, химически связанном с железом. Цементит представляет собой чрезвычайно твердое вещество, тверже стекла и самой твердой стали, не исключая закаленной быстрорежущей стали; по твердости он приближается к кварцу, занимающему седьмое место в шкале твердости (см.), тогда как алмаз занимает десятое место.



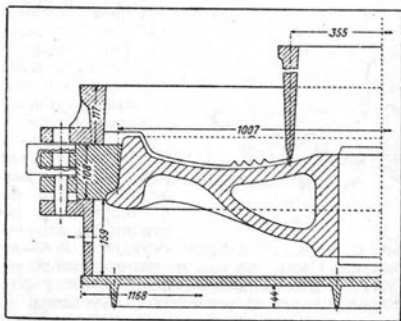
Фиг. 1.

Микроструктура закаленного слоя чугуна В. к. показана на фиг. 1: белые массы—цементит, темные—перлит; в одном месте видны мелкие чередующиеся выделения того и другого,—это эвтектика белого чугуна. Составляя около 40% отбеленного чугуна, цементит придает ему чрезвычайную твердость, позволяющую использовать этот чугун для большого количества предметов, для которых серый чугун обычно является неприменимым, как напр.: для плугов, молотов, наковален, прокатных валов, ж.-д. колес и т. д. Как уже было упомянуто, за-

калки формовка колес производится в составной опке (фиг. 2), средняя часть которой образует форму поверхности катания колеса и состоит из массивного чугуноного закалочного кольца. Расплавленный чугун, приходя в соприкосновение с этим кольцом, быстро охлаждается благодаря большой теплопроводности кольца и таким образом подвергается закалке на некоторую глубину по поверхности этого соприкосновения. Вся остальная масса колеса, поверхность к-рой соприкасается в опке с песчаными частями формы, подвергается сравнительно медленному охлаждению и состоит поэтому из обыкновенного мягкого серого чугуна.

Вышеприведенные данные свидетельствуют о громадном распространении чугунных В. к. в Америке. В Европе распространение их отстает от американского. Первое применение их в России в 1867 г. было дискредитировано благодаря тому обстоятельству, что некоторое количество этих колес было изготовлено из простого, незакаленного чугуна. Такие колеса ломались конечно после ничтожного пробега. Лишь в 1902 г. чугунные колеса Гриффина были допущены б. министерством путей сообщения к употреблению в России под нетормозными товарными вагонами в количестве, не превышающем 10% наличного колесного парка дороги. При заказе Америке в 1915 г. товарных вагонов америк. заводы предложили применить под этими вагонами чугунные колеса, мотивируя предложение тем, что почти все вагоны в Америке снабжены такими колесами и что они дешевле стальных. Это предложение было принято и несколько десятков тысяч чугунных В. к. были вывезены из Америки в Россию и находятся в настоящее время в обращении на жел. дорогах СССР. В виду невозможности их замены и ремонта, большая часть их однако уже вышла из употребления. Более слабое распространение чугунных колес в Европе объясняется отрицательным отношением к ним европ. техников, совершенно неосновательно убежденных в том, что стальные колеса по своим качествам лучше чугунных. Европейские законодательства еще до сих пор ограничивают применение этих колес и допускают его только для нетормозных вагонов. Насколько неосновательно распространенное в Европе отрицательное отношение к чугунным колесам, показывает американская практика. Как уже было упомянуто, в Америке почти все товарные вагоны и многие пассажирские снабжены чугунными колесами. Некоторые железные дороги применяют чугунные колеса для пассажирских вагонов в течение свыше 50 лет, причем на этих дорогах не было ни одного случая крушения поезда из-за поломки колес.

Преимущества чугунных колес сравнительно со стальными следующие: 1) большая твердость колеса по поверхности катания значительно удлиняет продолжительность его службы; 2) износы рельсов и реборды колеса меньше; 3) колеса из закаленного чугуна могут нести большую нагрузку без деформации и смятия, чем это возможно для стальных; 4) чугунные колеса не требуют обточки, благодаря чему достигается зна-



Фиг. 2.

калке подвергается лишь поверхность катания колеса, причем закалка простирается на глубину до 25 мм. Для достижения этой

чительное удешевление этих колес, а также значительные сбережения в смысле затрат на покушку стоек и на оборудование мастерских; 5) коэффициент трения между чугунными колесами и колодкой тормоза на 25% больше, чем для стальных колес; это значительно уменьшает напряжения, к-рые возникают в тормозной передаче и в тележке, усиливая в то же время работу воздушных цилиндров; 6) продолжительность службы тормозных колодок при их применении к чугунным колесам на 25—100% больше, чем при применении их к стальным колесам; 7) сопротивление поезда, появляющееся благодаря трению реборды и скольжению поверхности катания, значительно меньше для чугунных колес, чем для стальных; 8) поверхность катания в чугунном колесе не обладает вязкостью и поэтому сохраняет свою круглую форму в большей степени, чем в стальном колесе; вследствие этого поломка рельсов, которая происходит благодаря эксцентricности стальных колес, деформировавшихся вследствие вязкости стали, становится невозможной при чугунных колесам.

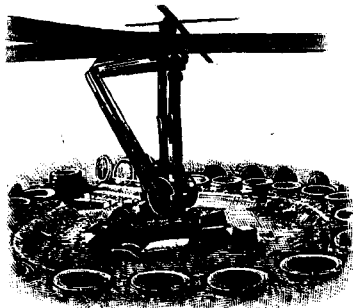
По расчету Линдона, стоимость ежегодной службы одного чугунного В. к. в Америке колеблется в пределах от 1 до 2 р., при средней продолжительности службы этих колес в 10 лет. По данным бельгийских железных дорог, ежегодная максимальная стоимость службы одного ската из чугунных В. к. вместе с осью выражается суммой от 3,5 до 5 р., в то время как для такого же ската из стальных колес максимальная стоимость годовой службы определяется суммой от 8 до 10 р. Так. обр. чугунные В. к. оказываются в эксплуатации в 2—3 раза дешевле стальных. Необходимо здесь же отметить, что чугунные В. к. употребляются в Америке не только для железнодорожного транспорта. Наряду с последним огромное количество этих колес употребляется для чрезвычайно распространенных в Америке городских и пригородных трамваев. Кроме того колеса из закаленного чугуна употребляются в больших количествах для дорожных машин, кранов и т. д. Заводы Гриффиновской компании в Америке изготовляют свыше 100 различных типов колес от 600 до 900 мм диаметром и от 80 до 360 кг весом.

Предположения о товарном вагоностроении в СССР на пятилетие 1926/27—1930/31 гг. определяются в 40 000 вагонов ежегодно.

На каждый вагон следует считать 4 колеса. При замене всех стальных вагонных колес чугунными наша годовая потребность в чугунных В. к. к 1930 году определится минимальной цифрой в 180 000 колес, т. е. к этому времени мы должны были бы иметь в СССР не менее трех литейных заводов для производства чугунных вагонных колес, производительностью в 200 колес в день каждый.

Переходя к вопросу о з-дах для производства чугунных колес, необходимо отметить, что в Америке существуют три типа таких з-дов: 1) с круговой системой расположения литейных площадок, 2) с карусельной системой и 3) с прямолинейной системой работ. 1) Круговая система (фиг. 3)

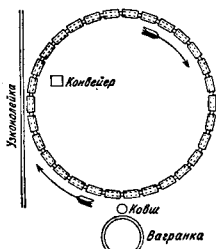
встречается лишь на старых заводах. При этом способе работ литейная имеет несколько литейных кругов. В центре каждого из них помещается поворотный кран, а по окружности располагаются 20—25 опок, обслуживаемых двумя рабочими: формовщиком и его помощником. Внутри каждого круга помещаются необходимые инструменты, запас шпшек и прочее, а по окружности в виде валика насыпана формовочная земля. Кран каждого круга служит для манипуляций с опоками во время набивки их землей, для поддержания ковша с расплавленным чугуном во время отливки, а также для освобождения отлитого колеса из формы.



Фиг. 3.

Расплавленный чугун доставляется от вагранки до каждого круга при помощи подвесной дороги. Недостаток этой системы заключается в том, что пространство литейной мастерской использовано при ней хуже, чем при более совершенных системах, и механизация производства не м. б. проведена так совершенно, как при этих последних.

2) При карусельном типе литейных мастерских (фиг. 4), применяемом лишь на двух американ. заводах, формовку и отливку колес производят на кругу, по к-рому медленно движется непрерывный поезд из 40 вагонок-платформ; на последних расположены опоки, в которых формируются и отливаются колеса. Эти опоки проходят при движении поезда последовательно все стадии производ-



Фиг. 4.

ства, причем все рабочие остаются на своих местах, выполняя вполне определенную работу. Формовочный материал к месту формовки подается конвейером. Несмотря на все остроумие этой системы, она имеет мало защитников и не была признана рациональной в виду дороговизны всей установки и зависимости результатов работы от отдельных частных моментов. 3) В наиболее совершенной, прямолинейной си-

стеме работ не только наилучшим образом использована площадь мастерской, но и достигнута необычайная стройность и порядок в ходе работ (фиг. 5). При этой системе опоки устанавливаются в продольные параллельные ряды, по 20—25 штук в каждом. Количество опок, находящихся

При постройке в СССР завода для производства В. к. следует остановиться на последнем типе завода с параллельной системой работ и строить его с расчетом на производительность не менее 200 колес в день. На фиг. 8 показан эскиз колеса, а на вкладном листе—план такого завода.



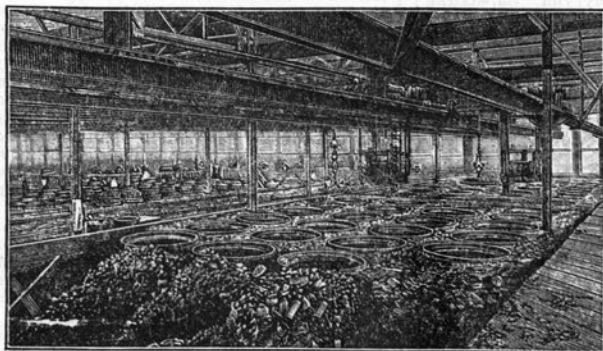
Фиг. 5.

ся в литейной мастерской, равно дневной производительности завода. Формовочный песок насыпан вдоль ряда опок, между каждой парой рядов. Формовка начинается с конца, противоположного местоположению вагранки, причем на каждой площадке работают двое рабочих—формовщик и его помощник. Начав с дальнего конца, они идут вдоль литейного ряда и делают формы одну за другой. За день, благодаря механизации производства, двое рабочих формуют и отливают около 25 колес. Кроме формовки и отливки колес на обязанности этих двух рабочих лежит также и доставка рас-

Персонал, необходимый для такого з-да, состоит из 54 человек:

- 8 рабочих для разных работ во дворе (разгрузка и нагрузка материалов, доставка готовых колес и пр.),
- 3 наменщика для ремонта вагранки и ковшей,
- 7 рабочих для работ по составлению шхты,
- 3 рабочих при вагранке,
- 8 формовщиков,
- 8 помощников последних,
- 5 рабочих в шинельной,
- 2 инспектора для осмотра и обмера колес и опок,
- 4 модельщика,
- 4 контрольных служащих,
- 1 литейный мастер,
- 1 директор завода.

Величина капитала, необходимого для постройки и пуска в ход литейного з-да для



Фиг. 6.

плавленного чугуна к готовым опокам и отлитых колес к поезду, для отправки их в отжигательные колодцы (фиг. 6 и 7). В последних собственно процесса отжига не происходит: роль их состоит в медленном и равномерном охлаждении помещенных в них отлитых колес, в целях устранения вредных напряжений. Все операции в литейной механизированы, не исключая формовки, производимой машинным способом.



Фиг. 7.

производства В. к., определяется приблизительно из следующих составных частей:

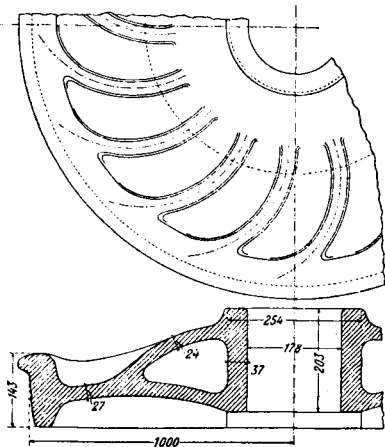
Оборудование, согласно смете американск. завода Уайтинг	300 000 р.
Стоимость зданий, подъездных путей и пр.	350 000 *
Необходимый оборотный капитал	350 000 *
<b>Всего</b>	<b>1 000 000 р.</b>

При норме производства такого завода в 50 000 железнодорожных колес в год, ва-

ловая себестоимость годового производства определяется из стоимости след. частей:	
Чугун, 12 000 т	1 100 000 р.
Кокс, 3 000 т	85 000 *
Уголь и дрова	15 000 *
Другие материалы	15 000 *
Электрич. энергия	15 000 *
Заработная плата на 54 чел.	60 000 *
Амортизация	30 000 *
Непредвиденные расходы	50 000 *
Накладные расходы	50 000 *

Всего . . . . . 1 400 000 р.

Себестоимость каждого колеса выразится т. о. суммой в 28 р., причем 79% этой суммы



Фиг. 8.

падает на стоимость чугуна. Заработная плата входит в себестоимость только 4<sup>1</sup>/<sub>2</sub>%.

Заводский расчет металлической шихты (в %) производится в Америке в среднем следующим образом:

Старые чугунные колеса	55
Коксовый чугун	15
Древесноугольный чугун	15
Стальной скрап	7,5
Серый чугунный лом	7,5

За неизменением старых чугунных В. к. состав шихты изменится у нас в сторону увеличения в шихте количества древесноугольного чугуна. Общее количество последнего вместе со старыми чугунными В. к. составляет в Америке в среднем ок. 70% шихты. Принимая влияние старых чугунных В. к. на состав сплава равным половине влияния древесноугольного чугуна, мы получим следующий приблизительный состав шихты (в %) при отсутствии старых чугунных колес:

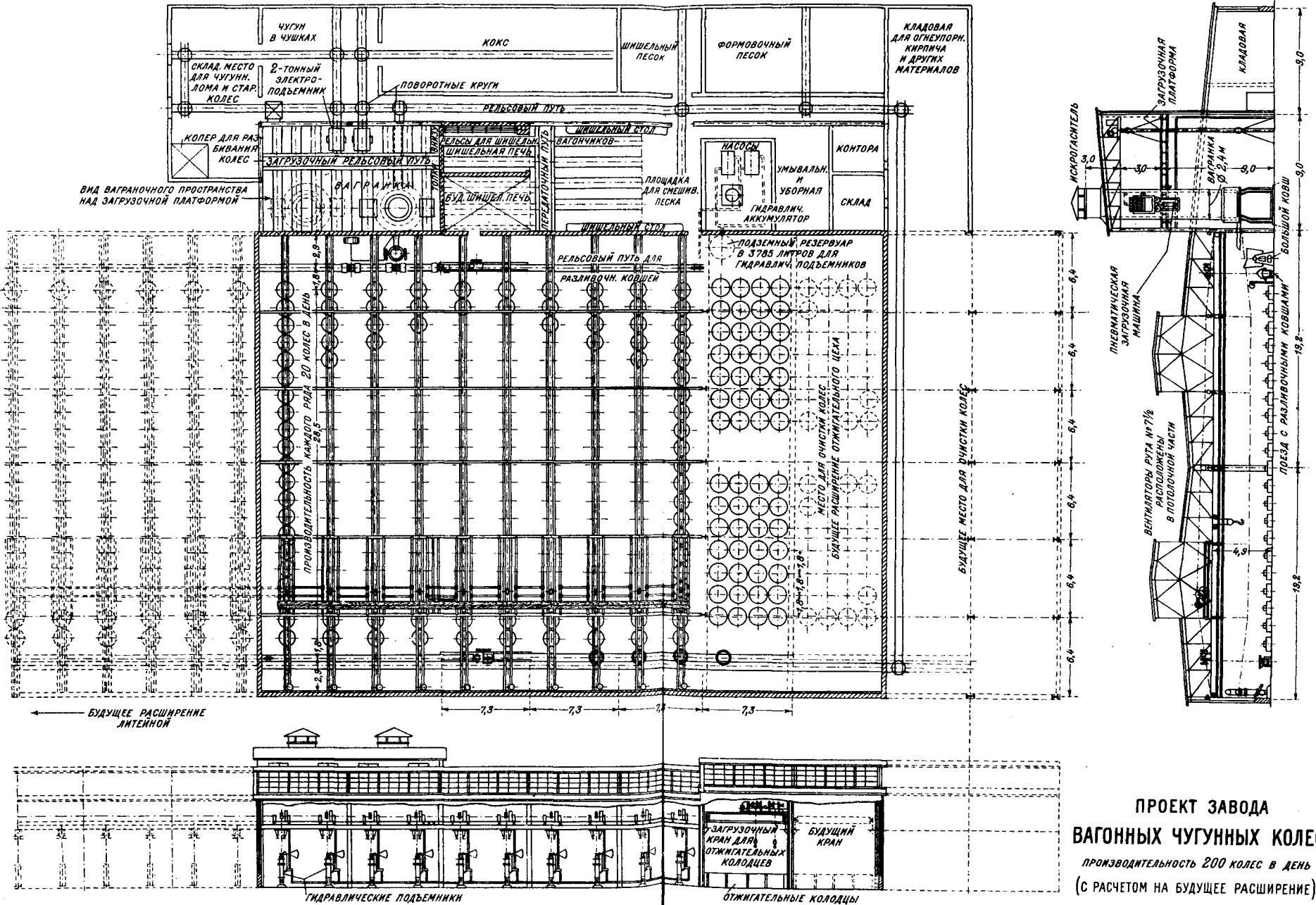
Древесноугольный чугун	55
Коксовый чугун	20
Серый чугунный лом	15
Стальной скрап	10

Так как в течение ряда лет наше производство чугунных В. к. не сможет рассчитывать на сколько-нибудь значительную доставку колесного лома, мы должны положить в основу наших расчетов з-да только что приведенный состав шихты. Т. о. для предполагаемого з-да понадобится приблизительно след. количество металла в год:

Древесноугольного чугуна	9 800 т
Коксового чугуна	3 800 *
Серого чугунного лома	2 700 *
Стального скрапа	1 800 *

Производителем древесноугольного чугуна у нас является Урал. Поэтому, по крайней мере на первые годы, производство чугунных вагонных колес должно быть поставлено на Урале. Проф. В. Е. Грум-Гржимайло считает наиболее целесообразным установку колесного производства на одном из уральских металлургических заводов, причем для колес должен применяться доменный чугун, поступающий непосредственно из домы в мартен для доведения его до необходимого состава и оттуда разливаемый в опоки.

В заключение необходимо отметить те возражения, которые приводят иногда против введения чугунных В. к. в СССР. Первое заключается в том, что у нас не было в отношении этих колес достаточного опыта. Это возражение можно отвести указанием на гигантский опыт Америки, которая за 80-летний период времени имела в обороте не менее 100 млн. чугунных В. к.; к последним надо прибавить еще огромное количество трамвайных чугунных колес. СССР имеет полную возможность легко и быстро использовать этот богатейший опыт Америки с огромной выгодой для нашего транспорта. Другое возражение указывает на то что СССР не следует вводить у себя чугунных В. к., так как даже в Америке начинают уже сокращать производство чугунных колес и переходить на стальные, из которых в последние годы стали особенно известными колеса Девиса (см. ниже). Некоторое уменьшение темпа роста производства чугунных В. к. действительно наблюдается в Америке. Объясняется это далеко зашедшим вперед истощением природных богатств Америки, и в первую очередь лесов. Древесноугольный чугун вследствие этого с каждым годом становится дороже, что вынуждает заводы все в большей степени баазировать свое производство колес на колесном ломе (до 85%), причем последний все чаще попадает повторно в переплавку. В результате этого наблюдается значительное ухудшение материала америк. чугунных В. к., к-рый становится с течением времени все более насыщенным серой. В то время как согласно америк. нормам 1905 г. материал чугунных В. к. не должен был содержать более 0,08% серы, Бюро стандартов Америки на основании обширных исследований установило в 1922 году наличие в этом материале серы в количестве от 0,109 до 0,185%. Согласно исследованиям университета в Иллинойсе в том же году, содержание серы в этом чугуне оказалось еще выше—от 0,204 до 0,227%. Интересно отметить, что высококачественные австрийские чугунные В. к. содержат серы всего от 0,054 до 0,075%. Колеса, слитые из уральского чугуна, должны содержать серы еще значительно меньше. Указанные выше обстоятельства и вынуждают американскую промышленность несколько замедлить темп роста производства чугуна В. к. и приступить к поискам др. типов колес, к-рые могли бы с течением времени заменить чугунные.



**ПРОЕКТ ЗАВОДА**  
**ВАГОННЫХ ЧУГУННЫХ КОЛЕС**  
 ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЬ 200 КОЛЕС В ДЕНЬ  
 (С РАСЧЕТОМ НА БУДУЩЕЕ РАСШИРЕНИЕ)

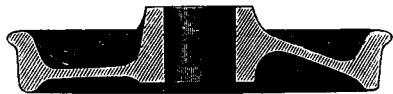
Совсем иначе обстоит дело в СССР с его нетронутыми гигантскими лесными богатствами С. Урала и других местностей. Максимальное развитие в СССР производства чугунных В. к. не только облегчается, но и властно диктуется этим обстоятельством. Расходуя наши лесные богатства частью на производство чугунных В. к., мы будем постепенно накапливать эти богатства в стране уже в другом виде. Впоследствии, когда мы будем вынуждены снова перейти к стальным колесам, старые чугунные колеса, выполнив свое назначение в ж.-д. транспорте, вновь будут использованы нашей промышленностью в качестве высокосортиного литейного чугуна.

**2. Стальные В. к. (Девиса)**—из марганцевой стали с очень твердым ободом. В чугуновых отливках твердость рабочего слоя колеса получается путем закалки. В колесах Девиса твердость рабочего слоя достигается введением в этот слой марганца. Сталь отливается в изложницу, вращающуюся со скоростью 30 об/мин., причем первые порции металла отбрасываются к периферии и удерживаются там благодаря центробежной силе. После того как эти первые порции металла попадут в изложницу, в струю отливаемой стали вводится под давлением порошкообразный ферромарганец в количестве  $2\frac{1}{2}$ —3 кг на каждое колесо, который увлекается к ободу отливаемого колеса и образует по кругу катания богатый марганцевый слой. Дальнейшее наполнение изложницы расплавленным металлом происходит при вращении изложницы со скоростью 85 об/м. Обогащенный марганцем слой удерживается у обода колеса. Диффузия отчасти выравнивает разницу в составе и делает переход от твердой стали к мягкой постепенным. Химический состав тела колеса Девиса: С 0,20%, Si 0,30—0,35%, Mn 0,65%, P и S 0,05—0,07%. Состав сплава в ободке изменяется следующим образом:

Углерод: по мере удаления от поверхности круга катания % С постепенно падает	с 0,35 до 0,28
Марганец: а) на глубине 6 мм от поверхности круга катания % Mn падает	• 2,0 • 1,8
б) на глубине 12 мм от поверхности круга катания % Mn падает	• 1,8 • 1,65
в) на глубине 20 мм от поверхности круга катания % Mn падает	• 1,5 • 1,4
Твердость по Бринелю в расстоянии 6 мм от края	395
Твердость на круге катания по Шору	56—60

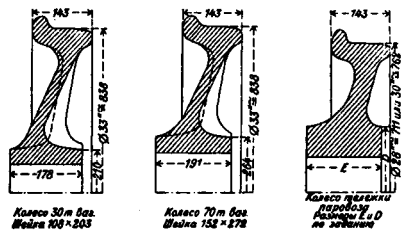
После отливки колеса оставляют в формах около 45 минут и затем переносят в отжигательные печи. Отжиг производится при 900° в продолжение  $2\frac{1}{2}$  часов. После отжига в целях наблюдения за качеством металла с обода колеса снимают стружку в 6 мм. После этого колесо идет в машинную обработку для получения профиля и сверления втулки. Затем на шлифовальных камнях производят окончательное выравнивание поверхности катания. Следующей операцией является закалка. Колеса нагревают до 850° в продолжение  $\frac{1}{2}$ — $\frac{3}{4}$  часа и затем переносят краном к закалочным ваннам, в которых производится закалка обода. По окружности ванн расположены три ряда

трубок, из которых на обод колеса льется вода. Закалка длится около 3 минут, пока диск колеса не станет темновишнево-красным, после чего доступ воды прекращается.



Фиг. 9.

Следует полагать, что благодаря высокой цене эти колеса не войдут в употребление для товарных вагонов, но для пассажирских вагонов и тендеров получат вероятно значительное распространение. Типы стальных



Фиг. 10.

В. к. показаны на фиг. 9 и 10. Вагонные колеса со стальными бандажами см. *Бандажи*.

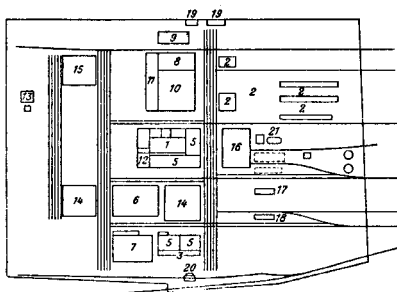
Лит.: Технич. отдел миссии РСФСР в С. Ш. Америке, Литее колеса для подвизки. сост. к. д., М., 1923; «Америк. техника», май, 1926; Lyndon G. W., The Chilled Iron Car Wheel (Paper presented before the Canadian Railway Club of Montreal), 1917; Technol. Papers of the Bureau of Standards, 209, 235; Ropsy P., La roue de wagon en Amérique, Bruxelles, 1925; American Railway Association, Mechanical Division, Circulars D. V., 281, 402; Lyndon G. W. and Vial F. K., The Chilled Iron Car Wheel, Chicago, 1924; «University of Illinois Bulletin», 1922, 12, 36; «Die Gisserie», München, 1924, 37.

Л. Мартено.

**ВАГОНОСТРОЕНИЕ**, отрасль тяжелого машиностроения, занимающаяся производством жел.-дор. и трамвайных вагонов пассажирского, товарного и специального типов. В зависимости от назначения вагонов (пассажирские, багажные, служебные, товарные, платформы, полувагоны, цистерны, изо-термические и разные, специально приспособленные для перевозки крупного и мелкого скота, птицы, живой рыбы и пр.) В. подразделяется на пассажирское и товарное. К пассажирскому В. относится производство вагонов, предназначенных для перевозки пассажиров, а также вагонов-ресторанов, столовых, служебных, почтовых и багажных. Производство всех прочих вагонов относится к товарному В. Соответственно этому вагоностроительные з-ды бывают собственно пассажирского В., собственно товарного В. и смешанного.

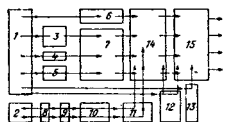
Условия производства пассажирских вагонов требуют высокой квалификации технич. персонала и рабочих, наличия хороших столярных (краснодеревных), обойных и малярных мастерских с полировочными и лакировочными отделами. Это производство предусматривает большое разнообразие типов изготавливаемых вагонов при сравнительно небольш. количестве объектов

одного типа. Оборудование, которое размещается по группам одноименных станков, должно быть таким, чтобы дать заводу возможность выполнения всех задач, возлагаемых на него при индивидуальном В. Соответственно этому рассчитываются площади



Фиг. 1.

отдельных цехов. На фиг. 1 представлен (в масштабе) план Тверского вагоностроительного завода, производившего гл. обр. пассажирские вагоны, а на фиг. 2—общая схема рационального расположения цехов завода пассажирского В. На обеих этих фиг. приведены: 1—склад материалов, 2—лесной склад, 3—чугуно- и меднолитейная, 4—сталелитейная, 5—кузначья, 6—рамная, 7—механическая (7а—колесная и тележная, 7б—тормозная и упругая, см. фиг. 3), 8—лесопилка, 9—сушилка, 10—древобобделочная, 11—столярная, 12—обойная, 13—заготовка красок, 14—сборочная, 15—малярно-лакировочная, 16—электрич. станция, 17—металлопробная, 18—



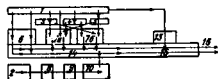
Фиг. 2.

техническое бюро, 19—проходная контролера, 20—вагонные весы, 21—водокачка. Площади сборочных и малярных цехов определяются из расчета количества выпускаемых в год мягких и жестких пассажирских вагонов, принимая в среднем с одного места в сборочном цехе 4 мягких и 8 жестких вагонов, а в малярном—12 вагонов в год.

З-ды смешанного В. изготовляют как пассажирские, так и товарные вагоны. Строя часто повторяющиеся типы вагонов, они имеют возможность устанавливать для общих частей крупносерийное или даже массовое производство, обходиться поэтому рабочей силой более низкой квалификации и иметь оборудование, приспособленное для производства значительного количества одних и тех же частей. Подготовительные цехи на этих заводах рассчитываются по принципам серийного и, в некоторых случаях, массового производства. Обработывающие цехи, сохраняя во многом характер цехов машиностроительных з-дов, для некоторых частей имеют уже характерное серийное производство. Здесь оборудование частично располагается по группам одноименного обо-

рудования, частично же по группам обработки отдельных деталей. Площади сборочно-малярных цехов определяются из расчета выпуска с одного места в год до 50 товарных или соответственного им типа вагонов. В товарном В. встречаются также некоторые виды специальных вагонов, требующих специальных приемов, но эти вагоны представляют в общей массе товарного парка сравнительно незначительное количество. Общая же масса товарного вагонного парка состоит из большого количества совершенно однотипных стандартных единиц—нормальные крытые вагоны, 20-тонные вагоны, большегрузные 50-тонные вагоны, нормальные платформы, нормальные и большегрузные цистерны. Кроме того все товарные вагоны имеют общие ходовые части (колесные пары, рессоры, буксы, подшинники) и общие ударные и специальные приборы (буфера, крюки, стяжки, тормоза и т. д.). Наличие таких общих частей и приборов дает заводу возможность строить производство товарных вагонов на началах серийного и даже массового производства.

Заводы товарного В. обыкновенно приспосабливают к весьма ограниченному числу типов вагонов и строят в расчете на массовое производство и непрерывный поток сборки. Отдельные цехи рассчитываются в строгом соответствии между собой как по производительности, так и по взаимному расположению. Весь процесс сборки и окраски вагонов на таких заводах состоит в прохождении ряда последователь-

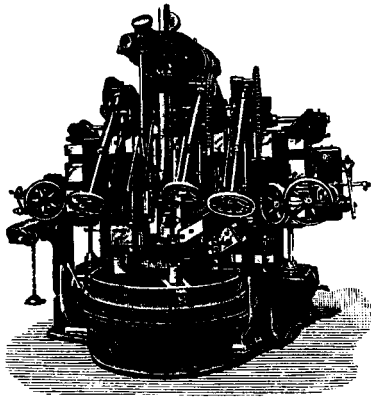


Фиг. 3.

расположенных станций, благодаря чему сборочный и следующий за ним малярный цехи занимают длинное, вытянутое здание, а весь завод располагается вдоль этих цехов. На фиг. 3 представлена общая схема завода товарного В. (обозначения те же, что и на фиг. 1 и 2). Площади сборочных и малярных цехов определяются в зависимости от принятого способа сборки и могут дать с одного места до 250 товарных вагонов в год.

З-ды товарного В. типов крупносерийного и массового производства отличаются от первых двух типов з-дов, представляющих собой обыкновенные машиностроительные з-ды, характером организации, методами работы и оборудованием. Хотя ежегодная потребность в вагонах одного типа в лучшем случае достигает 1—2 десятков тысяч, что не дает возможности установить для всех процессов принципы чисто массового производства,—все же изготовление отдельных частей и даже целых агрегатов их возможно на началах непрерывного массового потока. Применение при работе приспособлений, специальных инструментов и шаблонов встречается очень часто, хотя работа на автоматах применяется лишь в редких случаях. Оборудование на этих з-дах более совершенное, чем на з-дах первых двух типов. Особо значительные изменения введены в производство колесных пар: в то время как ранее в течение 8-часового рабочего дня один станок давал 3—4 колесных

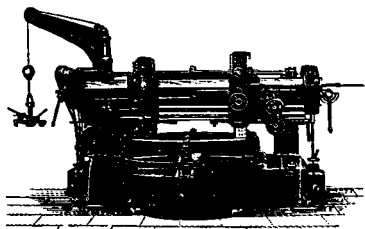
пары, 3—4 бандажа и 2—3 колесных центра, новейшие образцы этих станков дают возможность получить за тот же промежуток времени до 16 колесных пар, до 16 бандажей и до 10 колесных центров; усовершенствованные многшпиндельные сверлильные



Фиг. 4.

станки дают возможность обрабатывать целую деталь сразу; вся подача частей к станку и подача установка их производится помощью электромоторов и требуют очень мало времени. Наиболее характерные токарные станки, приспособленные для производства вагонных частей, указаны на фиг. 4 (станок для обточки колесных пар) и фиг. 5 (карусельный станок для обточки дисковых колес и бандажей).

Сборка вагонных рам и кузовов производится в виде последовательного ряда операций и бывает или подвижной (типа конвейерной), на подвижных тележках (болванах), или неподвижной, на стационарных установках (неподвижных болванах). Операции на болванах и число болванов рассчитываются в зависимости от количества



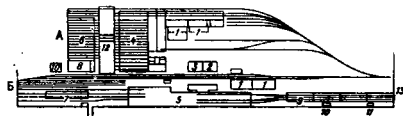
Фиг. 5.

выпускаемых в день или в смену вагонов, т. е. в зависимости от величины  $K$ , которой определяется и ритм работы каждой станции при подвижной сборке. В этом случае число станций  $= \frac{K \cdot t}{T}$ , где  $T$ —продолжительность работы смены в мин. (при 8-час. рабочем дне  $T=480$  мин.),  $t$ —продолжитель-

ность всех операций сборки в минутах,  $K$ —число выпускаемых вагонов. Ритм работы в данном случае будет  $\frac{T}{K}$ . Если это отношение слишком мало, а следовательно число станций слишком велико, предпочитают при сборке рам и кузовов вагонов вести работы параллельно, секциями, выпуская эти части одновременно со всех секций,—тогда число станций определится из ф-лы  $n = \frac{K \cdot t}{T \cdot S}$ , где  $S$ —число параллельных секций.

При сборке на неподвижных болванах количество занятых при одном болване рабочих д. б. таково, чтобы операции, отнесенные к одной стационарной установке, укладывались или в один рабочий день или в число часов, кратное от числа часов рабочего дня. Число болванов определяется по той же ф-ле  $n = \frac{K \cdot t}{T}$ , где  $t$  и  $T$  измеряются часами рабочего дня. Если например операции рассчитываются так, чтобы уложиться в один рабочий день, то число болванов равно числу вагонов, выпускаемых в одну смену.

Так как ж.-д. хозяйство Америки по своему характеру близко к хозяйству СССР, а вагоностроение достигло там такой высоты, до какой оно не дошло еще ни в одной из стран Европы, то следует отметить наиболее отличит. черты постановки производства товарных вагонов на з-дах Америки, где масштаб этого производства (в день—70—80 вагонов, в год—до 20 000) дает возможность вести его в порядке производства

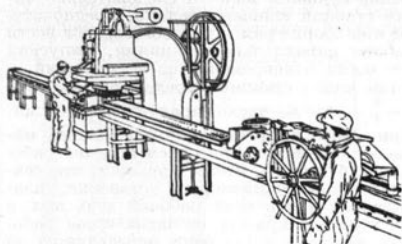


Фиг. 6.

массового. На фиг. 6 представлен в масштабе план типового америк. вагоностроительного завода и указаны: А—пассажирское отделение, Б—товарное отделение, 1—склад материалов, 2—кузница, 3—механическая, 4—сборочная пассажирских вагонов, 5—сборочная товарных вагонов, 6—отделочная пассажирских вагонов, 7—клепальная, 8—лакировочная, 9—малярная для товарных вагонов, 10—заготовка красок, 11—компрессорная и тормозная, 12—тележки для перевозки пассажирских вагонов, 13—выход товарных вагонов. Производство полуфабрикатов мало чем отличается от нормального производства таких частей, но приемы сборки рам и кузовов носят особый характер, причем применяются специальные станки и приспособления. При изготовлении рам и кузовов там как правило применяется не сверловка, а проколка дыр с последующей рассверловкой при сборке. Для получения вполне точной проколки дыр без предварительной разметки употребляются специальные многшпиндельные станки с разметочными столами (фиг. 7), работающие почти автоматически при помощи электрического привода. Подготовленные таким образом части поступают в сборку и последовательно

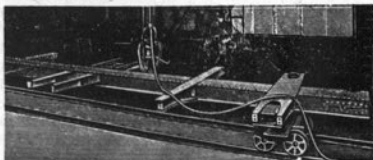


проходят на подвижных тележках ряд станций, снабженных особыми приспособлениями и машинами, подвешенными на специальных козлах соответственно характеру



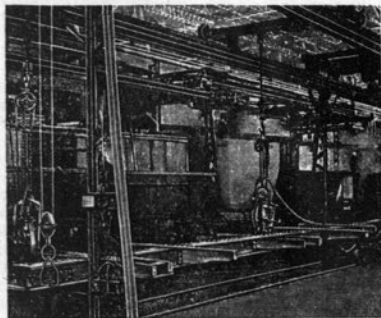
Фиг. 7.

работ. На фиг. 8 представлена сборка поперечных и шкворневых балок, а на фиг. 9 — кленка рамы подвесными прессами. Те части вагонов (напр. боковые и торцевые рамы кузова), которые допускают стационарную



Фиг. 8.

кленку, собираются на стационарных болванах, кленка же их производится в специальных траншеях на стационарных клепочных прессах (фиг. 10). Способы окраски вагонов также значительно отличаются от принятых до сего времени в Западной Европе и в СССР. Малирные мастерские там представляют собой длинные здания, в которых

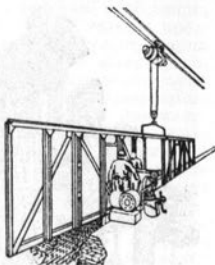


Фиг. 9.

чередуются помещения для окраски и сушки. Пройдя через ряд таких операций, вагон выходит совершенно готовым, окрашенным в один цвет, причем на нем нанесены необходимые знаки и надписи. Сама окраска производится специальными приборами, рас-

пыляющими краску и обрызгивающими вагон. На фиг. 11 показано приспособление для окраски распылителем: а — брезентовый чехол, б — распылитель, в — кран для регулирования притока воздуха в чехол, г — сосуд для краски, д — сжатый воздух.

В противоположность заводам пассажирского В., заводы товарного В., на которых объектом производства является вполне установленный стандартный тип вагона, разработанный во всех деталях с твердо установленным производственным процессом, не нуждаются в высококвалифицированном рабочем составе. Удельные значения рабочей силы в стоимости производства товарных вагонов меньше, чем в пассажирских, как это видно из таблицы 1.

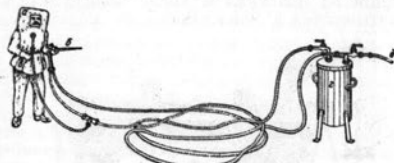


Фиг. 10.

Табл. 1. Элементы себестоимости вагонов (в %).

Расходы	Вагоны спальный и Механиче- ский	род. об-на Жесткий пассажир- ский ва- гон	Нормаль- ный то- вар. вагон	Норм. па- ссажир- ский	50-тн вагон
Материалов	60	50	78	68	75
Рабочей силы	20	28	10	16	7
Цеховые	14	16	8	11	12
Общезаводен.	6	8	4	5	6
Всего	100	100	100	100	100

Соответственно характеру производства располагаются и самые вагоностроители. З-ды пассажирского В. и специального типа, наиболее трудоемкие и потому требующие сравнительно незначительного количе-



Фиг. 11.

ства основных материалов (металлов и дерева) при большом количестве высококвалифицированного заводского персонала, располагаются в местах, не связанных с местами производства основных материалов, но имеющих в достаточном количестве высокой квалификации рабочую силу и технический персонал, т. е. вблизи крупных промышленных центров и больших городов. З-ды же массового производства, потребляющие большое количество металлических и лесных материалов, с низкоквалифицированным рабочим составом, располагаются

возле самих источников этих материалов и на удобных путях сообщения (железные дороги и сплавные реки).

Помимо перечисленных типов з-дов часто встречаются заводы неполные, имеющие гл. образ. сборочные мастерские и получающие полуфабрикаты и готовые части от других з-дов. Такие з-ды имеются главным образом

Табл. 2.—Выпуск заводов с 1908 г. по 1914 г.

Вагоны	Годы							Сред-ний за год
	1908	1909	1910	1911	1912	1913	1914	
Пассажирские раз-ные . . . . .	722	2 943	1 301	1 987	1 954	1 431	1 834	1 740
Товарные и спе-циальные . . . . .	9 545	3 868	7 913	7 854	10 296	10 388	29 944	12 680

в странах с развитой, дифференцированной промышленностью (Германия, США, Бельгия, отчасти Франция и др.).

В. в России можно считать установившимся с 1863 года, когда Коломенский завод выпустил свой первый товарный вагон. К началу текущего столетия в России было 15 вагоностроительных заводов с общей возможной производительностью до 35 000 товарных и 1 500 пассажирских вагонов в год. Из этого числа было 8 з-дов исключительно вагоностроительных, а на 7 заводах В. переплеталось с другими производствами, составляя в большинстве лишь 10—20% всей продукции з-да и только на одном из них—73%. Заводы работали очень неровно и были загружены с 1908 г. по 1914 г. в среднем на 50% (см. табл. 2).

Революция и последовавшая за ней гражданская война вывели из строя часть заводов, а само В. в первые годы революции и гражданской войны постепенно замирало и в 1919 году сошло на-нет. Оживление В. началось лишь с 1924 г. В настоящее время 10 вагоностроительных з-дов, восстановленных после революции, объединены в 4 трестах; кроме того в трест Югосталь включен новый Днепровский завод; последний начал работать после революции, и его предположено значительно расширить, приспособив к выпуску 5 000 большегрузных 50-тонных вагонов в год.

Бурный рост народного хозяйства страны, а вследствие этого и рост перевозок за последнее время, вызывают потребность в вагонах большой подъемной силы. Старые вагоностроит. заводы без коренных переустройств не м. б. приспособлены для производства таких вагонов, почему намечаются: перестройка и расширение еще не вполне законченного Днепровского завода, переустройство Брянского вагоностроит. завода, дающего возможность иметь благодаря свободным зданиям, при сравнительно небольших затратах, большой эффект по выпуску (до 6 000 вагонов в год), и наконец постройка нового вагоностроит. з-да в Н. Тагиле, на Урале, с производством до 5 000 вагонов в год. Сосредоточение всего вагоностроит. дела в руках государства дает возможность планировать все производство и специализировать заводы, прекращая производство вагонов там, где оно не у места и невыгодно. Т. о. намечается следующая спе-

циализация з-дов: 1) заводы пассажирского В.—Мытищинский, Тверской, Коломенский, им. Егорова (б. Речкина); 2) заводы нормальных и специальных товарных вагонов—Радицкий, Усть-Катавский, Сормовский; 3) з-ды для большегрузных вагонов—Брянский, Днепровский, Н.-Тагильский и Николаевский (последний специально для большегрузных цистерн). На Путиловском заводе постройку вагонов предполагается ликвидировать. Все три новых или переоборудуемых завода для большегрузного В. намечаются к постройке на основах крупносерийного и массового производства. При этом на разных з-дах применяются при проектировании разные принципы: Брянский завод строит свое производство на основах постанционной неподвижной сборки на неподвижных болванах; Н.-Тагильский—частично (рамы) на конвейерной сборке, а частично (вагоны) на постанционной сборке на путях сборной мастерской; Днепровский з-д применяет америк. методы постанционной последовательной передвижной сборки и методы окраски, также взятые из Америки.

О постройке трамвайных вагонов—см. *Вагоны трамвайные.*

Лит.: American Railway Association, Car Builders', Cyclopaedia of American Practice, N. Y., 1915; Weis E., Wagenwerkstätten, Die Eisenbahntechnik d. Gegenwart, B. 1, 2 Abschn., B., 1916; Behnke F., Eisenbahnwagenbau, Lpz., 1922; Levatell R., La fabrication des wagons des chemins de fer, «La Nature», P., 1918, Dec., p. 206—208; «Railway Mechanical Engineers», New York. Г. Байковский.

**ВАГОНЧИК ПУТЕВОЙ** служит для перевозки по рельсовому пути материалов на строительных и ремонтных работах и вообще для всяких мелких служебных перевозок. Для возможности быстрой уборки с пути при встречах с поездами путевой вагончик должен быть разборным, чтобы отдельные части его (скаты и раму с досчат. настилом) удобно было удалять за пределы габарита подвижного состава. Взабот В. п. должен находиться подле казармы или полуказармы снятым с пути и прикрепленным к месту стоянки цепью с замком. Для предупреждения наезда поезда на В. п. выставка его с места стоянки на путь и всякие передвижения должны ограждаться сигналами. Передвижение В. п. должно производиться людьми со скоростью не более 6 км/ч. Обшая нагрузка на В. п. не должна превосходить его подъемной силы, все же отдельные предметы при 4 сопровождающих рабочих не должен превосходить 160 кг. При большем весе отдельных предметов число сопровождающих В. п. людей увеличивается из расчета 40 кг на 1 человека.

**ВАГОНЫ** для перевозок пассажиров и грузов по рельсовым путям могут быть по своему типу разделены на две группы: вагоны железнодорожные и вагоны трамвайные.

### 1. В. железнодорожные.

Ж.-д. В. делятся на два главных разряда: пассажирские и товарные В., из которых каждый в свою очередь состоит из множества типов, приспособленных для разных условий пассажирского транспорта и для

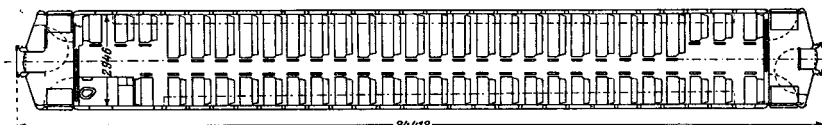
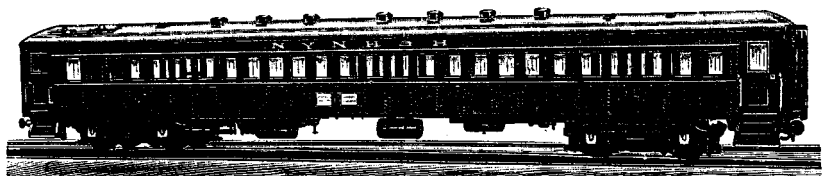
разных специальных грузов. Первые ж.-д. В. были двухосными, причем для большей устойчивости колеса стали насаживать наглухо на ось. С увеличением размеров и веса вагона стали подкатывать и третью ось, что однако затрудняло проход В. в кривых частях ж.-д. пути и поэтому не получило особого развития. Гораздо рациональнее оказалось расположение вагона на четырех осях, скombинированных в две поворотных тележки. Так как размеры и вес В. продолжают расти, то многие типы В. приходится располагать на двух трехосных тележках—таковы большие пассажирские вагоны американских и европ. дорог, достигающие 26 м длины, и товарные угольные или рудные полувагоны америк. дорог, поднимающие до 110 т груза. Для перевозки особенно тяжелых грузов (орудий крупных калибров и больших машин) применяются особые платформы с тележками на четырех осях и более. Части В., общие для всех типов, суть: кузов, рама, рессоры, буксы, оси с колесами и сцепные приборы. Кузов и рама в устаревших В. были деревянные, в современных тяжелых В. их делают из стали. Для смягчения толчков от неровностей пути необходимой принадлежностью В. являются рессоры, опирающиеся на осевые буксы (см.). Размеры В. ограничены, во-первых, габаритом (см.), а во-вторых, допускаемой на каждую ось нагрузкой. Предельные размеры пассажирских В.: длина 25—27 м, ширина 3—3,5 м, высота (кузова) 2,5—3 м, нагрузка на ось 12—14 т; товарных В.: длина 15 м, шир. 3,0—3,5 м, выс. (кузова) 2,5—3 м. В Европе допускается нагрузка на ось 15—18 т, в Америке—29 т.

**А. Пассажирские В.** К пассажирским В. предъявляются два главных, но довольно трудно примиримых требования: минимум веса, приходящегося на одно пассажирское место, и максимум удобств для пассажира, соответственно продолжительности пути.

1) В. городского сообщения (метрополитена) имеет максимальное число мест для стояния, и потому большая часть скамей располагается вдоль наружных стен, остальное пространство предназначается для стояния. Вместимость такого вагона: 70 мест для сидения, 150—для стояния. Для возможно более быстрой посадки и высадки вагон снабжается тремя дверями в каждой продольной стенке. Вопрос о температуре здесь не имеет значения, так как метрополитен на протяжении большей части своего пути проходит под землей и не нуждается в отоплении. В. метрополитена строится целиком из стали, а для удешевления тоннелей стремятся сообщить В. меньшие поперечные размеры по сравнению с В. надземных ж. д.: шир. их не более 2,5 м, выс. кузова не более 2,2 м; вес, приходящийся на одного пассажира (сидящего и стоящего), 0,15—0,20 т.

2) В. пригородного сообщения. В них пассажир пребывает в среднем около часа, поэтому при нормальных условиях все пассажиры должны сидеть; однако при расчете ходовых частей предусматривается необходимость некоторого числа добавочных мест для стояния. В четырехосном В. электрифицированных пригородных участков дорог СССР имеются 108 мест для сидения и 52 места для стояния; проходы и двери рассчитаны на пропуск двух человек сразу; ширина доведена до 3,48 м, что дает возможность поместить 6 человек в поперечном ряду. Вес пригородного В. на одно место для сидения составляет в среднем 0,3 т. На фиг. 1 изображен пригородный вагон американской дороги.

3) В. местного сообщения. За границей при сравнительно коротких расстояниях и большой скорости движения В. местного сообщения имеют лишь жесткие скамьи или мягкие диваны без подъемных спинок. На наших ж. д. скамьи снабжены подъемными спинками, к-рые образуют места



Фиг. 1.

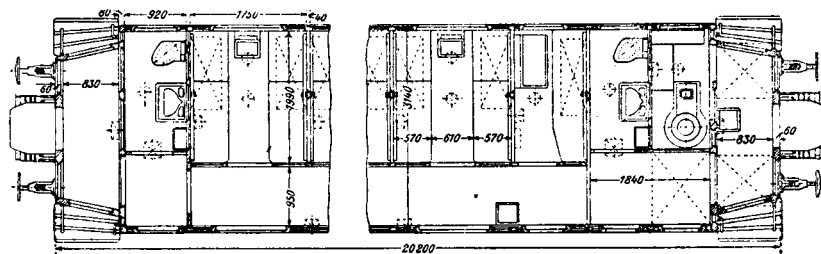
Если в городском и пригородном движении пассажир может примириться с тем, что ему приходится стоять, то в вагонах дальнего следования пассажиру обязательно должна быть предоставлена возможность лежать. Этим требованием определяется различие между видами пассажирских вагонов.

второго яруса для лежания. Наш стандартный двухосный В. местного сообщения имеет 40 мест для сидения и 30 для лежания; вес вагона на одно место для сидения 0,6 т.

4) В. дальнего сообщения строятся по коридорной системе с отдельными, могущими закрываться, купе на 4 или даже

на 2 чел. Здесь всем пассажирам обеспечены места для сна и кроме того существуют купе для проводников и помещения для спальных принадлежностей. На фиг. 2 показан стандартный тип вагона

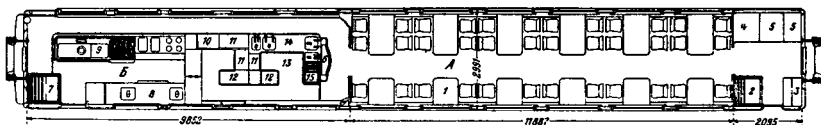
требуются: спокойный, без тряски, ход, защита от холода, хорошая вентиляция и освещение. Спокойный ход достигается применением сложной комбинации рессор и пружин. Для превращения резких толчков



Фиг. 2.

4-осного вагона дальнего следования с коридором и купе. Вес на одно место—1,5 т. В так назыв. мягких В. пассажирам предоставляется больше места. Спальн. В. европ. дорог в общем сходны с этими вагонами, на американских же дорогах резко отличаются от этих типов. Американский пультмановский спальня В. представляет ряд поперечных диванов с проходом по середине, причем на каждый диван полагается по одному пассажиру. На ночь противоположные сидения раздвигаются и образуют продольную постель для одного пассажира. Другому пассажиру отводится верхняя про-

в плавные мало ощутимые качания рессора д. б. возможно мягче, т. е. давать возможно больший прогиб под грузом. Так как эта величина ограничивается допустимым напряжением материала на изгиб (60—80 кг/мм<sup>2</sup>) и размерами рессоры, то для получения желаемой стрелы прогиба и надлежащей мягкости рессорного подвешивания применяют две или три группы рессор или пружин, расположенных в последовательном порядке. Примером одиночного подвешивания может служить рессора товарного вагона, прогиб к-рой под грузом равен 30 мм. Тележка 20-т пассажирского четырехосного вагона



Фиг. 3.

дольная постель, которая на шарнире спускается с потолка. Сверху же спускаются занавески, к-рые изолируют каждое спальное место. Это изолирование представляет единственное преимущество америк. системы перед европейской; в остальном она гораздо сложнее, дороже и даже менее удобна для пассажиров, особенно для верхних, которые без помощи проводников не могут спускаться со своей постели.

К парку пассажирских В. причисляются и другие В., имеющие обращение в пассажирских поездах, как то: багажные, почтовые, В.-рестораны, В. для арестованных и служебные В. разного рода.

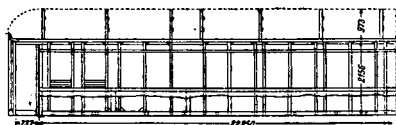
На фиг. 3 представлен план американск. В.-ресторана: А—столовая, Б—кухня, 1—стол, 2—шкаф для напитков, 3—буфет, 4—шкаф для белья, 5—шкаф для вещей служащих, 6—умывальник, 7—холодильник, 8—ящик для провизии, 9—плита, 10—раковина для слива воды, 11—раковина для мытья посуды, 12—столы, 13—кладовая, 14—холодная кладовая, 15—шкаф для хранения фруктов.

Конструкция пассажирских В. Кроме безопасности и прочности от вагонов

на имеет тройную рессорную подвеску, состоящую из боковых пружин, листовых рессор и эллиптических поперечных рессор между люлочным и шкворневым брусами. Общий прогиб всего рессорного устройства в этом В. равен 240 мм, т. е. в 8 раз больше, чем в товарном. Большие тележечные 4- и 6-осные В. имеют гораздо более мягкий, плавный и бесшумный ход по сравнению с двухосными, так как благодаря большому моменту инерции масс качания тяжелых В. совершаются медленнее, т. е. более плавно. В тележке устраивается люлочная подвеска, дающая возможность кузову плавно качаться в поперечном направлении; наконец тележка, передающая вес В. в одной точке (через шкворень), при восхождении переднего колеса на препятствие высотой а, вследствие вращения вокруг точки касания второго колеса с рельсом, поднимает кузов (допуская, что рессоры не успели прогнуться) лишь на величину  $\frac{a}{2}$ , т. е. уменьшает вдвое толчки от тележки к кузову без воздействия рессор. Четырехосный тележечный вагон весьма плавно и свободно проходит кривые, ибо тележка, вращающаяся на

шкворне, имеет базу всего в 2,5 м вместо 8—9 м базы двухосных В. Наконеч тележек, соединяясь с кузовом лишь в двух точках (шкворнях), гораздо меньше передают шум колес и гул движения внутрь В.

Кузов В. состоит в большинстве случаев из деревянного остова, обшитого с внутренней и наружной стороны тонкими досками с прокладкой из теплоизолирующих материалов (пробки, войлока). Кузов опирается на прочную металлич. раму, передающую вес на колеса и воспринимающую все внешние толчки и усилия. Такая конструкция опасна при сходах с рельс и крушениях, так как в этих случаях прочная рама одного В. разрушает деревянный кузов соседнего; поэтому 20 лет тому назад в Америке и сравнительно недавно в Европе стали строить кузов пассажирских В. из стали. Такая конструкция утяжеляет В., но значительно повышает безопасность движения, т. к. металлический В. не разбивается в куски, а получает лишь местные деформации, хотя иногда и весьма значительные. Наши дороги также приступают к введению В. с металлическим



Фиг. 4.

кузовом (на первых порах—для электрифицированного пригородного движения). На фиг. 4 представлен стальной кузов американского пассажирского В., по типу которого строят и наш.

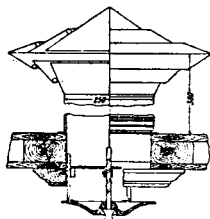
Окна наших В. в отличие от заграничных, снабжаются двойными рамами для предупреждения сильного обмерзания окна и порчи В. при оттаивании их. Оконные рамы у заграничных В. ставят металлические, у нас—деревянные.

Освещение В. бывает свечное, газовое и электрическое. Свечное освещение, несмотря на свою примитивность и недостаточность, оказывается наиболее дорогим. Наиболее дешевым является газовое освещение, при к-ром применяется весьма теплопроводный нефтяной светильный газ, нагнетаемый под давлением 7 атм в реципенты под В. Через особый регулятор, понижающий давление до 1—1,5 м водяного столба, газ подводится к горелкам с сетчатыми колпачками, дающими силу света до 50—70 свечей. Присутствие под В. нескольких реципентов сжатого газа представляет известную опасность пожара при крушениях; поэтому, в связи с некоторыми другими недостатками, газовое освещение вытесняется электрическим, при котором энергия получается от генератора постоянного тока, вращаемого ремнем от вагонной оси. Непременной частью электрич. освещения является аккумуляторная батарея, заряжаемая тем же генератором и дающая ток для освещения во время стоянок и на малых скоростях движения. Один агрегат, состоящий из генератора и батареи, достаточен для освеще-

щения 10 В., поэтому лишь  $\frac{1}{7}$ — $\frac{1}{10}$  часть В. снабжается генераторами. Расход энергии на освещение поезда совершенно незаметен, тем не менее стоимость электрического освещения довольно высока благодаря значительным затратам на первоначальное оборудование и высоким расходам по содержанию оборудования, особенно батареи.

Отопление. Простейшим прибором для отопления служит чугун. печь. Удобства его—простота и дешевизна оборудования; недостатками этого отопления являются крайняя неравномерность  $t^{\circ}$  в В., особенно при наличии перегоронок, негибучесть и опасность в пожарном отношении. На европейских и американ. дорогах применяется паровое отопление, причем пар берется от паровоза. Отопление состоит из сети ребристых или, лучше, гладких труб, расположенных вдоль наружных стен В. или под диванами, и магистральной трубы, расположенной под вагоном и питающей отопительную сеть. Эта система хорошо работает в мягком климате З. Европы, но не вполне подходит к нашим суровым условиям, т. к. у нас В. сильно остывают в то время, когда состав находится без паровоза. Поэтому у нас вагоны отапливаются паром не от паровоза, а от специальных В.-паровиков. По такой системе производится у нас отопление пригородных поездов. Для дальнего же беспересадочного сообщения, при к-ром поезда комбинированы на пути из разных вагонов, каждый вагон в отдельности снабжается паровым котлом или печью водяного отопления. Особенно удобным оказалось водяное отопление по легкости ухода и малому расходу топлива. Расположение труб при водяном отоплении то же, что и при паровом; циркуляция воды в сети обеспечивается разницей удельных весов горячей (прямой) и охлажденной (обратной) воды в трубах.

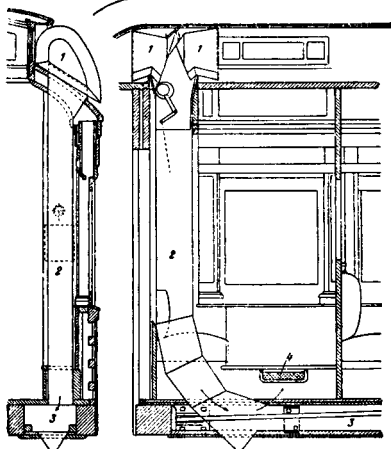
Вентиляция. От вентиляции пассажирских вагонов требуется, чтобы содержание углекислоты в воздухе составляло не более 1 : 10 000. Вентиляция осу-



Фиг. 5.

На фиг. 5 показан такой вентилятор, которым оборудовано большинство наших пассажирск. вагонов. Для достаточной вентиляции необходим 10—15-кратный обмен воздуха в час. В наших В. предусмотрено только вытяжная вентиляция, так как предполагается, что, благодаря неплотности стенок В. и частому открыванию дверей, будет подводиться достаточное количество свежего воздуха. В З. Европе и особенно в Америке, кроме вытяжных устройств, в общем не отличающихся от наших, предусматривается еще выпуск свежего воздуха.

особыми каналами. Одно из таких устройств показано на фиг. 6. Воздух, засасываемый раструбом 1, опускается по трубе 2 в пространство 3, откуда через отверстия 4 входит внутрь В. Устройство должно допускать



Фиг. 6.

регулирование вентиляции соответственно переменным условиям службы вагона (жара, холод, ветер, различная скорость, различное число пассажиров).

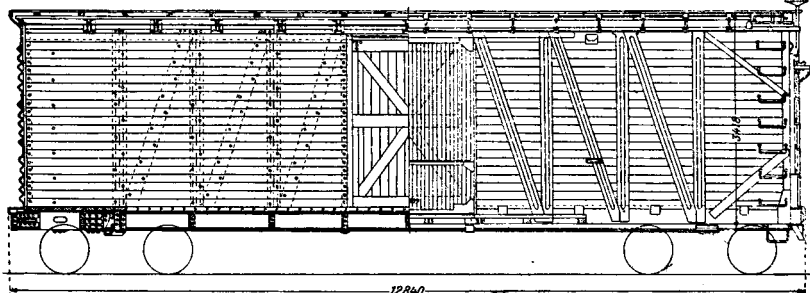
**Б. Товарные В.** Группа товарных вагонов охватывает целый ряд типов; главные из них: крытые В., платформы, полувагоны, цистерны и изотермические В.

1) Крытые В. являются основным, универсальным типом вагонов и служат у нас

на железную раму ящики, стенки и крыша которых составлены из деревянной обшивки, толщиной от 20 до 35 мм. В боковых стенках имеется по одной задвижной двери и по два люка, расположенных в верхней части стенок. Обшивка крыши покрыта кровельным железом или просмоленной парусиной. Пол настлаивается из досок толщиной 50 мм.

Товарный В. должен: 1) быть прочным, 2) быть настолько плотным, чтобы не давать потери груза, погружен. насыпью, 3) иметь возможно меньшее отношение тары (веса порожнего В.) к весу груза, 4) обеспечивать груз от похищения и наконец 5) давать возможно больший вес на погонную единицу пути. Большая часть нашего крытого вагонного парка состоит из В. «нормального типа», спроектированного в 1892 году для подъемной силы 12,5 т (750 пд.), затем повышенной до 16,5 т (1 000 пд.) без существенного усиления основных его частей. Этот тип В. удовлетворяет третьему и четвертому условию, но не удовлетворяет первому, второму и пятому. При проектировании нового товарного В. особое внимание было обращено на усиление его и на замену, где это возможно, деревянных частей металлическими. Наиболее серьезным является вопрос о числе осей, т. е. о выборе между европ. и америк. системами. Европ. крытый В. — двухосный, невысокой подъемной силы (15—20 т), но большого объема (около  $2\frac{1}{2}$ —3 м<sup>3</sup> на т подъемной силы); он следовательно приспособлен для легкого и громоздкого груза. В Америке же применяется четырехосный вагон большой подъемной силы (40—50 т), но малого объема (около 1,75—2 м<sup>3</sup> на т), приспособленный для массового тяжелого груза (фиг. 7).

Большегрузный В. обладает следующими техн.ч. преимуществами: а) число В. в поезде уменьшается в 2—3 раза, вследствие чего набегают В. друг на друга



Фиг. 7.

для перевозки всевозможных грузов, в отличие от европ. и американ. ж. д., где такие массовые грузы, как уголь, руда, кокс, перевозятся всегда в специальных В. Эта универсальность дает значительно лучшее по сравнению с загранич. использование В., т. е. более высокий суточный пробег при общем меньшем порожнем пробеге. Крытые В. составляют 70% общего состава наших товарных В. и представляют собой поставленные

значительно меньше; благодаря этому стяжные приборы испытывают меньшие усилия, и следовательно поезд легче и безопаснее обслуживается паровозом; б) длина поезда уменьшается на 30%, что облегчает его обслуживание на станциях и сокращает на 30% расходы по постройке станционных путей; в) большегрузный В. при одинаковой с малогрузным В. подъемной силе и прочности имеет меньший вес (отношение тары к

подъемной силе в американском В. составляет 0,45—0,50, а в европ.—0,55—0,60; г) поезд из большегрузных В. имеет на 5% меньшее сопротивление движению, чем поезд той же грузоподъемности из малогрузных В.

С точки зрения эксплуатации и надо отметить следующие преимущества большегрузных В.: а) маневры сокращаются и ускоряются в 2—3 раза, так как в 2—3 раза уменьшается в поезде число В.; б) число документов, выписываемых на поезд, также уменьшается, что сокращает конторский труд; в) облегчается надзор за сохранностью груза.

Большегрузные В. имеют большое значение для дальнейшего развития нашего ж.-д. хозяйства, как показывает следующий расчет. Предельным числом В. в поезде надо считать 75, и следовательно наибольшим возможным весом поезда при двухосных В. надо считать около 1 500 т; при большегрузных же вагонах вес поезда может быть, как показывает опыт дорог США, свыше 3 000—4 000 т. Предельная пропускная способность однопутн. линии—16 пар. Поэтому при малогрузных вагонах на линиях, где густота движения достигла 16 пар, необходимо строить вторые пути, километровую стоимость которых надо считать около 60 000 р. При введении большегрузных В. с сильными сцепными приборами эта необходимость отсрочивается на много лет, а увеличение пропускной способности достигается развитием станционных путей, чем постройка второго пути.

Однако несмотря на такие очевидные преимущества большегрузных В., введение их встречает большие затруднения, во-первых, вследствие неприспособленности наших заводов к их изготовлению, во-вторых, вследствие некоторых неудобств при погрузке и выгрузке, а главным образом вследствие неприспособленности наших элеваторов и портовых устройств к таким большим В. В нашем государственном хозяйстве отправители и получатели являются настолько крупными организациями, что накопление грузов в 40—50 т не должно представлять особенных трудностей. Тем не менее необходимо считаться с тем обстоятельством, что в течение переходного периода использование большегрузных вагонов будет недостаточно полно и неизбежны будут поэтому разные тарифные льготы, чтобы приохотить клиентуру к новым вагонам.

Большегрузный В. спроектирован у нас в стальной раме, на стальном остова, с достаточно прочными рамой и обшивкой для погрузки и перевозки таких грузов, как уголь, чугун, соль и т. п. Стальной остова В. имеет вид фермы с раскосами, работающими на растяжение. В каждой боковой стенке имеется одна дверь, но для облегчения загрузки и выгрузки предполагается строить также В. с двумя дверями в каждой боковой стенке. Рама В. приспособлена для установки центрального автоматич. сцепного прибора и состоит из двух хребтовых балок, воспринимающих все продольные усилия. Для передачи усилий от боковых буферов предусмотрены весьма сильные буферные

брусья. Сцепной прибор—нескользящий, с винтовой «объединенной» стязкой, к-рый в будущем, без всякой переделки рамы В., м. б. заменен сильной автоцепкой. В. опирается своими шкворневыми пятниками на две тележки американ. типа. Оси—типа «Д», рассчитанные для нормальной нагрузки в 18 т, что соответствует действительности, т. к. при tare вагона в 22 т и грузе в 50 т полный вес В. составляет 72 т. Отношение тары к подъемной силе равно 0,44. Для всех типов большегрузных вагонов (угольных платформ, цистерн и т. п.) обязательны стандартные шкворны, оси, бусы, подшипники, тормозные башмаки и тормозные колодки. Все большегрузные вагоны снабжаются автоматическим тормозом.

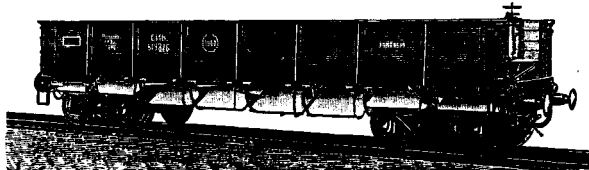
Ввиду того, что наши заводы до окончания своего переоборудования не могут перейти исключительно на производство большегрузных вагонов, они еще продолжают строить двухосные 20-т В., представляющие усовершенствованный и усиленный тип нашего нормального вагона и имеющие следующую характеристику: тара тормозного вагона 12 т, нетормозного—9,4 т; отношение тары к подъемной силе 0,47—0,56; объем на т подъемной силы 2,27 м<sup>3</sup>.

2) П л а т ф о р м ы. Следующей по своему количественному значению в нашем парке является вагон-платформа; она используется главным образом для перевозки леса и поэтому должна проектироваться применительно к перевозке такого груза. Громоздкость лесных грузов заставила даже при двухосном вагоне увеличить длину платформы с 6,4 до 9 м, чтобы лучше использовать подъемную силу платформы. Т. к. на платформах кроме лесных грузов перевозятся еще сыпучие грузы, то платформа имеет борта высотой 0,23 м. Однако эти борта имеют столь малую высоту, что при погрузке такого сравнительно тяжелого груза, как уголь, на платформе нельзя поместить больше 10 т угля, т. е. можно использовать всего 0,6 подъемной силы. Особенности перевозок: с севера на юг (в Донецкий бассейн)—леса, который можно перевозить только на платформах, а с юга на север—уголь, который с полным использованием можно перевозить лишь в крытых или специальных вагонах, поставила на очередь вопрос о приспособлении платформы к перевозке угля. Для этого необходимо бортам платформы дать такую высоту, к-рая позволяла бы грузить уголь до полной подъемной силы платформы. Однако это представляет довольно трудную конструктивную задачу, а главное—увеличивает мертвый вес (тару) В. на 0,5—1,0 т. В конструктивном отношении платформа представляет собой вагон без кузова; к полу приделаны откидывающиеся борта, и кроме того в полу имеются гнезда для установок временных стоек, служащих для упора и увязки такого громоздкого материала, как лес, хлопок, сено, пакля и т. п. Отношение тары к подъемной силе для платформы, вследствие большей их длины, такое же, как и в крытых вагонах.

3) П о л у в а г о н ы. Перевозить в крытых В. такой массовый груз, как каменный

уголь, неудобно, т. к. механич. погрузка и выгрузка для крытого вагона затруднены; поэтому во многих случаях уголь выгоднее перевозить в специальных открытых (без крыши) вагонах, называемых полувагонами. В полувагоне легко устроить саморазгружаемые приспособления, и кроме того вследствие меньшего объема отношение тары к подъемной силе благоприятнее, чем для крытого, колеблясь в пределах 0,27—0,45. Полувагоны европейских дорог строятся двухосными, с торцевыми стенками, могущими вращаться вокруг горизонтальной оси, проходящей по верху полувагона. Для разгрузки употребляется приспособление, поднимающее один конец полувагона; на

бензол), снабженные предохранительными клапанами и сетками, чтобы воспрепятствовать скоплению и воспламенению газов; цистерны этого рода не имеют сливных приборов и опоражниваются сифонным приспособлением через колпак. Наша большегрузная цистерна, емкость в  $50 \text{ м}^3$ , в 3,3 раза больше средней двухосной цистерны. Длина поезда из таких большегрузных цистерн в 2,2 раза меньше длины поезда той же емкости из двухосных цистерн. Отношение тары к подъемной силе в большегрузной тормовой цистерне такое же, что и в нетормозной двухосной цистерне (0,45), но при этом большегрузная цистерна гораздо прочнее. На фиг. 10 (см. ст. 235—236) дан чертеж американской большегрузной цистерны с котлом в  $37,5 \text{ м}^3$  (10 000 американск. галлонов). При перевозке застывающих жидкостей (парафинистая нефть, растительные масла) в холодное время должны применяться при выгрузке разогревающие приспособления в виде змеевиков, по которым пропускается пар. Если же



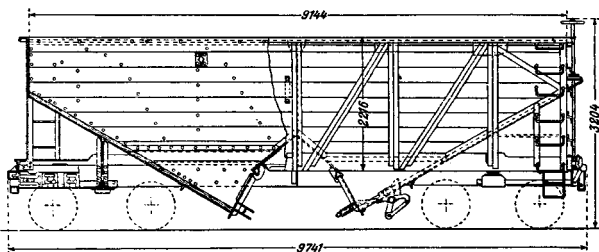
Фиг. 8.

другом конце торцевая стенка поворачивается и груз высыпается через образовавшуюся щель. Американские полувагоны, отличающиеся от европейских величиной, имеют подъемную силу от 47 до 110 т и строятся трех типов: а) простой В. без разгрузочных приспособлений, наиболее мощный и легкий, с отношением тары к подъемной силе 0,27—0,35, предназначенный для экспорта угля и разгружающийся опрокидыванием; б) разгружающийся вдоль длины (Gondola Car), изображенный на фиг. 8, и в) разгружающийся посередине (Hopper Car), изображенный на фиг. 9. Применение второго или третьего типа зависит от рода разгрузочных устройств у получателя груза. Объем на т подъемной силы делается около  $1 \text{ м}^3$ . Нагрузка на ось от 18 до 26 т; нагрузка на погонный м от 5 до 9 т. Для перевозки руды применяются В. такого же типа, но более короткие и менее емкие вследствие большого удельного веса груза. В этих вагонах объем на 1 т подъемной силы — около  $0,38 \text{ м}^3$ , а нагрузка на погонный м доходит до 13 т.

4) В.-цистерны. Для перевозки жидких грузов применяются В.-цистерны, состоящие из горизонтального цилиндрического котла, расположенного на двухосной или четырехосной раме. В зависимости от перевозимых грузов цистерны можно разделить на три группы: 1) цистерны с малыми котлами — для тяжелых жидкостей (кислот, соляных растворов), 2) обычные цистерны со сливными приборами в дне — для нефтяных грузов (нефть, мазут, смазочные масла, керосин) и 3) цистерны для легко воспламеняющихся жидкостей (бензин, газолин,

груз пробегает не очень большое расстояние, то предпочтительнее давать котлу цистерны тепловую изоляционную оболочку, чтобы груз, налитый в цистерну горячим, не застывал до прихода на место назначения.

5) Изотермические В. В изотермическом В. для перевозки скоропортящихся грузов отношение тары к подъемной силе (считая только полезный груз) составляет 1,0 и даже 1,25, что объясняется, во-первых, особою тяжеловесностью этих В. благодаря устройству изоляции, а во-вторых, легковесностью грузов. Естественно, что при такой высокой таре и больших накладных рас-



Фиг. 9.

ходах тариф на скоропортящиеся грузы в изотермических В. значительно выше, чем в обыкновенных (см. Вагоны изотермические).

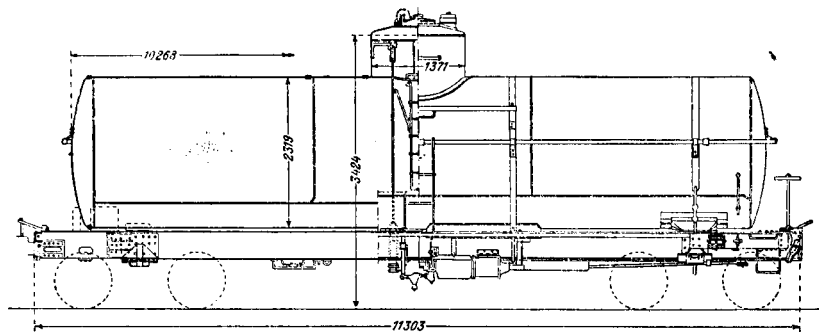
При развитии каких-либо особых перевозок бывает целесообразно применять специальные вагоны для перевозки крупного и мелкого скота, птицы, лошадей, кокса, спирта и т. п. Необходимо упомянуть еще об одном специальном типе перевозок — о перевозках в стандартных ящиках, устанавливаемых на приспособленные платформы; эти перевозки приобретают серьезное значение для перевозки дорожных грузов в связи с развитием



автотранспорта. Этот способ, при к-ром товар от отправителя до получателя не подвергается ни нагрузке, ни выгрузке, так как ящики поднимаются целиком при помощи кранов, наиболее гарантирует сохран-

тормозные, измерительные путевые, тепло-технические.

**В. Технические условия.** На постройку В. всех наименований НКПС выработал специальные технические условия (812 ТУ 25).



Фиг. 10.

ность и целость груза, а также скорость доставки. Кроме того существует еще целый ряд специальных служебных вагонов, как то: динамометрические, испытательные

В табл. 1 приведен список наиболее важных деталей В. с указанием материалов, из к-рых они изготовляются, и технич. условий, которым они должны удовлетворять.

Табл. 1.—Технические условия на материалы для постройки вагонов.

Наименование частей	Материал	Важнейшие требования технических условий
Пята тележки	Чугунное литье марки Чг 1	При испытании на изгиб для расстояния между опорами $l=600$ мм разрушающим напряжением $R \geq 32$ кг/мм <sup>2</sup> , прогиб $h \geq 8$ мм
Буфсы, скользуны тележки, буксовые направляющие	Чугунное литье марки Чг 3	$R \geq 24$ кг/мм <sup>2</sup> , $h \geq 4$ мм
Колосники, тормозные колодки и проч. неотвественные части	Чугунное литье марки Чг 3	Испытаний не производится
Заклепки, котельн. листы, трубы	Сталь марки Ст 2	Временное сопротивление на разрыв $R=35-42$ кг/мм <sup>2</sup> , удлинение $i \geq 26\%$
Фасонное, швеллерное и полосовое железо, рессорные хомуты, тормозные тяги, резервуарное железо	Сталь марки Ст 3	$R=37-44$ кг/мм <sup>2</sup> , $i \geq 22\%$
Фасонное и полосовое железо, не требующее сварки, буксовые струнки, дверные скобы, тормозные тяги и рычаги, не требующие сварки, рессорные подвески	Сталь марки Ст 4	$R=40-50$ кг/мм <sup>2</sup> , $i \geq 20\%$
Балансиры, опорные призмы, тормозные валики, буксовые направляющие	Сталь марки Ст 5	$R=50-60$ кг/мм <sup>2</sup> , $i \geq 18\%$
Бандажи	Сталь марки Ст 6	Временное сопротивление разрыву $R \geq 60$ кг/мм <sup>2</sup> ; удлинение $i \geq 12\%$ ; предел упругости $25$ кг/мм <sup>2</sup> . Ударная проба тремя ударами с высоты $4,25$ м бабой весом $1$ т. После ударов бандаж не должен показывать признаков разрушения

Наименование частей	Материал	Важнейшие требования технических условий													
Буisky стальные	Стальное литье из стали марки Ст 1	Испытание на разрыв при $R \geq 33 \text{ кг/мм}^2$ , $i = 28\%$													
Подшипники	Бронзовое литье № 5, состава: меди 87%, олова 9,5%, свинца 3,5%	Отсутствие внешних недостатков: трещин, свищей, раковин и пр.													
Баббит (антифрикционный сплав) для подшипников	Для пассажирских вагонов 2 К; для товарных 3 К	Состав баббита													
		<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>2 К</th> <th>3 К</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Олова . . . . .</td> <td>12%</td> <td>—</td> </tr> <tr> <td>Сурьмы . . . . .</td> <td>15%</td> <td>16%</td> </tr> <tr> <td>Свинца . . . . .</td> <td>70%</td> <td>82,5%</td> </tr> <tr> <td>Меди . . . . .</td> <td>3%</td> <td>1,5%</td> </tr> </tbody> </table>		2 К	3 К	Олова . . . . .	12%	—	Сурьмы . . . . .	15%	16%	Свинца . . . . .	70%	82,5%	Меди . . . . .
	2 К	3 К													
Олова . . . . .	12%	—													
Сурьмы . . . . .	15%	16%													
Свинца . . . . .	70%	82,5%													
Меди . . . . .	3%	1,5%													
		За последнее время получил распространение баббит с щелочноземельными металлами состава: свинца 96-98%; кальция 1,5-2,5%; стронция 1-0%; бария 1-0%; меди 1,2%.													
Рессоры и пружины	Изготавливаются из стали марки Ст 7	Сопротивление изгибу рессорной стали (без появления остаточного изгиба) в закаленном состоянии—95 кг/мм <sup>2</sup> . Изготовленные пружины или рессоры подвергаются действию груза, вызывающего напряжение около 100 кг/мм <sup>2</sup> , причем усадка рессоры д. б. не больше 3%, а пружина после двукратного обжатия не должна давать осадки													
Рессорная и пружинная сталь	Сталь марки Ст 7	$R = 70-85 \text{ кг/мм}^2$ , $i \geq 8\%$													
Стойки и раскосы кузова	Дуб	Влажность не выше 24%													
Обшивка, обвязка, пол	Сосна, ель	Влажность не выше 22% для внешних и 18% для внутренних частей													
Мебель, оконные рамы, обвязка двери	Дуб	Влажность не выше 18%													
Оси	Сталь марки Ст 5	Временное сопротивление на разрыв $R = 50-60 \text{ кг/мм}^2$ ; удлинение $i \geq 16\%$ . Ударная проба пятью ударами бабы весом 0,5 т с высоты 7 м при расстоянии между опорами 1,5 м и при переворачивании оси после 1-го и 3-го удара. После пробы не должно обнаруживаться излома, надрывов и трещин													
Центры	Кованые сварные из железа, литье из стали марки Ст 1; дисковые, изготовленные из стальной болванки прокаткой и штамповкой	Ударная проба при вертикальном положении центра бабой весом 0,5 т с высоты 1 м. Спичковые центры подвергаются двум ударам вдоль спиц и двум ударам между спицами. Дисковые—двум ударам. После ударов не должно быть признаков излома, надрывов и трещин													
Упругие тяговые приборы	Крюки, стержни, хвостовики, т. е. части, подлежащие сварке,—из стали марки Ст 2; снапы, винты и прочие части—из стали марки Ст 5	Собранный упругий прибор испытывается усилием 20 т, причем не должно обнаруживаться каких-либо деформаций													

Лит.: Арциш В., Вагоны русских ж. д., 4 изд., Пенза, 1912; Блюм, Борис и Баркгаузев, Подвижной состав и мастерские ж. д., т. 2, Вагоны, автоматические тормоза, подвижной состав электрических ж. д. и т. д., пер. с нем., СПб, 1903; Гиндбург Б., Две системы вагонов 3-го класса, «Ж.-д. дело», СПб, 1906, 1; Дадыко С. Р. и Мартинов Н. Д., Вагонное дело, 2 изд., М., 1926; Гин-

ненталь Г., Подвижной состав, т. 2, Берлин, 1926; Колосунин В. С., Вагоны, Томск, 1926; Короткевич М. А., Ремонт ж.-д. вагонов, 2 изд., М., 1927; его же, Техническ. содержание ж.-д. вагонов, М., 1923; Котельников А. И., Краткое рук-во при приеме товарных вагонов, М., 1915; Крижичковский К. К., Олва ненормальность, случившаяся часто на практике в нормальном вагоне, СПб, 1912;

Ларонов А. М., Тов. вагон «крытый-платформа», СПБ, 1912; Любимов А. А., Больные тов. вагоны и их ремонт, Пенза, 1908; Любимов А. А., Теплуны для перевозки людей на русск. ж. д., Пенза, 1909; Матвиенко А. А., Пассажирские вагоны русских ж. д., Ростов н/Д., 1924; Нольте и Е. Е., По поводу последнего усовершенствования «норм. тов. вагонов» (на правах рукописи), М., 1907; Пиркиндонский Н. Н., Малый тенушый ремонт товарных вагонов, Екатеринослав, 1917; Пуترین Д. П., Краткое руко-во при освид. и приеме тов. вагонов, П., 1913; Сопрунов П. Н., Ж.-д. вагоны и их части, М., 1917; Чеботарев А. О., Подвойный состав и типа поездов, П., 1922; Орлов А. Н., Пассаж. вагоны швейцарских и прусских ж. д., СПБ, 1912; Янушевский П. С., Динамометрический вагон, Ростов н/Д., 1914; Архангельский П. П., Экономические большегрузные вагоны, Труды Экономич. бюро при НКПС, вып. 2, М., 1926; Старовский В. А., Тов. вагоны для ж.-д. магистралей усиленного типа, Труды НТК НКПС, вып. 24, Москва, 1925; Дресер О. О., О большегрузных вагонах, Труды XXII Съезда ст. эксп. русск. ж. д., М., 1926; Красовский П. И., О проектировании типа большегрузного крытого товарного вагона, Труды XXXIV Съезда ниж. тяги русск. ж. д., М., 1925; Сушинский В. Б., Об условиях вентиляции и отопления пассаж. вагонов, Протоколы засед. XVIII Советат. съезда ниж. подв. сост. и тяги русск. ж. д., стр. 451, СПБ, 1897; Пашковскии М. Ю., Об отоплении и вентиляции пассажирских вагонов, Протоколы заседаний XXV Советательного съезда инженеров подвижного состава и тяги русск. ж. д., т. 2, стр. 227, СПБ, 1908; American Railway Association, Car Builders, Cyclo-pedia of American Practice, N. Y., 1925; Ehneke F., Eisenbahnwagenbau, Leipzig, 1922; Kreisig E., Theoretisches aus d. Waggonbau. Ein Hilfsbuch für d. Entwurfen u. Berechnen d. Eisenbahnfahrzeuge, Lpz., 1923; Kreisig E., Übersicht über den Waggonbau, 2. Aufl., Lpz., 1927; Hartough E. W., Car Inspector's Handbook, N. Y., 1927; Hartough E. W., Handbook of Steel Car Repairs, N. Y., 1924; Hartough E. W., Car Truck a. Draft Gear Maintenance, N. Y., 1925; Hartough E. W., Handbook of Wooden Car Repairs, N. Y., 1925; Netter J., Voitures et wagons, P., 1927; Paap T., Das selbst-tätige Kuppeln von Eisenbahnwagen, Leipzig, 1925; Waggonbauers a. Waggon Builders' Pocket Book, L., 1926/27; U. S. Safety Appliances for all classes of Cars and Locomotives, Virginia, 1927; Die Güterwagen d. deutschen Reichsbahn, V., 1927. П. Красовский.

## II. В. трамвайные.

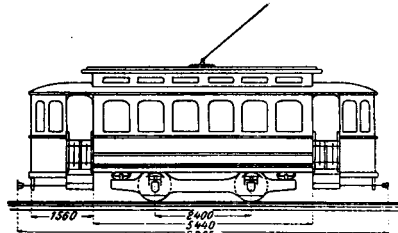
Трамвайные В. предназначены для перевозки пассажиров и ручного багажа по городским и часто пригородным ж. д., приспособленным для электрич. тяги. Прототипом трамвайных В. были В. с конной тягой, часть к-рых впоследствии была переделана на электрическую тягу.

Первый трамвайный В. с электрич. тягой был построен в 1834 г. в Америке по идее кузнеца Томаса Девенпорта. В. был снабжен электродвигателем, приводимым в движение батарейей гальванич. элементов. После этого на протяжении более чем 40 лет производились лишь отдельные, не совсем удачные попытки устройства В. с электрич. тягой. Первый электрич. трамвай, протяжением 2,45 км, был построен в Гросс-Лихтерфельде под Берлином в 1881 году; циркулировавшие В., весом около 5 т, питались энергией от электрической станции. В США первый электрич. трамвай был построен в 1888 г. протяжением в 19,2 км; 40 В. этой линии имели по 2 мотора нормальной мощности в 7 HP. В России сооружение первого трамвая относится к 1891 г. (Киев).

Основной тип трамвайного вагона в Западной Европе и СССР — пассажирский; вагоны специального назначения: почтовые, грузовые, ремонтные платформы, снегоочистители применяются в сравнительно небольшом количестве.

Нормальные В. электрич. трамваев подразделяются на моторные и прицепные. Размер тех и других определяется числом мест для сидения (иногда числом всех вмещающихся пассажиров). Вагоны на 16—20 мест для сидения имеют длину 7—8 м; вес их без электрич. и пневматич. оборудования от 6 до 7,5 т. В. с числом мест свыше 20 имеют длину ок. 9 м и более, и вес их без оборудования от 8 до 10 т. Наиболее распространены В. вместимостью по числу мест для сидения в 24—26 мест. В Америке, где получили сильное распространение пригородные и междугородные электрич. ж. д., применяются преимущественно большеместные В. с числом мест для сидения 40 и более. Ширина В. снаружи варьирует в пределах 2 020—2 300 мм; америк. большеместные В. имеют ширину 2 500—2 600 мм. Высота В. от головки рельса 3 050—3 400 мм.

Помимо общих с ж. д. В. частей — кузова с рамой, тележки с осями, колеса, буксами и рессорами и тягового прибора — трамвайные В. имеют электрич. и тормозное оборудование, предохранительные штыи и сетки и пр. В. прежних типов имели закрытый кузов и открытые по концам площадки; открытые площадки теперь выходят из употребления и наиболее широкое распространение получил тип В. с закрытым кузовом и полуоткрытыми площадками (фиг. 11). В последнее время начали применять В. с концевыми площадками закрытого типа с дверями; эти В. лучше предохраняют от холода и сквозняков вагоновожатого и пассажиров, находящихся на площадках. За границей существуют вагоны, имеющие одну центральную площадку по середине В. (В. со средним входом), а также с площадками и по середине и по концам В. В. со средним входом без концевых площадок представляют известные удобства для едущих, но при большой скученности пассажиров создают затруднения при обмене пассажиров на стоянках; кроме того каждая половина вагона должна быть обслуживаема особым

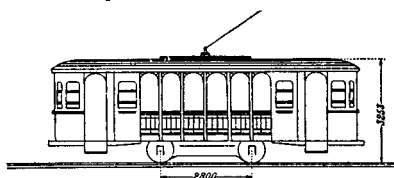


Фиг. 11.

кондуктором. Такие В. у нас не получили распространения и лишь несколько таких В. имеются в инвентаре московского трамвайного парка. В Америке ограничиваются иногда одной площадкой по середине вагона и одной на конце.

Недостаточная вентиляция закрытых вагонов, особенно в жарком климате, делает их не удовлетворяющими условиям летнего

движения. Это обстоятельство вызвало применение В. открытого типа как моторных, так и прицепных. Такие вагоны обычно снабжаются сиденьями во всю ширину В. и сплошными подножками вдоль В.с каждой стороны. Последнее обстоятельство

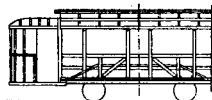


Фиг. 12.

служит причиной несчастных случаев с кондукторами во время сбора денег, и поэтому у нас эта конструкция вагона выходит из употребления. К более совершенному виду открытого В. относится В., имеющий открытый кузов по середине и полукрытые площадки по концам, причем сидения располагаются в нем как в закрытом. На фиг. 12 изображен такой 26-местный вагон тифлисского трамвая, постройки Мытищинского завода 1925/26 г.

Существуют т. н. «обратимые» В. (Convertible Cars), в которых стенки могут разбираться на летнее время; вследствие технич. трудностей изготовления подобных В. они применяются довольно редко.

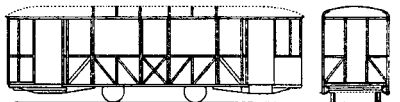
Каркас, или скелет, кузова трамвайных В. строится в Зап. Европе и у нас преимущественно из дерева, представляя собой систему взаимно соединен. стоек и продольных и поперечных брусьев. (На фиг. 13 изображен каркас кузова прицепа В. Ленинградского трам-



Фиг. 13.

вая.) Основные элементы каркаса выполняются из дуба, второстепенные же части и половой настил—из сосны. В плоскостях продольных стенок кузова ставятся металлические шпунгеля, скрепляемые с подстенными продольными балками рамы кузова и предохраняющие кузов от расшатывания при продольной качке во время движения. Рама, составляющая нижнюю часть кузова, состоит из продольных и поперечных балок, обычно из швеллерного железа. Для придания каркасу большей прочности при меньшем весе, для повышения срока службы вагона и уменьшения опасности при пожарах в последние годы часто применяется конструкция стального каркаса. В таких случаях рама и кузов иногда соединяются в одну систему с железным остовом, причем вагонную раму заменяет обшивочный лист во всю высоту подоконной части, усиленный внизу и вверх угловым железом; к листу прикрепляются стойки из таврового железа, которые наверху переходят в дуги сообразно очертанию крыши В. (шпангоуты). Боковые стенки соединяются поперечными балками из корытообразного

железа. На фиг. 14 приведена схема металлического каркаса кузова В. постройки э-да «Красный путиловец» 1926/27 г.; здесь вагонная рама заменена подоконной фермой раскосной системы и обшивочный лист получил меньшую толщину. На случай аварий, приходящихся главным образом на лобовые части вагона, площадки устраиваются так, чтобы их можно было отделить от кузова для замены поврежденных частей. Крыша в трамвайных вагонах более ранних типов обыкновенно устраивалась со световым фонарем. В более поздних конструкциях световой фонарь изъят и крыше придается дугообразное очертание, чем упрощается самая конструкция крыши и достигаются большие удобства потолочной армировки и большой простор внутри В. Крыша имеет наружную обшивку из дерева; поверх обшивки накладывается толстая парусина, тщательно окрашенная. Между крышей и потолком прокладывается пробковая изоляция; самый потолок—из дерева высокого качества или березовой фанеры или из америк. картона.



Фиг. 14.

Стенки кузова обшиваются листовым железом толщиной 1,5—3,2 мм в зависимости от конструкции каркаса.

Внутри трамвайных В. имеют изящную отделку: оконные и дверные рамы и панели—из дуба, тисса или красного дерева; сидения—из лакированных реек тех же пород дерева или мягкие (заграничные В.); все приборы—из белого металла или бронзы; окна, опускаемые или подъемные,—из зеркального или бежского стекла, причем в В., предназначенных для теплого климата, иногда устраиваются также жалюзи. Скамьи располагаются или вдоль стенок В. или поперек с числом мест 2 + 1, а при ширине В. свыше 2 300 мм—с числом мест 2 + 2, либо часть вдоль и часть поперек. Нек-рые из возможных случаев расположения сидений на одной и той же полезной площади внутри В. приведены на фиг. 15, где I—продольные сидения (24 места), II—поперечные сидения (22 места), III—смешанный тип (24 места), IV—смешанный тип (26 мест). Размеры сидения на человека варьируют в пределах 410—500 мм. В потолке В. располагаются вытяжные вентиляторы и осветительные плафоны с лампочками. По обеим сторонам потолка пропускается ремень от кондукторск. звонка и обычно подвешиваются держалки для стоящих пассажиров; в нек-рых конструкциях держалки в виде скоб из металла прикрепляются к стенкам В. и к спинкам сидений. Устраиваемые по концам В. площадки снабжаются приборами для управления, верхними звонками для кондуктора и ножными звонками для вагоновожатого. Площадки отделяются от средней части кузова поперечными стенками с устроенными в них задвижными дверями на роликах. В нек-рых

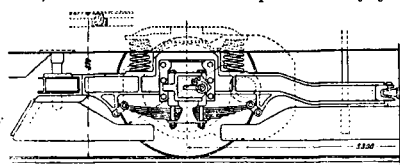
конструкциях американск. В. с площадками закрытого типа площадки не отделяются от остальной части кузова, что делает возможным устройство в них сидений для пассажиров. Длина площадок 1 450—1 800 мм, а в американских вагонах — больше. Числовых ступеней обыкновенно не более двух.

По конструкции ходовых частей трамвайные В. могут быть двухосные и четырехосные; последние — при желании иметь возможно большую вместимость. Вагоны двухосные наиболее распространены у нас и в Зап. Европе. В Америке, при большом развитии сети междугородных и пригородных электр. ж. д., во многих городах утратилось различие между ними и собственно городских жел. дорогами, что привело к сближению типов подвижного состава и оборудования.

В этих случаях применяются В. преимущественно большеместные, четырехосные. Московский трамвай в настоящее время также производит опыт применения четырехосных вагонов. База двухосного вагона, т. е. расстояние между осями, имеет размер 2 000—3 600 мм; этот размер определяется условиями прохождения по кривым участкам пути с малыми радиусами закруглений. В средних условиях размер жесткой базы, в зависимости от наименьшего радиуса  $R$  рельсовой кривой, равен  $\frac{R}{7}$  или несколько больше. В городах СССР  $R=16-20$  м, что в средних условиях дает базу 2,3—2,85 м. Особенное значение приобретает отношение полной длины В. (с площадками) к базе; для достижения более спокойного хода В. это отношение д. б.  $\leq 3,5$ .

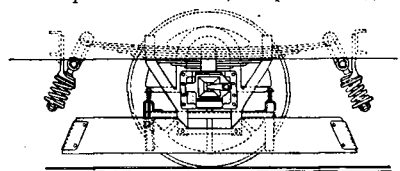
В двухосных трамвайных В. применяются: 1) две оси с жесткой базой, или 2) две одноосные тележки типа Нюрнберга-Беккера и др. (фиг. 16), или же 3) две свободные оси для прицепных вагонов (фиг. 17). Боковины тележек обыкновенно штампуются из листового железа (10 мм); для поперечных балок, соединяющих боковины тележки, применяется преимущественно коробчатое железо. Металлическая конструкция тележки служит вместе с тем основой для укрепления моторов и компрессора тормозного оборудования. Для поддержки кузова и для предохранения пассажиров от толчков служат подкузовные ресоры, располагаемые по ширине вагона так, чтобы поддерживать кузов вблизи его края. Для за-

щиты пути от ударов со стороны В. служит вторая система ресор, посредством которых тележка опирается на осевые буксы. Колеса В., дисковые или спицевые, делают преимущественно из стали. В америк. трамваях находят широкое применение чугунные колеса, отливается особым образом из чугуна



Фиг. 16.

высокого качества (см. *Вагонные колеса*). Сталь для колес должна иметь (по нашим условиям) временное сопротивление не менее 36 кг/мм<sup>2</sup>, при удлинении не менее 16%. Бандаж изготавливается из литой мареновской стали, однородной во всей массе; сопротивление на разрыв д. б. 60—70 кг/мм<sup>2</sup>, при удлинении не менее 12%. Оси проковываются или прессуются из литой стали и обрабатываются по всей длине. Сопротивление на разрыв д. б. от 50 до 60 кг/мм<sup>2</sup>, удлинение — не менее 16%. Колесные скаты выделяются соответственно ширине колес. В наших трамваях колесо имеет ширину 1 524 мм (нормальная) и 1 000 мм (узкая); исключение составляет ростовский трамвай с колес в 1 435 мм. За границей ширина колес 1 435 и 1 000 мм. Главнейшие размеры ходовых частей нормализованы Всесоюзным трамвайным съездом (1925 г.): диаметр оси в междуступичной части, в зависимости от нагрузки, 110 и 120 мм; то же в ступице колеса 120 и 130 мм; диаметр шейки 90 и 95 мм; длина оси (полная) — 2 070 мм для колес в 1 524 мм и 1 685 мм — для колес в 1 000 мм; наружный диаметр колес по кругу катания 850 и 880 мм; наружный диаметр колесных центров 740 мм; высота бандажа для двух переточек 70 мм; для одной переточки — 55 мм; ширина бандажа



Фиг. 17.

83 мм. В конструкциях вагонов более современных типов применяются колеса диаметром 760, 720 и 660 мм.

Четырехосные В. в большинстве случаев снабжаются двумя двухосными тележками с жесткой базой в 1 600—1 800 мм; база В. 6 000 мм и более. На фиг. 18 представлен четырехосный моторный В. московского трамвая постройки Коломенского завода 1926/27 года: число сидений 38, кузов металлический, моторы мощностью ок. 30 л.с.; полный вес В. 21,2 т. В зависимости от

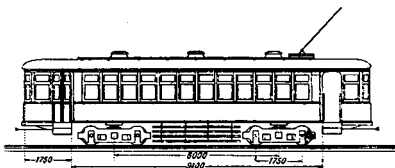
характера оборудования электромоторами одна из тележек м. б. ведущей, другая — поддерживающей. Тележки имеют по отношению к кузову свободу поворота в горизонтальной плоскости, чем облегчается вписывание ходовой части В. на кривых участках пути. В США размеры четырехосного трамвайного вагона городской сети стандартизованы Комитетом по стандартизации Американской ассоциации железных дорог. Эти размеры указаны в табл. 2.

Табл. 2.—Элементы американских трамвайных вагонов унифицированного типа.

Типы моторных вагонов	Число окон по фасаду	Полная длина, мм	Длина кузова, мм	Расстояние между осями тележки, мм	Число мест для сидения*	Вес с мотор. 25 лр. т	Вес с мотор. 35 лр. т
С принадлежностями управления на задней концевой площадке	12	13 576	9 462	6 539	48/58	14,6	16,8
	11	12 827	8 712	5 791	44/52	14,2	16,4
	10	12 077	7 963	5 042	40/48	13,8	16,1
С принадлежностями управления на одной площадке	12	13 576	9 462	6 539	48/62	14,1	16,4
	11	12 827	8 712	5 791	44/58	13,75	16,0
	10	12 077	7 963	5 042	40/54	13,4	15,85

\* На площадках этих В. имеются откидные сидения, которые опускаются лишь тогда, когда на площадках просторно; так. обр. число мест для сидения меняется. В знаменателе указано число мест, включая откидные сидения.

Переходным типом от двухосного В. к четырехосному является тип четырехосного В. так наз. «максимальной тяги». Это—В. с двухмоторным оборудованием, на двух

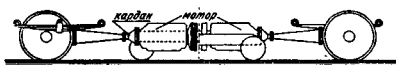


Фиг. 18.

двухосных тележках с колесами различных диаметров; опоры кузова помещаются возможно ближе к ведущим осям; отношение нагрузки не более 7 : 3. В. максимальной тяги не нашел широкого распространения гл. обр. вследствие неполного использования сцепного веса В. В Англии применяется также конструкция трехосного трамвайного В. с одной двухосной поворотной тележкой и третьей жестко закрепленной осью. По сравнению с В. максимальной тяги этот тип допускает более полное использование сцепного веса.

Электрич. оборудование двухосных моторных В. составляют: два электромотора с зубчатой передачей на ось вагона, укрепляемые на раме тележки, два контроллера, токочприемник (дуговой или роликовый), комплект сопротивлений, предохранителей, выключателей, меди, изолированных кабелей и лампочек для освещения. Моторы подвешены в пространстве, ограниченном полом кузова, колесами и мостовой,

и упираются при помощи подвесных болтов с пружинами на траверсы тележки В.



Фиг. 19.

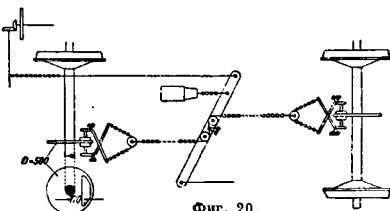
Шестерня зубчатой передачи на оси В. заключена в железный или стальной кожух. Для осмотра моторов, шестерен и других частей в полу В. устраиваются люки с деревянными крышками.

Контроллеры прикрепляются к полу площадок В. В последнее время за границей стал находить применение способ крепления моторов непосредственно к раме кузова вагона с передачей движения осям посредством кардана. Цюрихское трамвайное об-во выпустило в последние годы В., моторы которого расположены на отдельной вспомогательной тележке, помещенной между главными осями; диаметр колес этой тележки меньше диаметра колес главных осей (Фиг. 19); передача от моторов — карданная; расстояние между главными осями 5 200 мм; подвеска кузова — при помощи листовых

рессор. Этой конструкцией, при сравнительно большом размере базы двухосного В., достигается возможность вписываться в кривые весьма малого радиуса.

Трамвайные В. снабжаются ручным и пневматич. или электрич. тормозами. Наиболее распространенный тип тормоза — с колодками, по две колодки на каждое колесо. Интересной новостью в деле устройства тормозов трамвайных вагонов является сконструированный для прицепа вагонов в Германии «щипцовый» тормоз с передачей торможения на особый диск, насаживаемый на ось вагона (Фиг. 20). Подобной конструкцией тормоза достигается значительное сбережение бандажей и рельсов и быстрое торможение.

К принадлежностям оборудования трамвайных В. относятся также тяговые и бу-



Фиг. 20.

ферные приборы, предохранительные щиты для защиты движущихся частей, автоматические подвагонные сетки (как наиболее распространенный способ предохранения от тяжелых увечий) и воздушно-сифонные, клапанные или другие песочницы. Приборы

для отопления вагона пока еще не относятся к обязательному оборудованию и потому применяются не во всех случаях.

Прицепные В. по принципам своего устройства в общем не отличаются от моторных, но конструкция их ходовых частей вообще более легкая, чем моторных В., т. к. отсутствуют нагрузки, вызываемые двигателями. Прицепные В. снабжаются приборами для освещения, ручным и автоматическим тормозами и другими принадлежностями второстепенного оборудования. Прицепные В. употребляются в меньшем количестве, чем моторные; в инвентаре союзных трамвайных линий они составляют ок. 30% общего количества В. Вопрос о применении прицепных В. решается гл. обр. с точки зрения расходов по содержанию персонала для обслуживания, организации движения (коммерческая скорость, расход энергии, длина перегонов) и веса В.

По развитию трамвайного вагоностроения в Америке принадлежит первое место. Уже в начале 1892 г. сеть американ. трамваев и электрич. ж. д. определялась в 6534 км с 8892 В., а к 1897 г. протяжение сети достигло около 23 000 км, а число В. и электрич. локомотивов — 39 748 единиц. В Европе развитие трамвайных сообщений шло медленнее: к 1898 г. насчитывалось 2259 км пути и 4514 В. В СССР в настоящее время трамвайным сообщением пользуется 41 город. По протяжению сети и количеству В. первое место занимает Москва — 396,8 км одиночного пути и 991 В. (по статистич. сведениям 1925/26 г.). За нею следуют: Ленинград — 295,4 км и 996 В., Киев — 299,7 км и 302 В., Одесса — 226 км и 307 В. Общее инвентарное число вагонов на 1925/26 год составляло 4062 единицы.

В дореволюционной России трамвайное вагоностроение не получило широкого развития: ок. 40% всего инвентаря возилось из-за границы. Значительная часть электрич. трамваев России находилась в руках бельгийских концессионеров, которые были заинтересованы в заграничных вагоностроительных и электромеханич. з-дах и совершенно не обращались к услугам русской промышленности; этому способствовали также низкие таможенные тарифы на трамвайные В. Поэтому трамвайное вагоностроение не могло развиваться так, как например производство В. для паровых ж. д. Русские заводы начали изготовлять трамвайные вагоны лишь тогда, когда городские управы стали сами строить трамваи, и только благодаря застою в вагоностроительном деле ряд заводов приступил к изготовлению трамвайных В.: Брянский, Коломенский, Мытищинский, Путиловский, Петербургский вагоностроительный, Русско-Балтийский, Сормовский, Тверской, «Двигатель» и «Феникс». Все указанные з-ды выпустили по 1914 год около 2400 единиц, из которых около 75% было изготовлено в период 1908—1914 гг. Выпуск трамвайных В. за этот период по заводам показан в табл. 3.

После Октябрьск. революции, по мере наступившего восстановления трамваев, трамвайное вагоностроение получило некоторое развитие, сосредоточившись на заводах

Табл. 3.— Выпуск трамвайных вагонов за период 1908—1914 гг.

Название завода	Число выпущ. вагонов
Брянский . . . . .	12
Тверской . . . . .	13
С.-Петербургский . . . . .	30
«Феникс» . . . . .	75
«Двигатель» . . . . .	107
Сормовский . . . . .	145
Путиловский . . . . .	152
Русско-Балтийский . . . . .	532
Коломенский . . . . .	663
Мытищинский . . . . .	776

Мытищинском, Коломенском, Сормовском, «Красный путиловец» и в небольших размерах на заводе им. А. Марти в Николаеве, причем оно выполняется теми же вагоностроительными цехами, к-рые организованы для производства В. паровых ж. д. В процессах изготовления частей для трамвайных В. наибольшее участие принимают мастерские: механическая, швеллерная, столлярная, кузнечная, столлярно-сборочная, жестяничная и малярная; меньше — чугунолитейная, меднолитейная, деревообделочная, обойная, инструментальная и модельная. Начиная с 1925/26 г., русское трамвайное вагоностроение вырабатывает в целях нормализации новые типы В., приближая их к бытовым условиям нашей страны и переходя на конструкции, допускающие массовый порядок производства.

Лит.: Бернадский Л. Н., Электрич. ж. д., М.—Л., 1926; V r a g s t a d t O., Электрич. ж. д., СПб, 1908; Б л о м, Б о р р и с и Б а р г а у з е н, Полный Азбука и мастерские железн. дорог, т. 2, СПб, 1903; В е л о с а т о в И. П., Электрич. вагоны-двигатели большой скорости, построенные фирмами Сименс и Гальске и Всеобщей компании электричества, СПб, 1903; В о л о с а т о в И., Устройство и эксплуатация городских трамваев, СПб, 1903; В у л ф А., Электрическая тяга. Тяговые двигатели и их применение. Основы теории электрич. тяги. Электрич. трамвай и основы их проектирования, Л., 1926; Г и р ш с о н Г., Городские дороги большой скорости, СПб, 1909; Д а л а д е р В., Опыт с электрич. тягой, произвед. на шведских наземных ж. д. в 1905—1907, СПб, 1912; Д у б е л и р Г. Л., Исследов. движения вагонов электрич. ж. д., СПб, 1908; Ж е р а р Э., Электрическая тяга, СПб, 1901; З е е ф е л ь н е р Е., Электрич. тяга и применение ее на ж. д., М., 1926; К и з е р Г., Электрич. дороги, СПб, 1909; С о в о ц к о н о И. Л., Электрич. оборудование Трамваев городских ж. д. с электрич. тягой, М., 1922; С т е д в и н Д. Р. и У м а е н с к и й А. А., Строит. часть трамваев и второст. ж. д., СПб, 1913; Альбом исполнительн. чертежей и описание сооружений С.-Петербургского городского электрич. трамвая, СПб, 1910; Ш и м а н и М., Электрич. ж. д. Руков. в проект., построению и эксплуатации электрич. трамваев, СПб, 1897; B l o n d e l A. et D u b o i s P., La traction électrique sur voies ferrées, P., 1898; V a c h e l l e r y A., Traction électrique et chemin de fer électriques, P., 1925; «Electric Railway and Tramway Journal»; «L'industrie des voies ferrées et des transports publics automobiles».; «Les chemins de fer et les tramways».; «Z. d. VDI». Н. Подобаев.

**ВАГОНЫ ИЗОТЕРМИЧЕСКИЕ** служат для перевозки скоропортящихся грузов, требующих постоянной (преимущественно низкой)  $t^{\circ}$ , по возможности при определенной влажности воздуха. Впервые они появились в Америке в 60-х годах прошлого столетия. Шестидесятилетним опытом работы В. и. установлены следующие условия, необходимые и достаточные для перевозки скоропортящихся грузов: а) постоянная  $t^{\circ}$  м.б.

достигнута лишь при вполне плотных нетеплопроводных стенках В. и.; б) груз должен грузиться уже в охлажденном состоянии, а не подвергаться охлаждению в вагоне; в) поддержание  $t^{\circ}$  охлажденного груза возможно без искусственного охлаждения. На основании этих положений уже много лет тому назад был выработан весьма устойчивый тип В. и. Стенки, пол и крыша В. и. имеют толщину от 100 до 150 мм и состоят кроме наружной и внутренней деревянных обшивок еще из нескольких слоев изолирующего материала весьма разнообразных сортов; это—или пробковые листы разной толщины, или войлок, или особые матрасики, состоящие из льняных или хлопчатобумажных очесов, протеганных между двумя листами просмоленного картона (линофелъ, шевелин и т. п.). В середине каждой боковой стенки д. б. погрузочная двустворчатая дверь, весьма плотно закрывающаяся. Для перевозки продуктов, не переносящих заморозки (фрукты, овощи, пиво, вино), вагоны часто снабжают различными приборами для отопления.

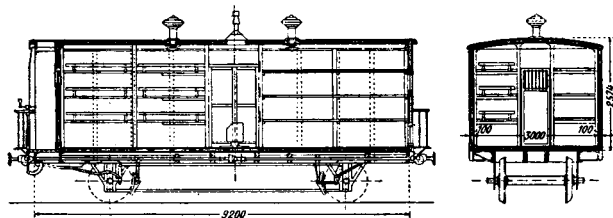
В. и. разделяются на две основн. группы: 1) без охлаждения и 2) с охлаждением. В. и. первой группы бывают в свою очередь с вентиляцией или без вентиляции и. Вагоны без вентиляции применяются для перевозки фруктов, овощей,

шанным) охлаждением. Функционирующие в настоящее время в СССР вагоны-ледники по конструкции разделяются на четыре типа: 1) для перевозки всех скоропортящихся грузов; 2) для перевозки грузов, не требующих вентилирования (мороженое мясо, рыба, масло, соленые товары); 3) вагоны молочные как разновидность первых двух типов; 4) вентиляционные вагоны (бывшие фруктовые). Существует помимо того еще один тип вагонов как пережиток прежнего времени,—вагоны нарзанные для перевозки минеральных вод со станций минераловодской группы курортов.

Вагоны-ледники должны удовлетворять следующим требованиям: 1) сохранять определенную  $t^{\circ}$  при определенной влажности воздуха; 2) иметь интенсивную циркуляцию воздуха для установления приблизительно одинаковой  $t^{\circ}$  во всех частях вагона; 3) допускать интенсивную вентиляцию для удаления различных испарений от продуктов; 4) обладать простым в конструкции и надежным в работе устройством, наконец 5) отличаться дешевизной и экономичностью в эксплуатации.

Остов вагона делается деревянный (сосновый или дубовый); о б ш и в к а—преимущественно сосновая, режа еловая; п о л о в о й н а с т и л делается из сосны, при палубной системе—из дуба. Для удлинения

срока службы деревянные части необходимо пропитывать антисептиками (например хлорным цинком). Металлические части не должны выступать ни наружу, ни внутрь во избежание притока тепла. Головки болтов надлежит утопить, а углубления—заделывать деревом. Обшивка стен, пола и потолка состоит из двух или трех слоев, между



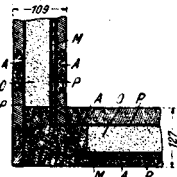
Фиг. 1. Изотермический вагон без охлаждения.

молока и молочных продуктов на короткие расстояния. В Америке начинают производить перевозку молока в небольших изотермических цистернах, подвижных на автогрузовиках и погружаемых на платформы. В Англии была также недавно сделана попытка перевозки молока в изотермической цистерне. Вагоны с вентиляцией, служащие для перевозки фруктов, овощей и яиц, имеют в торцевых стенках зарешеченные отверстия для входа и выхода воздуха при следовании В. и. в пути. Такой вентиляционный В. и. с пробковой изоляцией представлен на фиг. 1.

Наиболее важное значение имеет вторая группа В. и., называемая в а г о н а м и л е д н и к а м и. Они отличаются от остальных В. и. приборами охлаждения или отопления, позволяющими поддерживать внутри вагонов постоянные температуры воздуха, требуемые данными грузами. Вагоны-ледники делятся на три категории: а) В.-ледники в собственном смысле слова с применением одного льда или льда с солью, б) В.-ледники, охлаждаемые льдом и солью с принудительной циркуляцией рассола или воздуха, и в) В.-ледники с механическим (сме-

которыми помещается изоляционный материал. Последний должен обладать следующими свойствами: малым коэф-том теплопередачи, малым уд. в., негигроскопичностью и негнативаемостью, прочностью и продолжительностью служб, удобством укладки

и дешевизной. Наиболее употребительными материалами для изоляции являются пробка, шевелин, войлок. В Америке в последнее время начали применять бальсовое дерево (Balsa wood), которое при одинаковом с пробкой коэф-те теплопроводности имеет значительно меньший уд. вес (0,08 против 0,25). Типы изоляции вагонов представлены на фиг. 2, 3, 4 и 5. Фиг. 2 изображает в схематическом виде пробковую изоляцию вагона для моста; фиг. 3—пробков. изоляцию вагона 1925 года; фиг. 4—шевелиновую изоляцию вагона

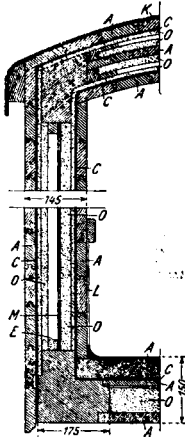


Фиг. 2.

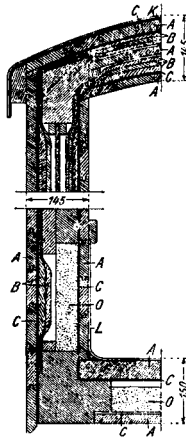
1925 года; фиг. 5—шевелиновую изоляцию



двухосного вагона длиной 9,4 м. На этих схемах обозначают: А — дерево, В — шевелин, С — руберойд, Е — воздух, К — кровельное железо, L — оцинкованное железо,

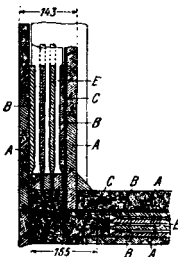


Фиг. 3.



Фиг. 4.

М — фанера, О — пробка, Р — картон. Общая толщина изоляции, включая и воздушные прослойки, в существующих изотерм. вагонах колеблется в след. пределах: для стен и крыши 70—170 мм при общей толщине стен в 100—200 мм; для пола 70—170 мм при общей толщине пола в 120—200 мм. Количество слоев изоляции от 4 до 8 и более. Изоляция должна быть тщательно защищена от сырости.



Фиг. 5.

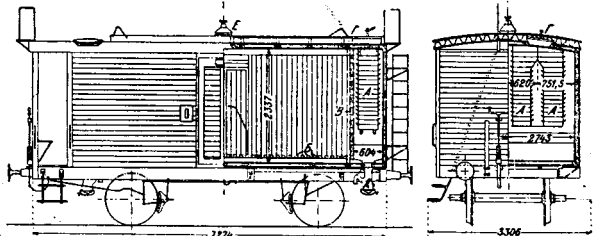
Внутреннее устройство В. и. составляют: льдохранилища, напольные решетки, щиты перед льдохранилищами,

приспособления для выпуска талой воды илй рассола, если ко льду добавляется соль, вентиляционные устройства, полки, если это нужно для расположения груза. Важнейшей частью внутреннего оборудования являются охлаждающие устройства, которые делают или в виде открытых (решетчатых) карманов или в виде закрытых карманов (танков). Карманы располагаются или возле лобовых стенок, или под потолком, или посредине вагона. Наибольшее распространение имеют карманы, расположенные возле лобовых стенок. Для загрузки льда служат люки, по 1—2

с каждой стороны вагона. Для сбора талой воды или рассола под карманом устраивается обитый цинком или оцинкованным железом поддон, из к-рого талая вода или рассол по отводящей трубе с гидравлическим затвором выпускается наружу. Для лучшей циркуляции воздуха груз укладывается не непосредственно на пол, а на решетки, под к-рыми свободно циркулирует воздух. Для усиления циркуляции воздуха внутри вагона перед ледяными карманами подвешиваются щиты с просветами—вверху 300—350 мм, внизу 250 мм. Вентиляция вагонов производится: а) при помощи люков в вагонах с решетчат. карманами; б) при помощи особых зарешеченных окон с задвижками в танках (тип канадских ж. д.); в) при помощи специальных устройств (тип вентиляции вагона советских ж. д. постройки 1925 г.). На фиг. 6 представлен В. и. с пробковой изоляцией для перевозки всех скоропортящихся продуктов, не требующих подвешивания. Здесь А—решетчатые карманы для льда, В—напольная решетка, В—щит, Г—люки для загрузки льда, Д—трубы для спуска талой воды и Е—вентилятор. На фиг. 7 представлен новый тип четырехосного вагона-ледника, снабжаемый как танками А, так и решетками В для льда; В—полки для груза.

К категории В. и. с принудительной циркуляцией относится вагон шведской системы «Фригатор». Его особенностью является наполненный смесью льда и соли металл. ящик возле одной из лобовых стенок (генератор холода), из которого рассол после прохода через очиститель прогоняется насосом по трубам. Недостатки: сложная конструкция, малая надежность действия системы, необходимость тщательного ухода и квалифицированного персонала. К этому же типу относится вагон системы норвежск. инж. Беннетера, в к-ром охлаждение получается продуванием воздуха через бак возле лобовой стенки помощью вентилятора, действующего от оси вагона. Недобудства: резкое действие температур, сложность устройства и ненадежность охлаждения. Другие сист. вагонов того же типа оказались практически непригодными и представляют теперь музейную редкость.

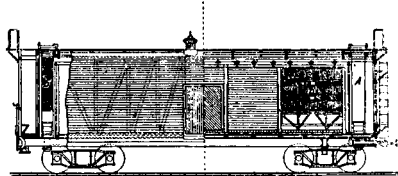
В вагонах с механич. охлаждением применяются компрессорные холодильные машины (аммиачные или углекис-



Фиг. 6. Вагон-ледник обыкновенный.

лотные) двух типов: а) установка обслуживает только 1 вагон (система Силича, вагон з-да

Гумбольда) и б) установка обслуживает ряд вагонов (поезд Линде), для чего имеется центральная станция, помещающаяся в одном вагоне, и ряд вагонов, охлаждаемых каким-либо холодильным веществом, циркулирующим по трубам. Достоинство этой системы заключается в том, что не требуется оборудовать ж. д. льдохранилищами и возможно получать низкие темп-ры, регулируя их



Фиг. 7. Вагон-ледник нового типа.

по железию. Недостатками ее являются: дороговизна, потребность в квалифицированной рабочей силе для обслуживания и возможность осложнений во время перевозки вследствие заболевания хотя бы одного вагона (поезд Линде) или прекращения действия установки (в обоих типах). Поэтому применение вагонов с механическим охлаждением большого распространения не получило. У нас эта система неприменима еще в виду больших пробегов вагонов (в среднем до 1200 км) и значительного риска порчи груза при заболевании вагона. Равным образом многочисленные попытки конструирования В. и. с циркуляцией рассола как в России (Подберезский, Максудов, Соколовский), так и в Америке (Бон, система «АВС») успеха не имели, и нормальным (стандартным) типом признан обыкновенный вагон-ледник, который и у нас доказал свою полную пригодность и дешевизну как в строительном, так и в эксплуатационном отношении.

Срок службы бы вагона-ледника составляет в общем 20 лет, ледяных баков от 8 до 10 лет, обвязки и обшивки от 3 до 12 лет, спуски, трубы и сифоны от 3 до 6 лет, изоляции от 3 до 20 лет—в зависимости от рода материала и места нахождения в кузове.

Вагоны-ледники следуют на срочный возврат без обмена; срок следования в грузе и порожнем направлениях—300 км в сутки. Вагон под погрузку скоропортящегося груза д. б. затребован не менее чем за 3 дня до погрузки, причем вносится залог в установленном размере для перевозки груза со льдом и солью в зависимости от требования грузоотправителя. Не менее чем за 12 часов до погрузки вагон загружается льдом и в дальнейшем догрузка льдом производится через каждые сутки. Вагон д. б. подан исправным, сухим. В пути ведется наблюдение за исправным состоянием В. и., правильным льдоснабжением и срочностью следования. Выполнение всех этих функций возможно на особые органы приправления ж. д. дорог со специальным кадром агентов по холодильному делу на линии (инструкторско-ревизионный аппарат на ж. д.).

Калорический расчет В. и. Общ. суточный расход холода складывается из: а) теплопередачи через стены, пол и потолок кузова, б) потери через неплотности в дверях и люках, через разрывы в изоляции, при открывании дверей и т. п., в) охлаждения и осушения воздуха, выпускаемого в вагон для вентилирования, г) охлаждения продукта, поступающего в вагон предварительно неохлажденным.

а) Суточный расход холода по теплопередаче ( $Q_1$ ) определяется по формуле:

$$Q_1 = 24 F \cdot K (t_1 - t_2) \text{ Cal},$$

где  $F$ —наружная поверхность стен, пола и потолка в  $m^2$ ,  $K$ —общий коэф. теплопередачи стен, пола и потолка В. и.,  $t_1$  и  $t_2$ —средние темп-ры воздуха наружного и внутри вагона, причем за  $t_1$  берется средняя суточная темп-ра наиболее жаркого месяца для района, обслуживаемого ж.-д. линией. Коэф-т  $k$  для отдельной части кузова определяется по формуле Пекле:

$$\frac{1}{k} = \frac{1}{a_1} + \frac{1}{a_2} + \sum \frac{\delta_i}{\lambda_i},$$

где  $a_1$  и  $a_2$ —коэф-ты наружной и внутренней поверхности отдачи,  $\delta_i$ —толщина каждого отдельного изоляцион. слоя в м;  $\lambda_i$ —коэф-т теплопроводности соответствующего материала;  $a_1$  (для воздуха в движении) берется равным  $2 + 10 \sqrt{v}$ , где  $v$ —скорость движения воздуха в м/сек, принимаемая равно средней технической скорости движения поезда;  $a_2$  (для воздуха в покое) обычно принимается равным 8. Вычислив отдельные значения для всех частей кузова (стен, пола и потолка), определяем общий коэффициент теплопередачи всего кузова по формуле:

$$K = (k_1 f_1 + k_2 f_2 + \dots) : (f_1 + f_2 + \dots),$$

где  $f_1, f_2, \dots$ —поверхности соответствующих частей кузова в  $m^2$ .

б) Непроизводительные потери холода через неплотности и т. п. ( $Q_2$ ) выражаются в 5—10% от расхода на теплопередачу.

в) Расход на охлаждение и осушение воздуха ( $Q_3$ ), выпускаемого для вентилирования определяется по формуле:

$$Q_3 = V [0,31 (t_1 - t) + 0,61 (f_1 w_1 - f w)] \text{ Cal},$$

где  $V$ —объем поступившего в вагон воздуха в  $m^3$ ,  $t_1$ —темп-ра наружного воздуха,  $t$ —темп-ра, до к-рой воздух охлаждается внутри вагона,  $w_1$  и  $w$ —абсол. насыщение воздуха влагой (в г на 1  $m^3$ ) при температурах  $t_1$  и  $t$ ,  $f_1$  и  $f$ —относительная влажность (в %) воздуха наружного и внутри вагона.

г) Расход на охлаждение груза ( $Q_4$ ) определяется в расчет в виду того, что значительный % скоропортящихся продуктов грузится без всякого предварительного охлаждения. Для однородного груза этот расход определяется по формуле:

$$Q_4 = P c (t_1 - t_2) \text{ Cal},$$

а для разнородного:

$$Q_4 = \sum P_i c_i (t_1 - t_2) \text{ Cal},$$

где  $P$ —вес груза в кг,  $c$ —удельная теплоемкость груза,  $t_1$  и  $t_2$ —темп-ры груза в начале и в конце суток. Среднее значение разницы  $t_1 - t_2$ , т. е. понижение темп-ры груза за сутки, можно принять равным  $2-3^\circ$  в зависимости от рода груза и упаковки.

Общий расход холода за сутки:

$$Q = Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4.$$

Суточный расход льда в кг  $N = \frac{Q}{D}$ , где  $D$  — количество Cal, поглощаемые при таянии 1 кг льда, принимаемые в зависимости от условий таяния: 80 Cal — при употреблении одного льда в решетчатых карманах или танках, 75 Cal — для льда с солью в танках, 70 Cal — для льда с солью в решетчатых карманах. Объем суточного расхода льда при весе 1 м<sup>3</sup> льда в 700 кг выражается  $V_1 = \frac{N}{700}$  м<sup>3</sup>. Объем ледяных карманов принимается равным двухсуточному объемному расходу льда при танках и трехсуточному расходу при решетчатых карманах.

Поверхность охлаждающих приборов в м<sup>2</sup> определяется по формуле:

$$F = \frac{Q}{24k_2(t_1 - t_2)},$$

где  $k_2$  — коэффициент теплоотдачи охлаждающих приборов: 7,5 — для танков, 8,5 — для решетчатых карманов, 9 — для рассольных труб с вполне обеспеченной принудительной циркуляцией рассола, 12 — для рассольных труб с принудительной циркуляцией рассола и воздуха внутри вагона. Для увеличения поверхности танков, в целях приведения ее в соответствие с расчетным объемом, их проектируют состоящими из нескольких секций (обычно по четыре возле каждой лобовой стенки вагона).

Потребный для обслуживания дороги парк может быть определен для каждого отдельного пункта погрузки или для любого пункта по среднему пробегу и средней погрузке по формуле

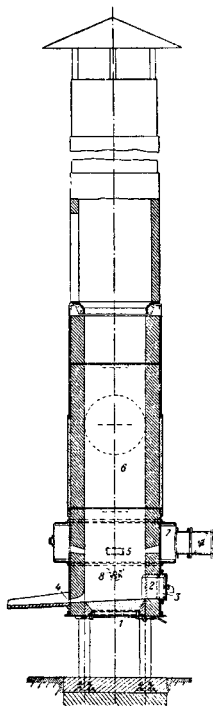
$$n = a \cdot \beta \cdot \frac{G_{max}(2L + 3(v_1 + v_2))}{3g(v_1 + v_2)},$$

где  $G_{max}$  — средняя максимальная месячная погрузка, для каждой станции погрузки или общая для дороги, определяется или путем статистики или по средней месячной погрузке с умножением на коэффициент неравномерности, равный в зависимости от работы дороги 1,6—2,2;  $L$  — средний пробег от станции погрузки до ст. назначения или средний для дороги;  $g$  — средняя нагрузка на вагон, равная для двухосного вагона 9,5 т;  $v_1$  — скорость следования в грузежном направлении, к-рал м. б. принята в зависимости от сроков следования в 340—400 км в сутки;  $v_2$  — скорость следования в обратном направлении, т. е. 175—250 км в сутки;  $a$  — коэффициент, учитывающий большие вагоны (1,05—1,10), и  $\beta$  — коэффициент, учитывающий резерв вагонов (1,05).

Лит.: Сонкин Д., Холодильники на сети росс. ж. д., «Изв. Комит. по холод. делу», СПб, 1913, 11; Беннеттер, Вагон системы инженера Беннеттера, М., 1918; Денисов П. И., Названия изотермических вагонов и типы ее, «Холод. дело на путях сообщ.», М., 1932, 2; Стрельцов М. М., К вопросу о норм. типе изотерм. вагона, там же; Падзерский А. А., Американский изотерм. вагон системы «АВС», там же; Баснин А. Д. и Кожвицко В. А., Снабжение Германии морской рыбой (германский вагон-ледник), там же; Соколовский С. А., Ледники, СПб, 1909; Тихоцкий К. П., Красовский Н. И. и Дрейер О. О., Современное положение вопроса о перевозке скоропорт. грузов по ж. д. С. А. С. Ш., 3, гл. 1, Вагоны-ледники, СПб, 1913; Правила ремонта изотермических вагонов, НКПС, Москва, 1926; Правила по уходу за изотерм. подв. составом и

обслуживание его, Хабаровск, 1924; Типы вагон-ледников С. А. С. Ш.; Railway Engineering a. Maintenance Cyclopaedia, N. Y., 1926; Car Builders' Cyclopaedia of American Practice, New York, 1925. П. Денисов.

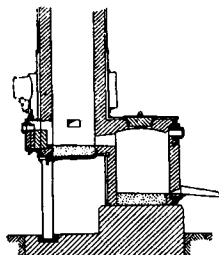
**ВАГРАНКА**, шахтная печь для процессов обжига (железной руды, доломита), разложения (известняка), плавления (чугуна для фасонного литья, чугуна для дальнейшей переработки в малом бессемере или электропечи, редко — меди для крупных отливок). В. для плавления чугуна (литейная В.) появилась в конце 18 в., когда по мере развития машиностроения увеличилось потребление машинного литья, и в настоящее время при производстве чугунных отливок В. — общепринятая печь для плавления. Вагранка для переплавки чугуна строится в виде шахты (фиг. 1), с кладкой из огнеупорного (шамотного) кирпича; в верхнюю часть — колосник и к — производится завалка металл. шихты, горючего и флюса (для образования шлака); нижняя часть шахты переходит в горн, в котором собирается расплавленный чугун. Вся кладка закладывается в кожух из котельного железа. Кладка и кожух стоят на ледяной плите 1, покоящейся на чугунных колонках. Колосник вагранки — открытый; выше уровня колосника кожух продолжается и переходит в трубу (для отвода продуктов горения); в кожухе выше колосника делается колосниковое окно, через которое заваливается шихта. Средняя часть ледяной плиты откидная; у больших В. — эта плита с двумя створками. Ледяная — набивная. Выше уровня ледяной представляется рабочее окно 2 для доступа внутрь шахты



Фиг. 1.

(во время плавки оно заложено крышкой или дверцей 3), а на уровне ледяной — очко 4 для выпуска металла. Часто для скопа чугуна (вместо горна) устраивают отдельный от вагранки металлоприемник (фиг. 2) — передовой горн, который особенно полезен при отливке больших чугунных предметов, так как дает возможность получить более ровный по составу чугун в большом количестве. Воздух подается на некоторой высоте над ледяной вентилятором по воздухопроводу в кольцевую трубу 7 (фиг. 1), из которой через ряд отверстий 5 (фурм) поступает в шахту 6. Под фурмами

делают отверстие 8 для выпуска шлаков. Нормально топливом для В. служит литейный кокс, иногда работают на антраците или добавляют антрацит к коксу, а в В. специальной конструкции работают на пылевидном горючем (молотый камен. уголь) или на нефти.



Фиг. 2.

Переплавка чугуна в В. и сущность процесса. Вагранка новая или отремонтированная д. б. хорошо просушена. Для растопки на лекадь закладывают

дрова, загружают на них первую холостую (т. е. без чугуна) колошу кокса и разводят огонь. Удобно для растопки применять вместо дров нефтяные форсунки. Когда кокс загорится и прогреется равномерно докрасна (2—3 часа), пускают дутье. После прогрева кокса на дутье добела приступают к загрузке рабочих колош металла, флюса и кокса. Флюс, в виде известкового камня, служит для ошлаковывания золы кокса и песка, всегда попадающего в шихту (на штыках чугуна, литниках), и для предохранения чугуна от перехода в него серы из кокса. Высота холостой колоши должна быть на 500—600—750 мм выше верхней кромки фурм (меньшая высота допустима при лучшем, плотном коксе). За счет кислорода воздуха, поступающего в В. через фурмы, происходит горение в верхней части холостой колоши, и на некоторой высоте над фурмами устанавливается область наиболее высокой  $t^{\circ}$ , где и происходит плавление металла. Непосредственно у фурм углерод горючего сгорает, причем выделяется около 8130 Cal на 1 кг его. При дальнейшем движении газов через вышележащие раскаленные слои горючего происходит в присутствии углерода кокса восстановление углекислоты в окись углерода. В конечном счете, если соотноше-

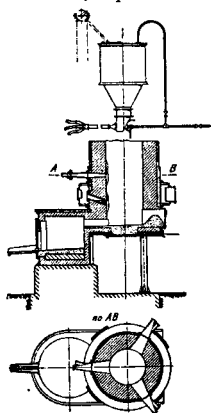
ние  $\frac{CO}{CO_2}$  в ваграночных газах велико, плавка идет не экономично. Чтобы иметь в газе возможно меньшее количество  $CO$ , количество подаваемого в В. дутья должно вполне соответствовать качеству и количеству горючего и диаметру горна. Подача свежих колош кокса в процессе плавки должна возмещать убыль кокса, сгоревшего в поясе плавления, и поддерживать последний на должной высоте. Для лучшего нагрева расплавленного металла, для уменьшения утара и перехода серы из кокса в шлак плавление металлической шихты должно начинаться на верхней границе пояса плавления, ширина (высота) которого в хорошо действующих коксовых В. нормально 150—200 мм. Расплавленный чугун каплями стекает мимо фурм и собирается в горну вагранки (или в передовом горну), откуда, когда нужно, по жолобу выпускается в ковш. Протекая мимо фурм и встречаясь с газами, содержащими свободный кислород, чугун

несколько окисляется,—происходит угар Si, Mn, Fe и C. Однако ниже фурм при соприкосновении с раскаленным горючим чугун вновь насыщается углеродом, и в нормально действующей В. с угаром углерода не приходится считаться. Угар Si выражается в 10—15% и угар Mn—в 15—20%. Угар Fe по сравнению с общим его содержанием в чугуне незначителен и при подсчетах шихты в расчет не принимается. Содержание серы в ваграночном чугуне увеличивается на 30—50% (против содержания в чугуне серы), вследствие перехода этого элемента из кокса; количество Р практически можно считать не изменяющимся.

Простейшая схема устройства ваграночной печи, описанная выше, в действительности усложнилась изменениями, которыми конструкторы и строители пытались достичь лучших результатов и в первую очередь экономии горючего. Чтобы дождечь имеющуюся в ваграночных газах окись углерода в  $CO_2$ , путем подачи в шахту добавочного воздуха, созданы конструкции В. 2—3 рядами фурм (В. системы Айрленда—с двумя рядами фурм и нек-рые другие), с фурмами, расположенными по винтовой линии (В. сист. Грейнера и Эрфа), и т. д. Для концентрации наибольшей  $t^{\circ}$  и достижения равномерности распределения дутья в области фурм суживают сечения В. в данном месте и устраивают с р е д и ю ф у р м у (В. системы Веста) или заменяют несколько фурм одной щелью для прохода воздуха (В. системы Макензи). Требования закона о недопущении в населенных местах выбрасывания искр и дыма, происходящих при работе В. с дутьем, вызвали к жизни В. системы Герберта и др. Идея утилизации тепла в продуктах горения вызвала разработку ряда конструкций для осуществления в В. подогрева воздуха. В немецких литейных появилась В. сист. Шюрмана с утилизацией тепла отходящих газов способом, подобном принятому для нагрева дутья в доменных печах. Вагранка снабжена двумя камерами, наполненными специальной насадкой из огнеупорных трубок. Через каждую из камер попеременно проходит то воздух от вентилятора, то продукты горения из шахты вагранки, богатые содержанием  $CO$ . При входе в камеру в нижней ее части содержащаяся в газах  $CO$  сгорает за счет поступающего воздуха. Поднимаясь вверх по камере, окисляемые продукты горения передают содержащуюся в них теплоту огнеупорной насадке. Воздух подается в В. вентилятором через разогретую камеру и может быть нагрет до  $800^{\circ}$ . Перемена направления воздуха и продуктов горения производится через каждые 5—10 мин. перекидкой клапанов. Часть продуктов горения, образующихся в поясе горения, проходит также через шахту В. для подогрева ее. От В. системы Шюрмана ожидается до 25% экономии на расходе кокса и меньшее насыщение металла серой (целесообразность конструкции этой вагранки и вопрос об экономичности ее еще не установлены).

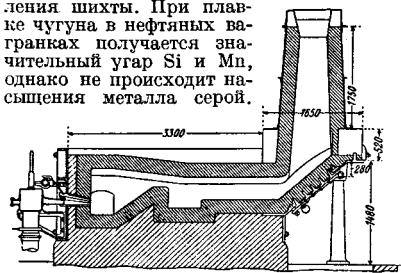
Для применения в В. пылевидного угля в качестве топлива фирма Бабкок и Вилькокс выпустила комплектное устройство

механизмов для размалывания угля и подачи пыли в шахту В., к-рое приспособлено к любой В. (фиг. 3). Угольная пыль из бункера, помещенного на некоторой высоте рядом с В., через особый питательный прибор сжатым воздухом (до 2 атм) подается равномерно в сопла, поставленные в количестве от 2 до 4 (в зависимости от величины вагранки) на высоте пояса плавления.



Фиг. 3.

Были произведены попытки частички. применения нефти в кокс. вагранках, причем нефть поступала в наиболее горячую часть шахты по трубе из бака, расположенного на некоторой высоте. Заменяя т. о. часть кокса нефтью (в случае более дешевых цен на нефть), можно получить некоторую экономию. Нефтяные В. (типа инж. Петрашевского и Савина) представляют в сущности отражательную печь (фиг. 4; размеры в мм), отапливаемую нефтью, с боковой шахтой, в которую загружается чугун. Дымход обыкновенно прямоугольного сечения. Шахта заполняется чугуном с добавкой дров или кокса (последнего 2—3% от веса чугуна) в целях предохранения металла от окисления кислородом, содержащимся в продуктах горения, а также для разрыхления шихты. При плавке чугуна в нефтяных вагранках получается значительный угар Si и Mn, однако не происходит насыщения металла серой.



Фиг. 4.

Количество топлива на плавку (кокс. колаша) должно быть достаточным для расплавления и перегрева чугуна, образования жидких шлаков и для возмещения различного рода потерь тепла, происходящих во время плавки, например от неполного сгорания С в СО, уноса тепла продуктами горения через колошник, лучиспускания и т. д. Для расплавления 100 кг чугуна и нагрева его до 1350° необходимо:

$$[0,18 \cdot 1200 + 0,25 (1350 - 1200) + 23] \cdot 100 \approx 27650 \text{ Cal,}$$

где 0,18—теплоемкость чугуна до темп-ры 1200°, 0,25—теплоемкость жидкого чугуна,

23—скрытая теплота плавления чугуна в Cal. Вышеуказанные статьи расхода тепла на 100 кг чугуна выражаются приблизительно в следующих цифрах (в Cal):

Плавление и образование шлаков . . . . .	4985
Тепло продуктов горения (потери через колошник) . . . . .	8000
Потери от неполноты горения . . . . .	14000
Потери через стенки в атмосферу . . . . .	3000
Всего . . . . .	29985

Т. о. из топлива д. б. получено 27650 + 29985 ≈ 58000 Cal. При теплопроизводительности кокса среднего качества в 6500 Cal, расход его д. б. не менее 58000 : 6500 = 8,93 кг (~9%); при хорошем коксе расход на плавку понижается до 8%. С другой стороны, величина коксовой колоши определяется высотой (шириной) пояса плавления, так как наимыгоднейшей в отношении хода процесса высота его должна быть в пределах от 150 до 200 мм; принимая, что 1 кг кокса занимает объем 0,0016—0,0025 м³, имеем соотношение между весом К коксовой колоши и поперечным сечением вагранки:

$$K = \frac{\pi d^2}{4} \cdot \frac{0,200}{0,002} = \frac{\pi d^2}{4} \cdot 100,$$

т. е. что на 1 м² сечения В. вес коксовой колоши К ≈ 100 кг. Количество воздуха при плавке на коксе, на основании расчета и изучения работы нормально действующей В., должно быть в пределах 100—120 м³ в 1 м. на 1 м² сечения В. Количество воздуха, подаваемого вентилятором, на 20—25% больше вследствие потерь в воздухопроводе. Давление дутья рассчитывается в соответствии с диаметром вагранки: чем последний больше, тем выше д. б. давление для того чтобы дутье равномернее распространялось и проникало по всему сечению шахты. Для определения давления дутья может служить ф-ла  $p \approx 64 \sqrt{W}$ , где p—давление дутья в мм вод. ст., а W—количество воздуха в м³ в минуту; принимая подачу воздуха в количестве 100 м³ в минуту на 1 м², получим

$$p \approx 64 \sqrt{100 \cdot \frac{\pi d^2}{4}}$$

Для измерения упругости дутья (статич. давления) к воздухораспределительной коробке присоединяют воздухомер (манометр). В простейшем виде воздухомер состоит из изогнутой в виде колена стеклянной трубки, прикрепленной к доске, на к-рой нанесена шкала с делениями на мм и см. Для измерения количества воздуха надлежит определить динамическ. давление, представляющее разность между полным давлением и статич. давлением в воздухопроводе. Динамическое давление измеряется трубками Пито, трубками Вентури, трубчатыми и диафрагмовыми тягомерами. Вес колош (загрузку) чугуна д. б. взят в соответствии с правилом рассчитанной колошей горючего; практически при плавке на коксе вес чугунной колоши обычно равен от 1/10 до 1/18 часовой производительности В. Как правило, тяжелые коксовые и чугунные колоши вредно влияют на ход плавки благодаря образованию высоких слоев шихты. При плавке на антраците вес чугунных колош принимается равным 1/4—1/3 часовой производительности В.

Производительность В. Под производительностью В. подразумевают количество чугуна, выплавляемого в течение одного часа. Производительность В., определяемая ее диаметром, зависит от упругости и количества дутья, качества горючего и его относительного расхода. При нормальной колоше кокса с уменьшением вдуваемого воздуха не только уменьшается производительность вагранки, но и понижается  $t^{\circ}$  чугуна и шлака. Также, при нормальном количестве дутья, с увеличением коксовой колоши уменьшается производительность В., но  $t^{\circ}$  чугуна и шлака повышается.

Расчет, конструкция и данные для построения В. На основании многолетнего опыта и попыток выработать наиболее правильный вид хода процесса профиль шахты В. надо считать, что цилиндрич. форма при одинаковом диаметре шахты по всей ее высоте является наилучшей. Диаметр вагранки определяется из размера нормальных колеш топлива на плавку, или, точнее говоря, из условия правильной толщины колеш. Если  $Q$  — часовая производительность В. в кг,  $n$  — число колеш чугуна в 1 ч.,  $A$  — количество кокса, требуемого на проплавку 1 кг чугуна, и  $\alpha$  — объемный вес кокса, то получим объем коксовой колоши равным  $\frac{A \cdot Q}{n \cdot \alpha}$ ; тот же объем очевидно будет

равен  $\frac{\pi d^2}{4} m$ , где  $d$  — внутренний диам. шахты и  $m$  — нормальная толщина слоя занимаемого в В. коксовой колошей; так. обр.

$$d = \sqrt{\frac{4}{\pi} \frac{Q \cdot A}{m \cdot n \cdot \alpha}}$$

Произведение  $m \cdot n \cdot \alpha$  на площадь сечения В.  $\frac{\pi d^2}{4}$  есть очевидно вес кокса, расходуемого в 1 ч. Согласно предыдущему этот вес равен 8—10% от веса проплавленного чугуна. Принимая на основании работы существующих В., что в 1 час на 1 м<sup>2</sup> сечения вагранки расплавляется в среднем ок. 10 000 кг чугуна, получим:  $m \cdot n \cdot \alpha = 1$  равным от 10 000 · 0,09 до 10 000 · 0,1 = от 900 до 1 000, следовательно

$$d \approx \sqrt{\frac{4}{\pi} \frac{Q \cdot A}{900}}$$

Сечение глаза всех фурм д. б. взято в соответствии с физическими и пирометрическими свойствами горючего, на к-ром предположена работа. На основании практики работы нормально действующих коксовых В. площадь фурм для них делают равной  $\frac{1}{8} \div \frac{1}{10}$  площади поперечного сечения В. В существующих В. встречаются фурмы круглого, овального и чаще всего прямоугольного сечения. Для равномерного распределения вдуваемого воздуха по всему сечению В. рекомендуется ставить фурмы, расширяющиеся внутрь В. в горизонтальном направлении (по окружности), оставляя между фурмами толщину (просенок) футеровки в 120—150 мм. Практически количество фурм при одном ряде их колеблется от 2 до 8 в зависимости от диаметра вагранки. Высота фурм над лещадью должна быть возможно меньше для лучшего прогресса горна (лещадь) и в целях экономии горючего на холостой колоше. При слишком высоко расположенных фурмах выпускаемый чугун получается

недостаточно горячий, т. к. во время самой плавки горения топлива в горне не происходит, и нужная  $t^{\circ}$  горна может поддерживаться только за счет теплоты расплавленного чугуна и через теплопередачу от горячей зоны, образующейся выше фурм. В вагранке без передового горна высота над лещадью до фурм определяется максимальным количеством чугуна, которое желательно получить в одном выпуске из В., и слоем шлаков, всегда плавающих на поверхности чугуна, но не выше, чем на  $\frac{1}{4}$  диаметра В. В с передовым горном фурмы располагают на высоте 150—400 мм от лещадь, причем, если желательно сохранить поск науглероживания чугуна, высоту фурм делают близкой к высшему из указанных пределов. В вагранке с двумя рядами фурм верхний ряд обычно устраивают на высоте 400—450 мм над нижним. Заметим, что второй ряд фурм ускоряет несколько плавку чугуна, но экономии в топливе не дает и увеличивает расход на ремонт футеровки шахты. Высота шахты над фурмами коксовых В. может быть рассчитана в м по формуле:

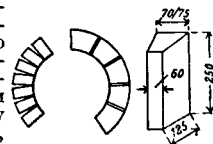
$$H_s = 2,25 + 2,60 D^2,$$

где  $D$  — диаметр В. в м. Буцек дает для полной высоты ( $H$ ) В. от подовой плиты до края загрузочного окна формулу (в м):

$$H = 0,006 d + 0,32 \sqrt{d}$$

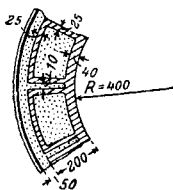
где  $d$  берется в мм. Вообще высота шахты должна соответствовать физич. свойствам и размерам кусков горючего. При определении высоты шахты соответственно ее диаметру должна быть принята во внимание необходимость иметь правильный сход колеш и предостеречь возможное зависание шахты (зависание легко случается в вагранках малого диаметра, но чрезмерно высоко). Высота шахты должна быть достаточной, чтобы теплота отходящих продуктов горения в наибольшей степени утилизировалась на подогрев опускающейся вниз шахты;  $t^{\circ}$  отходящих газов должна быть 150—200°.

Шахта В. Кожух вагранки склепывают из листового железа толщиной 6—12 мм; для больших В. железо берут более толстое. Кладку В. делают из огнеупорного материала, чаще всего из шамотного кирпича. Во избежание напряжений в кожухе от расширения кладки во время разогрева вагранки кирпичи укладываются с зазором в 20—40 мм, между кожухом и кладкой, зазор выполняют обыкновенно рыхл. податливым материалом, например кварцевым песком, шлаковым мусором и др. На фиг. 5 (размеры даны в мм) показаны кирпичи различного профиля, применяемые для футеровки и различных способов кладки и футеровки. Кладку вагранки можно делать также набивную из огнеупорной массы при помощи шаблона, вращающегося около шпинделя, укрепленного на оси В., или, еще лучше, короткого барабана-шаблона, передвигаемого вверх по шахте по мере выполнения набойки. Верхнюю часть вагранки



Фиг. 5.

около загрузочного окна рекомендуется выкладывать литыми чугунными кирпичами (фиг. 6) в целях предохранения верхней части шахты от разрушения при завалке шихты. Вагранки диаметром 500 мм и меньше для удобства ремонта делают составными из отдельных колец, а часто и эти последние разнимаются по образующей, как показано на фиг. 7. В помещенной



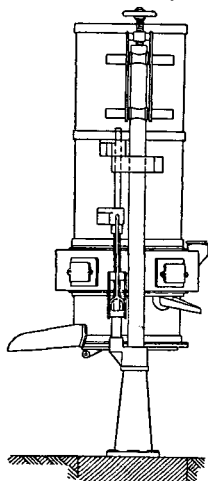
Фиг. 6.

ниже таблице указаны толщины футеровки, рекомендуемые при различных диаметрах вагранки.

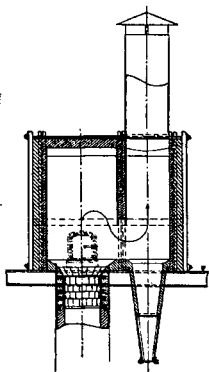
Толщина футеровки при различных диаметрах вагранки.

Внутр. $\varnothing$ В. в мм	500	700	800	1 000	1 500	2 000	3 000
Толщина футер. в мм	150	150	200	200	250	275	320

Труба (из листового 5—8-мм железа), прокладываемая шахту и колошник, д. б. достаточно высока во избежание выбрасывания искр. Изнутри трубу футеруют кирпичами толщиной 120—150 мм. Целесообразно вагранки снабжать искроуловительными камерами или специальными приспособлениями, служащими для предупреждения вылета искр; эти устройства основываются чаще всего (фиг. 8) на замедлении скорости движения газов (принужденным крутым по-



Фиг. 7.

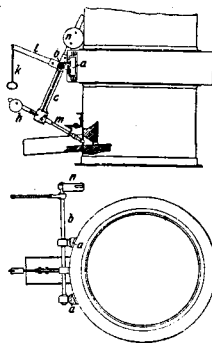


Фиг. 8.

воротом их) или на гашении искр и пламени водой. Сечение искроуловительной камеры

делают в 3,5—5  $d$ , а высоту ее в 2,25—2,5  $d$ , где  $d$ —диам. шахты В. Размеры колонникового отверстия для загрузки шихты обычно колеблются от 600×800 мм до 950×1 200 мм; эти размеры  $d$ . б. взяты в зависимости от способа загрузки вагранки.

Отверстие в кладке для выпуска чугуна оставляют с диам. 60—100 мм. Самое очко, через которое вытекает расплавленный чугун, делают диам. 20—30 мм в зависимости от производительности В. Во время растопки и в начале задувки отверстие для выпуска чугуна оставляют открытым; во время плавки его заделывают глиняной пробкой. Можно рекомендовать применение механич. приспособления для закуривания выпускного очка при частых выпусках чугуна (механизированная работа заделки); т. о. предотвращается возможность забрызгивания чугуна и ожогов. На фиг. 9 показано оправдан-

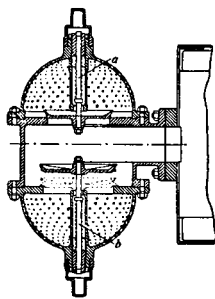


Фиг. 9.

нее себя на практике приспособление, к-рое пригодно для всякой вагранки. Оно приводится в действие с помощью рукоятки  $k$ , насаженной на рычаг  $l$ , заклиненный на валу  $b$ ; последний вращается в двух подшипниках  $a$ , прикрепленных к шахте В. На том же валу  $b$  прочно заклинен рычаг  $c$ , имеющий на другом конце головку, несущую стержень  $m$ , который собственно и служит для закуривания очка; груз  $h$  служит для увеличения силы нажима. Для предупреждения падения механизма при открывании очка (благодаря собственному весу) на валу  $b$  насажен рычаг с противовесом  $n$ .

Высота выпускного отверстия над полом литейной (к-рой определяется также высота жолоба) берется в зависимости от высоты ковшеи. По данным практики, при небольших ручных ковшах  $h=0,45-0,50$  м, при ручных и небольших ухватных ковшах  $h=0,65-0,75$  м. При краповых ковшах в зависимости от их размеров  $h=0,9-1,6$  м. В том случае, когда крупными краповыми ковшами пользуются лишь изредка, рекомендуется под жолобами устраивать прижимок. Отводной жолоб (чаще железный) приклепывается к кожуху, реже подвешивается. Уклон жолоба должен соответствовать уклону лещади В. и быть равномерным. Длинные жолоба рекомендуются подпирать снизу. Перед каждой плавкой жолоб необходимо заново обмазать глиной. Во избежание взрывов, к-рые иногда происходят в воздухопроводе вследствие того, что во время остановки вентилятора окись углерода проходит через фурмы и воздухопровод вылить до вентилятора, при В. рекомендуется устраивать предохранительные клапаны, так как, иначе, получившаяся сильно взрывчатая смесь из окиси углерода и воздуха при возобновлении дутья быстро,

со взрывом, воспламеняется и причиняет большие разрушения. На фиг. 10 представлен т. н. двойной предохранительный клапан, состоящий из коробки, прикрепленной вместе с сеточной прокладкой к воздушной кольцевой коробке. Пружина нижнего клапана *b* выбирается с таким расчетом, чтобы клапан



Фиг. 10.

опускался книзу при давлении ок. 200 мм вод. столба в воздухопроводе. При остановке дутья очевидно клапан должен придоняться, и воздух извне будет проникать в шахту вагранки, благодаря чему вытекание окиси углерода не будет иметь места и следовательно устранится опасность взрыва. Практически при отсутствии предохранительных клапанов, немедленно по остано-

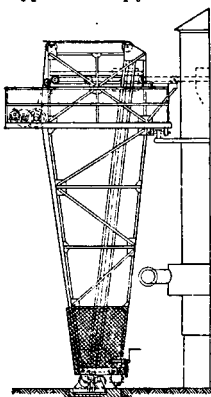
вке дутья, открываются фурменные газы и делки. Пружина верхнего клапана *a* рассчитана на наибольшее давление, на которое предполагается работа *B*, и открывается в момент повышения давления в воздухопроводе, что случается при зашлаковании фурм. Шихтовые материалы подаются на колошниковую площадку подъемниками различной конструкции и загружаются в *B* через колошниковое окно. Колошниковая площадка-помощь расположена на уровне загрузочного окна вокруг *B*; на ней размещают все составные части шихты. Самая загрузка шихты в вагранку может производиться как вручную, так и каким-либо механическим способом. В немецких литейных весьма распространены автоматич. наклонные подъемники, при которых завалка шихты в шахту *B* происходит автоматически через боковые воронки, прикрепленные к кожуху на уровне загрузочного окна и применение физической мускульной силы рабочего сводится к минимуму. Однако, несмотря на значительное распространение этого способа загрузки, его нельзя признать вполне рациональным, ибо при боковой завалке в шахту материалов происходит неравномерный (косой) сход колош, и плавка может распространиться со всеми вытекающими из этого последствиями. Гораздо удобнее загрузочное устройство, допускающее подачу шихты по оси *B*. (Фиг. 11).

Данные о самых разнообразных устройствах для вагранки имеются в большом

количестве в современной литературе по вопросам литейного дела.

Лит.: Кнаббе В. С., Чугунолитейное дело, т. 1, СПб, 1900; его же, Литейное дело, СПб, 1900; Чернов Д. К., Литейное дело, СПб, 1901 (литогр.); Евангулов М. Г., Технология металлов, Литейное дело, М.—Л., 1925; Керн Э., Вагранка, СПб, 1908; Гавриленко А. П., Литейное дело, 3 изд., Москва, 1925; Нütte, Справочная книга для металлургов, пер. с 3-его издания, М.—Л., 1927; Нütte—производственный. Справ. по технике производства и т. д., т. 3, пер. с нем., М., 1926; Ледобур А., Чугуно- и сталелитейное дело, пер. с нем., СПб, 1902; Geiger C., Handbuch der Eisen- und Stahlgesserei, B. 2, 2 Aufl., B., 1927; Оганов В., Lehrbuch d. Eisen- u. Stahlgesserei, 5 Aufl., Lpz., 1922; Jrgesberger C., Kuppelofenbetrieb, 2 Aufl., B., 1922; Stadtmüller H., Die Schmelzöfen d. Eisen-, Stahl- u. Metallgesserei, 2 Aufl., Karlsruhe, 1922; Mehrtens J., Deutsches Gesserei-Taschenbuch, München, 1924; Deutsches Gesserei-Taschenbuch, verl. Oldenbourg, München—B., 1927. Н. Соколов.

**Техника безопасности.** Основной причиной опасности является СО—угарный газ, развивающийся в процессе работы вагранки. Во избежание проникания СО в помещенные литейной кожух *B* должен иметь плотные швы, состояние которых должно проверяться не реже двух раз в год. Наибольшей опасности подвергается рабочий персонал, работающий на колошниковой площадке. В этом месте необходимо иметь вентиляционное устройство, обеспечивающее быстрое удаление выделяющихся из загрузочного отверстия газов. Наиболее радикальной мерой улучшения условий труда является механизация загрузки *B*. При перерывах дутья СО может образовать взрывчатую смесь с воздухом, в виду чего на концах воздухопроводов надлежит ставить запорные задвижки; между *B* и воздухоподводами д. б. устроена сигнализация. Однако самым надежным устройством для предупреждения взрывов являются специальные клапаны. Выпуск из вагранки чугуна сопровождается каждый раз обильным выделением газов и искр. Для устранения опасности необходимо устроить над местом выпуска вытяжную колпак, а спускной желоб на возможно большей длине должен быть закрытым. Провивание очка является операцией, требующей большой ловкости и сопряженной с опасностью, в виду чего весьма желательна механизация этой работы. Важным условием безопасности является правильный поток рабочих при разборе металла из вагранки: порожние ковши должны подаваться по одному направлению, а наполненные—разноситься по другому. При неисправности футеровки может раскаливаться железный кожух *B*. Чтобы не прерывать плавки, нередко поливают кожух водой. Операция эта неоднократно приводила к взрывам от попадания расплавленного чугуна или шлаков на мокрую землю, с тяжелыми последствиями для работающих, в виду чего она безусловно не должна допускаться. Очень вредную и опасную операцию представляет выпуск шлаков из *B* по окончании плавки (ушибы и ожоги при открывании дна, выделение газов и пара при поливании шлаков водой). Необходимо устройство соответствующих приспособлений, облегчающих эту работу (крючья, зубила, козлы); еще лучше устраивать под *B* погреб-приемники для шлаков. При производстве ремонта футеровки *B* на рабочем может упасть сверху какой-нибудь предмет.



Фиг. 11.



Во избежание этого необходимо ставить ограждение в виде например складной сетки на шарнирах, устанавливаемой на уровне загрузочного отверстия, или конич. железного зонта, подвешиваемого над рабочим. Меры безопасности при работе на В. предусмотрены правилами НКТ СССР для чугулитейного производства, утвержденными 13/V 1926 г.

Лит.: Евангулов М. Г., Литейное дело, М., 1928; Каган Э. М., Труд в литейных, Харьков, 1925; Холмогоров И. М., Литейное дело, «Охрана жизни и здоровья рабочих в промышленности», ч. 2, вып. 1, II, 1914; Alexander M. W., Safety in the Foundry, Chicago, 1915. П. Сивов.

**ВАД**, марганцовый минерал, точнее — смесь минералов, представляющая продукт распада окисленных марганцовых и других минералов. Физич. и химич. свойства вад изменчивы. Вад аморфен, имеет вид иногда землистый, а иногда сплошной — примазки, в натечных формах с криво-скорлуповатой отдельностью. Излом иногда раковинистый или ровный, иногда тонкоземлистый. Мягко, марают руки, тв. 0,5–3 (иногда доходит до 6). Уд. вес 2,3–3,7 (даже до 4,26). Блеск полуметаллический, слабый, иногда даже до матовости; в черте блестит; непрозрачен; цвет печеночно-бурый, черновато-бурый — до буровато-черного. По химическому составу представляет смесь разных окислов марганца, особенно перекиси и закиси с содержанием воды 10–15%. В закиси марганца Mn может замещаться Ва, Са, К. К В. причисляют также черные дендриты на стенках трещин плотных известняков, марганцовую пену (содержащую от 38 до 82%  $MnO_2$ , 5,21%  $H_2O$ , от 0 до 52%  $Fe_2O_3$ ) и гроуалит (с 17%  $Mn_2O_3$ ). Медно-марганцовую руду — лампадит, содержащий 4–18% окиси меди, и кобальто-медно-марганцовую руду — асблан (продукт разрушения кобальтовых руд), содержащий  $CoO$ ,  $SiO_2$ ,  $MnO_2$  и другие марганцовые минералы, тоже относят иногда к ваду, поскольку ими загрязняются продукты разрушения широзинита, полианита, псиломелана и других окисленных марганцевых минералов. Неопределенность состава делает вад рудой низкого качества, а в некоторых случаях и совершенно непригодным материалом, когда технологический процесс не терпит присутствия даже следов меди или кобальта (например в стекловом и элементном производствах; такие сорта В. известны под названием «химическая руда»). В. можно применять также в металлургии. В. встречается в месторождениях: Чигатурском, Хоцеватском, на Липовой Горе Нижне-Тагильского района, на Воронцовском, Гаревском и Песчанском рудниках Богословского района и на Бисерской даче.

Лит.: Серр А. Ю., Марганец, «Обзор минеральных ресурсов СССР», Ленинград, 1927, 24 (имеется библиография). П. Фроленский Я.

**ВАЗЕЛИН** (*Adeps mineralis*, минеральный жир) готовится из нефти (в США часто носит название «петролатум»); мазеподобная масса, не имеющая ни вкуса ни запаха (иногда имеет слабый запах керосина), цвет от желтоватого через красный даже до черного — при неполной очистке и белый — при полной. В. плавится при  $t^{\circ}$  30–47°, смотря по целям применения; при плавлении образуется прозрачная маслообразная жидкость,

к-рая при дальнейшем нагревании начинает кипеть (190–200°) и перегоняется в пределах 250–300°, разлагаясь при этом на более летучие продукты. Уд. в. различен в зависимости от метода получения или происхождения исходного материала и колеблется между 0,83 и 0,88. В. химически нейтрален, не дает мыла со щелочами, не горькнет, что является большим его преимуществом по сравнению с растительными и животными жирами; В. не растворяется в воде и глицерине, мало растворим в безводном спирте, больше — в эфире и вполне растворим (при нагревании до  $t^{\circ}$  плавления) в бензоле, хлороформе, сероуглероде, нефтяных, эфирных и жирных маслах; при сплавлении с жирами и восками также растворяется вполне во всяких соотношениях. Едкие щелочи не действуют на В. ни при обыкновенной ни при высокой  $t^{\circ}$ ; этим В. отличается от органич. жиров, благодаря чему малейшая примесь их в В. может быть обнаружена. Бром и иод растворяются в В. уже при обыкновенной  $t^{\circ}$ , сера — при нагревании до 120–130°. В. представляет собой смесь жидких и твердых высокомолекулярных углеводородов; например америк. В. содержит жирные углеводороды состава от  $C_{12}H_{26}$  до  $C_{30}H_{62}$ .

Способы получения В. из нефти. Для получения В. из легкой пенсильванской (парафинистой) нефти ее подвергают перегонке, пока остаток нефти не достигнет нужного уд. в. 0,865–0,875; после этого его фильтруют в горячем состоянии с целью очистки через отбельные земли (фуллерова земля, флоридин и т. п.), которые адсорбируют смолы и окрашивающие вещества. Цвет полученного В. зависит от % примененной земли. Для получения В. из тяжелых парафинистых нефтей (галицийская, грозненская) последние подвергают перегонке с перегретым водяным паром до удаления бензина и керосина, а также и масляных погонов; получается ок. 25–30% (от веса сырой нефти) «тяжелых нефтяных остатков», дающих при обработке серной к-той и едкой щелочью В. Для очистки последнего применяются два метода: 1) после удаления из «тяжелых остатков» всех более летучих составных частей остаток растворяют в бензине, и раствор подвергают обычной очистке действием серной к-ты и затем едкого натра, после чего бензин удаляют отгонкой с водяным паром; при этом методе выход В. от сырой нефти составляет около 10%; 2) иногда очистку вазелина ведут без растворения в бензине; в этом случае значительно затрудняется оседание кислого гудрона и промывается едким натром, а в вазелине остается от 0,1 до 0,3% сернокислого натрия. Этим способом в Грозном получают черный технический вазелин.

В последнее время в США очень распространялся способ получения В. (петролатум) из парафиносодержащих дистиллатов цинкндрового масла. Для этого нагретый до 40–45° дистиллат растворяют в 2–3 ч. нагретой до той же  $t^{\circ}$  нефти (промежуточной между бензином и керосином продукт) и медленно охлаждают до 15–20°. При этом заключающийся в дистиллате парафин выделяется в мелкокристаллич., почти аморфном

состоянии и медленно оседает на дно резервуара. Для оседания требуется ок. 2 суток, после чего раствор дистиллата в нефти сливают с осевшего слоя. Затем нижний слой отделяют, подвергают очистке отбелными землями, спускают в перегонный куб, где отгоняют нефть. В остатке получается петролатум. Такой же обработке подвергают и верхний слой, дающий в результате хорошее цилиндровое масло с низкой  $t^{\circ}$  застывания.

Искусственный В. готовится путем сплавления 1 ч. церезина (горный воск) с 4—8 ч. (в зависимости от  $t^{\circ}$  плавления церезина) «жидкого парафина» или легкого смазочного масла. Такой В. готовят в Германии, Австрии, СССР и других странах. Первые искусственный В. был предложен фирмой Chesebrough Company в Нью-Йорке в 1815 году и в настоящее время пользуется широким распространением. В. применяется в фармации и технике для всякого рода масел, помад и косметики, в качестве смазки для машин (в масленках Штауфера и др.), для предохранения металлов, особенно железа и меди от ржавления. Различают белый, желтый и черный В., отличающиеся между собой по степени очистки. Белый В. употребляется почти исключительно в фармации для масел, желтый—в фармации и технике—для производства разного рода паст, для чистки посуды, также для смазки машин, оружия и т. д. Употребляемый для медицинских целей В. должен иметь  $t^{\circ}$  каплепадения около  $37^{\circ}$ , т. е.  $t^{\circ}$  человеческого тела. Черный В. употребляется для предохранения от ржавления цепей, стальных канатов, грубых металлческих частей машин.

Испытание В. Главным меридом, служащим для оценки В., является  $t^{\circ}$  каплепадения, неправильно называемая  $t^{\circ}$  плавления. Она определяется по методу Убеллоде. В остальном В. оценивается по внешним признакам. Хороший В. должен быть совершенно однородным, свободным от зерен и комков, легко тянуться в нить. Чем длиннее нить, тем лучше считается В. Искусственный В. нитей не дает. При хранении даже при  $t^{\circ}$ , близкой к  $t^{\circ}$  каплепадения, вазелин не должен расслаиваться и выделять из себя масло. Искусственный В. не выдерживает этой пробы. Расплавленный естественный В. по охлаждению принимает прежнюю консистенцию, искусственный становится заметно кристаллическим и после перемешивания довольно скоро выделяет масло. Хороший естественный белый и даже желтый В. должен быть просвечивающим, а в тонком слое даже прозрачным; искусственный В. остается мутноватым. Естественный желтый В. флуоресцирует, обычно в зеленом; естественный белый В. опалесцирует. Искусственный В. этим свойством не обладает.

В СССР, несмотря на большую добычу парафинистых нефтей, грозненской и сураханской, вырабатывается только черный (собственно—темнокоричневый) В. в Грозном; белый же В. готовится искусственный.

Лит.: см. Вазелиновое масло.

**ВАЗЕЛИНОВОЕ МАСЛО**, по химич. составу представляет собой смесь углеводородов; добывается из нефтяных остатков. При перегонке последних с перегретым паром со-

бирают погон уд. в. 0,875—0,910, очищают его обработкой серной кислотой и раствором едкого натра, обезцвечивают настаиванием с костяным углем или безводной глиной, а затем вымораживанием отделяют от примеси твердого парафина. Наиболее пригодны для добывания В. м. продукты бакинской нефти. В. м.—бесцветная прозрачная жидкость, без запаха и вкуса, уд. в. 0,875—0,880,  $t^{\circ}$  кип. около  $360^{\circ}$ ; оно нерастворимо в воде и спирте, но растворяется в эфире, бензине и прочих органических растворителях; легко сплавляется с воском, стеарином и жирами, не горюкнет и не изменяется от действия щелочей и кислот. В. м. применяется для приготовления различных масел и как смазочное масло.

Лит.: Менделеев Д. И., Вазелин, Энцикл. слов. Брокгауза и Ефрона, СПб, 1891; Велд А. В., Америк. методы переработки нефти, М.—Л., 1925; Гурвич Л. Г., Научные основы переработки нефти, М.—Л., 1925. А. Берингов.

**ВАЗОГЕН** жидкий, вазолимент, мазеобразная основа, в которой растворяются медикаменты, как то: иод, хинин, камфора и др. В. готовится (по государственной фармакопее СССР) из олеоливой к-ты (30 ч.), спиртового раствора аммиака (10 ч.) и желтого вазелинового масла (60 ч.).

**ВАЙДА-КРАСНА**, растворимый в воде растительный экстракт, применяющийся для крашения тканей в синий цвет и извлекаемый вываркой из измельченного растения вайды. Выпарка жидкого экстракта дает твердый экстракт, поступающий в продажу в виде таблеток в деревянных ящиках. В настоящее время В.-к. продается почти исключительно неэкстрагированная в виде лепешек и шаров величиною с кулак, темного сине-зеленого или желтоватого цвета, представляющих протертые перебродившие листья вайды-травы (см.). Лучший сорт В.-к. идет из Франции и назыв. пастелью. В.-к. представляет индиго или синий индиго (см.). В растении оно содержится, как полагают, либо в виде глюкозида индикана, расщепляющегося в бучильных на индиго и декстрозу под действием содержащегося в листьях энзима, либо в виде индоксила, либо наконец в виде какого-нибудь другого лейкосоединения. В.-к. была известна в Европе у бритов во времена Цезаря (в частности для раскрашивания тела) и весьма распространена в средние века и позже, но с 16 века постепенно вытеснялась индиго тропических растений рода *Indigofera*, которое с 1896 г. в свою очередь стало вытесняться синтетич. синим индиго из продуктов каменноугольного дегтя. В настоящее время В.-к. имеет весьма ограниченное применение для так назыв. вайдовых кубов (10 ч. индиго или 40 ч. 20%-ной индиговой пасты, 200 ч. вайды, 8 ч. извести, отрубй, крапп, сахарный сироп, вода); товар красится в железном ящике при  $50^{\circ}$ .

**ВАЙДА-ТРАВА**, красильное травянистое растение, *Isatis tinctoria*, или *I. lusitanica*, семейства крестоцветных (другие названия В.-т.: фарбовник, крутик, немецкое индиго, синиль, синило, синячник, синельник). Имеет крупные метелки желтых цветов и крупные, до 1 см, узкие трехгранные плодики. Распространено в Азии, в южной и средней

Европе. В.-т. дает синюю *вайду-краску* (см.). Вследствие некоторого, хотя и незначительного, содержания индиготина *вайда-трава* культивировалась в огромном количестве в З. Европе—во Франции, в Тюрингии, Лаузице и в Бранденбурге. Листья В.-т. срезают несколько раз в лето, провяливают на солнце и по измельчению подвергают брожению в кучах. В продажу поступают пресованные или подсушенные шарообразные комья перебродившей массы.

**ВАКУУМ**, разреженное состояние газа. При обычных условиях (760 мм давления ртутного столба и  $t^{\circ}=0^{\circ}$ ) в 1 см<sup>3</sup> газа находится  $3 \cdot 10^{19}$  молекул. В лучшем, достижимом современными средствами В. давление газа достигает  $10^{-9}$ — $10^{-10}$  мм ртутного столба, или около  $10^{-11}$  Атм. Так как число молекул пропорционально давлению, то оно при этих условиях равно  $3 \cdot 10^{19} \cdot 10^{-11} = 3 \cdot 10^8$ , т. е. в лучшем вакууме имеется все-таки огромное число молекул (100 млн. на 1 см<sup>3</sup>). Однако разного рода физические явления в газе определяются не столько числом молекул, сколько средней свободной длиной пути  $\lambda$ , т. е. тем средним путем, который каждая молекула пролетает между двумя соседними столкновениями. Величина эта при атмосферном давлении для разных газов разная, но в общем имеет значение ок.  $10^{-7}$  см. При уменьшении давления газа  $\lambda$  меняется обратно пропорционально  $p$ , так что при давлении в  $10^{-11}$  Атм она имеет значение  $10^8$  см, т. е. 10 км. При наличии такого В. в сосуде с линейными размерами в 20—30 см, молекулы, в нем находящиеся, практически никогда не будут сталкиваться между собой, но будут лишь ударяться о стенки прибора. В соответствии с этим все свойства В. резко отличаются от свойств плотных газов. В физике принято называть вакуумом именно такие разрежения, когда  $\lambda$  имеет величину большую, чем размеры прибора, т. е.  $\lambda > 10$ —30 см, что отвечает давлениям  $p < 10^{-3}$ — $10^{-4}$  мм ртутного столба.

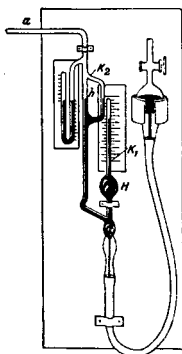
Для уяснения дальнейшего необходимо остановиться на характеристике некоторых свойств В. Внутреннее трение (см. *Вязкость*) газа, как известно, обусловлено передачей количества движения молекулами быстрых слоев молекул,двигающимися более медленно. Коэф-т внутреннего трения  $\mu = \frac{1}{3} \rho v \lambda$ , где  $\rho$ —плотность газа, а  $\lambda$ —свободная длина пути; т. к.  $\rho$  пропорционально, а  $\lambda$  обратно пропорционально давлению газа, то  $\mu$  не зависит от давления. В В. условия совершенно меняются: молекулы между собой не сталкиваются, и трение обуславливается передачей количества движения непосредственно стенке; трение, так сказать, перестает быть внутренним и становится внешним. При этом трение разреженного газа конечно делается пропорциональным числу ударов молекул о стенку, т. е. падает при уменьшении давления. То же относится к теплопроводности. Если между двумя параллельными плоскостями с разными температурами  $T_1$  и  $T_2$  находится плотный газ, то внутри газа происходит прямолинейное падение темп-ры вследствие того, что передача тепла идет через столкновения между молекулами. В В., где столкновений между

молекулами нет, передача тепла идет так: молекула, сталкиваясь с горячей стенкой, приобретает энергию молекулы стенки; отразившись, она ударяется о холодную стенку, передает ей избыток энергии и, отражаясь снова, имеет уже энергию, отвечающую молекуле холодной стенки. Т. о. здесь нельзя говорить о градиенте  $t^{\circ}$  внутри газа. Теплопроводность плотного газа, как и внутреннее трение, не зависит от давления; теплопроводность же В., конечно, пропорциональна давлению. Для характеристики различия в свойствах В. и плотных газов можно привести еще пример: в сосуде, разделенном на две части перегородкой с отверстием (причем температура стенок одной части будет  $T_1$ , а другой  $T_2$ ), в случае плотных газов давление газа в обеих частях одинаково. Трактовать вакуум как сжимаемую жидкость нельзя; стационарное состояние здесь определится из условия, что числа молекул, пролетающих через отверстие в ту и другую сторону за единицу времени, д. б. равны друг другу. Число молекул, летящих из более горячей части в холодную ( $T_1 > T_2$ ), будет пропорционально  $n_1 u_1$ , где  $n_1$ —число молекул в единице объема первой части сосуда, а  $u_1$ —их скорость. Соответственно в другую сторону будет летать  $n_2 u_2$  молекул. Условие равновесия:  $n_1 u_1 = n_2 u_2$ , а так как  $n$  пропорционально плотности газа, а плотность пропорциональна давлению  $p$ , деленному на абсолютную температуру  $T$ , то  $\frac{p_1}{T_1} u_1 = \frac{p_2}{T_2} u_2$ . Скорости молекул, как известно, пропорциональны  $\sqrt{T}$ , отсюда имеем  $\frac{p_1}{T_1} = \frac{p_2}{T_2}$ . Таково условие равновесия в

В. вместо условия  $p_1 = p_2$  в плотных газах.

Эти особые свойства В. позволяют сконструировать ряд манометров, к-рыми можно измерять давление газа в В. Из них основным прибором для измерения давления является манометр Мак-Лауда. Прибор (фиг. 1) состоит из закрытого капилляра  $K_1$ , соединенного с баллоном. Действие его заключается в следующем. Из прибора, давление в котором необходимо измерить, газ поступает через трубку  $a$  в сосуд  $H$ . Поднятием груши со ртутью пространство  $H$  выключается от остальной установки, и газ в ней дальнейшим поднятием ртути сжимается до того, что весь возвращается в капилляр  $K_1$ .

Если разность уровней ртути в капилляре  $K_1$  и капилляре  $K_2$ , соединенном всегда с прибором, равна  $h$ , то давление в приборе легко м. б. вычислено по закону Бойля-Мариотта  $p = \frac{h \cdot v}{V}$ , где  $v$ —объем сжатого воздуха в капилляре  $K_1$ , а  $V$ —первоначальный объем воздуха, т. е. объем сосуда  $H$ .



Фиг. 1.

Этим очень простым способом легко можно измерить давления до  $10^{-5}$  мм. Недостатком его является то, что он не измеряет упругости насыщенных паров, которые могут иметься в установке. Кроме того если нужен  $V$ , меньше  $10^{-4}$  мм между этим манометром и прибором приходится ставить ловушку с жидким воздухом для того, чтобы не дать пройти в прибор парам ртути.

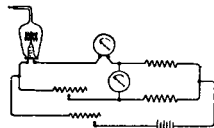
Из манометров, основанных на изменении трения с уменьшением давления в вакууме, известен манометр Габера. Он представляет собой кварцевый стерженек, конец которого оттянут в виде тонкой нити длиной около 10 см, а диаметром в несколько сотых или десятых мм. Тем или иным способом кварцевый стерженек закрепляется в вертикальном положении в стеклянном сосуде, присоединенном к тому прибору, где требуется измерить  $V$ . Ударяя пальцем по прибору, приводят нить в колебательное состояние и наблюдают амплитуду в микроскоп, через фокус которого проходит свободный конец нити. Вследствие трения амплитуда постепенно уменьшается, т. е. молекулы, налетающие на нить, берут на себя часть ее количества движения. Простое уравнение позволяет связать время  $t$ , в течение которого амплитуда нити убывает вдвое, и давление  $p$  газа в вакууме:

$$p\sqrt{M} = \frac{b}{t} - a, \quad (1)$$

где  $M$ —молекул. вес газа,  $b$  и  $a$ —некоторые постоянные, определяемые размерами и материалом нити ( $b$  также пропорционально абсолютной температуре  $T^\circ$ ). При  $p=0$   $\frac{b}{t_0} = a$ , или  $\frac{b}{a} = t_0$ , т. е. отношение констант  $\frac{b}{a}$  определяет время  $t_0$  собственного затухания нити вследствие трения внутри кварца при его упругих колебаниях (величина очень малая). Этот способ особенно пригоден, когда измерения производятся в парах химически активных элементов (иод, хлор и т. п.), когда нельзя иметь никаких металлических частей. Кроме того, если измерить  $p$  отдельно каким-либо друг. методом, то применение манометра Габера позволяет определить мол. вес  $M$  газа, находящегося в  $V$ . Этим манометром в его простой форме можно измерить давление от  $10^{-2}$  до  $10^{-6}$  мм ртутн. столба. При некоторых усовершенствованиях область давлений может быть расширена от  $10^{-8}$  до  $10^{-1}$  мм ртутного столба.

Метод измерения вакуума, основанный на изменении теплопроводности в зависимости от давления, предложен Пирани. Метод заключается в том, что платиновая или вольфрамовая проволока длиной от 20 до 50 см и диаметром в несколько сотых мм, закрепляется помощью стеклянных ножек в  $V$ . (наподобие закрепления волосков электрических лампочек). По проволоке пускается ток в несколько десятков мА, чтобы нагреть ее приблизительно до  $200^\circ$ . Количество тепла, выделяющееся в нити, определяется ф-лой Джоуля  $W=i^2R$ , где  $i$ —сила тока, а  $R$ —сопротивление нити. Так как сопротивление платины  $R$  по определенному закону меняется с темп-рой ее, то, измеряя  $R$  мостиком Уитстона, можно определить

темп-ру  $T$  нити. Зная количество тепла и темп-ру, можно определить коэф. теплоотдачи. Обычно поступают так: изменяя ток  $i$ , а следовательно и  $W$ , держат  $R$ , а следовательно и  $T$ , постоянным. Тогда, чем больше теплоотдача, тем больше нужно взять  $i$ ; градуируя прибор помощью манометра Мак-Лауда, можно найти зависимость между  $i$  и давлением  $p$ . Схема установок изображена на фиг. 2.

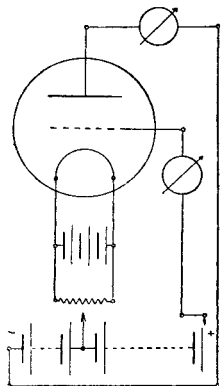


Фиг. 2.

Интервал давления, к-рое измеряется этим манометром,—от  $4,5 \cdot 10^{-2}$  до  $7 \cdot 10^{-6}$  мм ртутного столба.

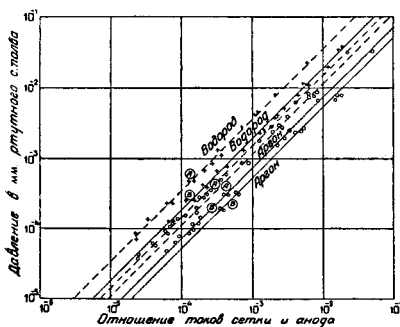
Электрические свойства вакуума дали ему главнейшее техническ. значение. Если увеличивать электрическое напряжение между двумя электродами в более или менее плотном газе, то сначала ток практически равен 0 (так как газы при малых напряжениях очень хорошие изоляторы), затем возникает небольшой ток, увеличивающийся с увеличением напряжения, причем появляется видимое свечение газа, наконец, если плотность газа большая, то происходит явление искрового разряда, при сравнительно же малых давлениях ( $<10-15$  мм)—явление гейслерового разряда. Явление это объясняется следующим образом. В газе всегда имеется некоторое число электронов. Под действием электрического поля скорости электронов возрастают на протяжении одного свободного пути  $\lambda$  между соседними столкновениями с молекулами. При каждом столкновении электроны отдают свою избыточную энергию молекулам газа. Эта энергия очевидно равна произведению заряда электрона  $e$  на разность потенциалов на концах пройденного электроном пути  $\lambda$ .  $W=e \cdot \lambda \cdot A$ , где  $A$ —напряжение поля. Если энергия  $W$  электрона достаточно велика для того, чтобы разбить молекулу (при ударе о нее электрона) на ион и электрон, то в газе появляется новая пара ионов, к-рые в свою очередь являются ионизаторами новых молекул (процесс нарастает лавинообразно),—сила тока увеличивается. В  $V$ , где свободная длина пути во много раз превышает размеры прибора, этого явления быть не может, чем и объясняется роль  $V$  в электротехнике. Помещая в  $V$  испускатель электронов в виде накаленной вольфрамовой проволоки, получают чисто электронный ток, определяющийся исключительно конструкцией прибора и накалом испускателя. Можно применить какие угодно напряжения между электродами без появления в газе положительных ионов. Т. о. напр., прикладывая между спускателем и анодом очень большую разность потенциалов  $V$ , позволяем электронам скопить огромную энергию, равную  $eV$  (при этом она уже не тратится на ионизацию, так как встреч электрона с молекулами практически не происходит). Ударяясь с такой энергией о катод, электроны испускают рентгеновы лучи. Если источника электронов нет, а имеются в вакууме два холодн. электрода, из к-рых тша-

тельно удалены окклюдированные газы, то разряд произойти не может. Поэтому вакуум может сделаться лучшим изолирующим материалом, который, как было выяснено на основании исследований в Ленинградской физико-технической лаборатории, со временем может послужить для устройств мощных высоковольтных генераторов, работающих по типу электростатич. машин.



Фиг. 3.

Между прочим, на этих электрических свойствах В. основан прибор, позволяющий измерять давление газов в В. до крайне малых значений. Этот прибор (фиг. 3) в сущности представляет собой обычную усилительную лампу. Между испускателем и сеткой приложена очень небольшая разность потенциалов, препятствующая попаданию электронов на сетку, но позволяющая все же частиц электронов проникать сквозь ячейки ее в пространство между анодом и сеткой; анод же имеет очень большой положительный потенциал (несколько сот В) относительно испускателя. Электроны, проходя сквозь сетку до анода, встречают изредка на своем пути молекулы; вероятность этого процесса пропорциональна давлению остатков газа. Появляющиеся в результате этого положительные



Фиг. 4.

ионы попадают на сетку и создают ток между анодом и сеткой. Отношение этого тока сетки к току анода конечно очень мало, но естественно возрастает с увеличением давления. На фиг. 4 приведены графики, связывающие изменение давления в приборе и отношение токов сетки и анода. Этот метод позволяет измерять давление в пределах от  $10^{-1}$  до  $10^{-8}$  мм ртутного столба.

Для уяснения устройства насосов и методов откачки необходимо дать несколько

определений и выяснить роль проводки от насоса к выкачиваемому сосуду. Мощностью насоса  $S_0$  называется тот объем газа, который он ежесекундно удаляет из откачиваемого сосуда при том давлении  $p$ , которое в это время имеет место в приборе, т. е.  $S_0 = \left(\frac{dV}{dt}\right)_p$ ; если объем откачиваем. сосуда  $V$ , то  $\frac{dV}{dt} = -V \cdot \frac{dp}{p \cdot dt}$ , где  $dp$  есть изменение давления в сосуде. Так как насос соединяется не непосредственно с откачиваемым сосудом, но помощью трубок той или иной длины, то мощность  $S$  откачки не равна мощности  $S_0$  насоса, но меньше ее. Если  $x$  есть давление в сосуде, а  $p$  — в насосе, то объем ежесекундно проходящего через проводку (соединяющую насос с прибором) газа равен  $\frac{x-p}{W}$ , где  $W$  — сопротивление проводки. Величина  $W$  для плотных газов, согласно закону Пуазейля, равна  $\frac{8\eta L}{\pi R^4}$ , где  $L$  — длина трубки,  $R$  — ее радиус сечения,  $\eta$  — коэф. внутреннего трения. Так как трение в В. совсем иное, то для вакуума  $W$  имеет величину меньшую. Вместо формулы Пуазейля имеем для В. формулу Кнудсена:

$$W = \frac{3}{4} \cdot \frac{L \sqrt{g}}{R^3 \sqrt{2\pi}}, \quad (2)$$

где  $g$  — плотность газа. При мощности насоса  $S_0$  объем ежесекундно удаляемого им из самого себя газа равен  $\frac{dV_2}{dt}$ , причем  $V_2$  — объем при давлении  $p$  в насосе. Если  $S$  есть скорость удаления газа из откачиваемого сосуда, то  $S = \frac{dV_1}{dt}$ , где  $V_1$  — объем газа, взятый при давлении  $x$  в сосуде. Так как из сосуда удаляется то же самое весовое количество газа (сколько приходит через трубки, столько же удаляется насосом), то  $Sx = S_0 p = \frac{x-p}{W}$ . Отсюда мощность, с которой удаляется газ из откачиваемого прибора

$$S = \frac{x-p}{x \cdot W} = \frac{1-p}{x} = \frac{1-S}{S_0},$$

или

$$W = \frac{1}{S} - \frac{1}{S_0}, \quad \text{т. о.} \quad \frac{1}{S} = \frac{1}{S_0} + W,$$

а

$$S = \frac{1}{\frac{1}{S_0} + W}. \quad (3)$$

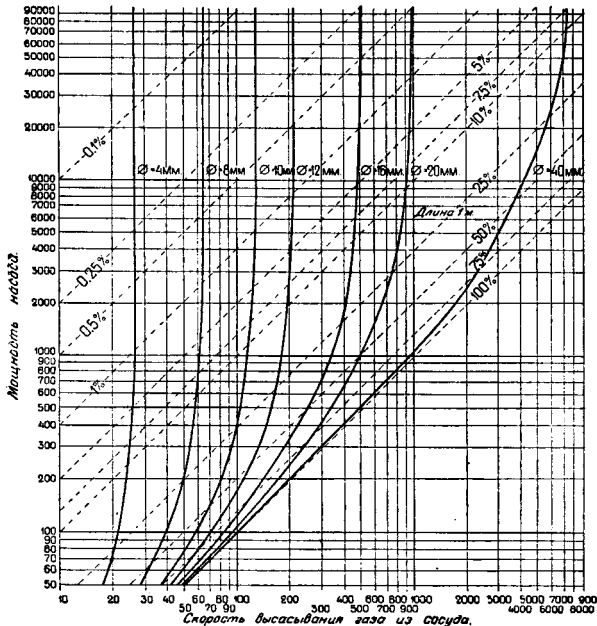
Мощность  $S_0$  изучена для разного типа насосов; она непостоянна и зависит от давления. Величины  $S_0$  будут даны ниже. На фиг. 5 приведена взятая из книги Геца диаграмма, позволяющая простым способом количественно оценить роль различной проводки на основе ф-л (2) и (3): на оси ординат отложены  $S_0$ , на оси абсцисс —  $S$ . Вся диаграмма относится к воздуху и к  $L=1$  м. Помимо пользования ею на примерах.

1) Определить максимальную (при  $S_0 = \infty$ ) скорость откачки в случае проводки, состоящей из трубки длиной 2,25 м и  $\varnothing = 4$  мм. Кривая  $\varnothing = 4$  мм при  $S_0 = \infty$  имеет значение 27, т. е. насос бесконечной мощности дает скорость откачки 27  $\text{см}^3/\text{сек}$  при длине проводки в 1 м. Так как скорость откачки обратно пропорциональна длине, то при дли-

не проводки в 2,25 м скорость

$$S = \frac{27}{2,25} = 12 \text{ см}^3/\text{сек.}$$

2) Имеется насос Лаугюра  $S_0 = 1\,000 \text{ см}^3$ . Проводка состоит из трубки длиной 1 м и диаметром 16 мм. Тогда, находя пересечения



Фиг. 5.

прямой  $S_0 = 1\,000$  с кривой  $\varnothing = 16$  мм, имеем:  $S = 340 \text{ см}^3/\text{сек.}$

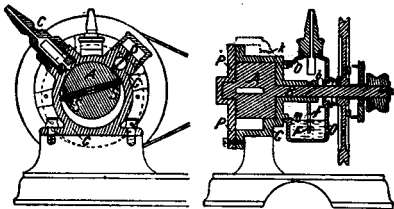
3) При трубке длиной 1 м и  $\varnothing = 16$  мм и насосе, для которого  $S_0 = 1\,200 \text{ см}^3/\text{сек.}$ ,  $S$  составляет 25% от  $S_0$ . (Действительно,  $S_0 = 1\,200$ ;  $S = 300$ .)

**Форвакуумные насосы.** Большое разрежение получается в две стадии. Сначала необходимо получить предварительное разрежение, так называемый форвакуум. Насосы, употребляемые для этого, называются форвакуумными. Затем другие насосы, вакуумные, откачивают дальше. В качестве форвакуумных насосов в настоящее время употребляются гл. образом вращающиеся масляные насосы. Уплотнение насоса достигается тем, что все трущиеся части тщательно шлифованы и обильно смазаны маслом. Нек-рые конструкции насосов устроены так, что они прямо погружены в масло. Наиболее употребительными являются насосы, выпускаемые фирмами Лейбольд и Пфейфер. Конструкция насоса фирмы Лейбольд (насос Геде) изображена на фиг. 6. На валу  $B$  сидит цилиндр  $A$  со стальными планками  $S$ , которые прижимаются пружиной к стенкам латунной станины  $G$ . С передней стороны все это за-

крыто хорошо пришлифованной латунной плитой  $P$ . В коробку  $O$  наливается масло до уровня  $m$ . Стеклоянное окошко  $F$  служит для контроля над количеством масла. Вал выводится наружу через сальник  $b$ . При вращении цилиндра  $A$  в направлении

против часов, стрелки воздуха всасывается через  $C$  и выталкивается через клапан  $D$  и канал  $K$  в коробку  $O$ . Скорость откачки таких насосов пропорциональна числу оборотов. Для этого типа насосов скорость откачки равна  $\sim 27 \text{ см}^3/\text{сек.}$  Предельное давление 0,1—0,05 мм. Насосы, к-рые выпускаются фирмой Пфейфер, отличаются от насосов Лейбольда устройством клапана и тем, что в них весь корпус насоса погружен в масло. Скорость откачки этих насосов достигает 1 600  $\text{см}^3/\text{сек.}$  их предельное давление 0,1—0,001 мм. Фирма Пфейфер выпускает также комбинированные насосы, двойные и тройные, которые обладают еще большей скоростью откачки или меньшим предельн. давлением (до  $10^{-4}$  мм). Насосы Пфейфер и аналогично им устроенные насосы фирмы Сименс-Шуккерт обладают тем недостатком, что при их остановке масло из насосов всасывается, если не принять мер, в установку. Насосы Геде свободны от этого недостатка. В последние годы фирма Лей-

больд выпустила новую дешевую модель форвакуумных насосов. По устройству они представляют среднее между старыми насосами Геде и насосами Пфейфер. Корпус их сделан из железа и весь погружен в масло. Скорость откачки очень невелика,



Фиг. 6.

предельное давление 0,1—0,05 мм. Недавно форвакуумные насосы разных типов начали изготавливать в СССР. Почти все форвакуумные насосы при вращении в противоположную сторону могут служить нагнетающими насосами. В этих условиях форвакуумные насосы дают от 1,5 до 3  $\text{Atm.}$

**Вакуумные насосы.** Для получения высокого В. употребляются два типа насосов: 1) ртутные диффузионно-конденсационные и 2) вращающиеся молекулярные.

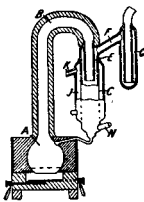
1) Диффузионно-конденсационные насосы (фиг. 7). Струя ртутного пара течет по трубе *A* в направлении, указанном стрелкой. Внутри *A* вставлена труба *D*<sub>1</sub>—*D*<sub>2</sub>, в которой имеется кольцевой разрыв *e*; *C*—труба, ведущая к откачиваемому пространству, наполненному каким-нибудь газом. Через *E* пропускается вода для охлаждения стенок трубы *A*. Из щели *e* атомы ртути разлетаются в направлении, указанном стрелками. Чем ближе к щели *e*, тем плотность ртутных паров больше. В струе ртутного пара в *A* парциальное давление газа равно нулю, и вследствие разности парциальных давлений, газ диффундирует из трубы *C* в *A*. Если плотность вблизи самой щели *e* настолько велика, что диффундирующие



Фиг. 7.

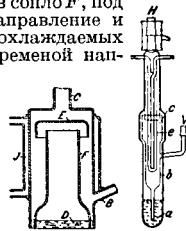
молекулы сталкиваются с атомами ртути, не доходя до края щели *e*, откачки происходить не будет. Если плотность атомов ртути в струе такова, что столкновения с ними происходят редко, молекулы газа попадают из трубы *C* в *B* и уносятся струей ртутного пара. Насос будет работать тем лучше, чем больше скорость струи ртутного пара. Большая скорость в некоторых насосах достигается особой формой сопла, в других насосах—интенсивным охлаждением. Расчет показывает, что щель должна быть порядка длины свободного пути. Когда скорость ртутного пара равна или более тепловой скорости атомов, то ртутные атомы, несмотря на наличие щели, к стенкам трубки *A* лететь почти не будут и поэтому не будут мешать диффузии газа из *C* в *A*; в этом случае размеры щели не имеют большого значения. Скоростью ртутного пара определяется также и форвакуумное давление (давление в *A*). Если форвакуумное давление больше определенной величины, то газ из *A* начинает проходить в *C*, и там происходит повышение давления. Так как скорость диффузии не зависит от абсолютной величины давления, то эти насосы теоретически могут дать бесконечное разрежение. Ниже приводится описание наиболее употребительных насосов, которые основаны на указанном принципе.

а) Насос Лангмюра (фиг. 8). В баллон *A* наливают ртуть, которая подогревается электрич. печью. Ртутный пар конденсируется на стенках трубы *C*, охлаждаемых водой, протекающей через *K* и *J*. Откачиваемый газ засасывается через



Фиг. 8.

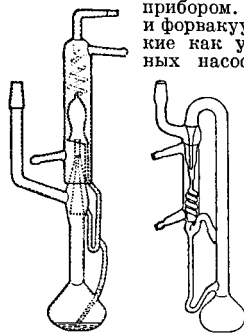
зазор *E* и трубу *F* из прибора. *G*—ловушка, которая охлаждается жидким воздухом и предохраняет прибор от ртутного пара. Форвакуумный насос присоединяется к *N*. Скорость откачки этого насоса около 1 500—4 000 см<sup>3</sup>/сек, требуемый форвакуум 5·10<sup>-2</sup>—10<sup>-3</sup> мм. б) Металлич. насос Лангмюра (фиг. 9). Ртуть в *D* нагревается, проходит через сопло *F*, под крышкой *E* меняет направление и конденсируется на охлаждаемых водой стенках *J*. Переменной направлением струи достигается то, что ртутный пар совсем не попадает в вакуумную часть. Откачиваемый прибор присоединяется к *C*, форвакуумный насос присоединяется к *B*. Скорость откачки такого насоса около 4 000 см<sup>3</sup>/сек, требуемый форвакуум около 0,5 мм. в) *K*-насос Фольмера (фиг. 10). Пары идут из *a* через *b*, при прохождении через *c* меняют направление и конденсируются на холодильнике *e*; насос через трубку *V* соединяется с форвакуумным насосом, а через *H*—с откачиваемым прибором. Скорость откачки и форвакуумное давление такие как у других стеклянных насосов. Большинство описанных до сих пор насосов требуют форвакуумн. давления порядка 10<sup>-2</sup> мм. Для его получения приходится применять вращающиеся масляные насосы, которые довольно дороги, а иногда бывают неудобны (когда нужно избежать попадания в *B* следов углеводородов). Поэтому чрезвычайно



Фиг. 9.

Фиг. 10.

полезными являются ртутно-конденсационные насосы, дающие возможность работать с форвакуумом от водоструйного насоса. Эти насосы отличаются очень узкой щелью или соплом, что дает им возможность выдерживать большее давление в форвакууме. Но это же обстоятельство очень сильно снижает скорость откачки. Для получения высокого В. нужно кроме них употреблять еще какой-нибудь насос из ранее описанных. Наиболее употребительными конструкциями форвакуумных ртутно-конденсационных насосов являются насос Фольмера (фиг. 11) и насос, изображенный на фиг. 12. Они дают разрежение до 10<sup>-8</sup> мм и требуют форвакуума в 15—20 мм. Скорость откачки около 200 см<sup>3</sup>/сек. Форвакуумный ртутно-конденсационный насос часто соединяют с вакуумным в один двухступенчатый насос, который дает те же результаты, что и два насоса, соединенных последовательно, но об-

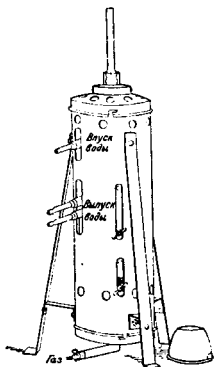


Фиг. 11.

Фиг. 12.

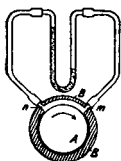
являются ртутно-конденсационные насосы, дающие возможность работать с форвакуумом от водоструйного насоса. Эти насосы отличаются очень узкой щелью или соплом, что дает им возможность выдерживать большее давление в форвакууме. Но это же обстоятельство очень сильно снижает скорость откачки. Для получения высокого В. нужно кроме них употреблять еще какой-нибудь насос из ранее описанных. Наиболее употребительными конструкциями форвакуумных ртутно-конденсационных насосов являются насос Фольмера (фиг. 11) и насос, изображенный на фиг. 12. Они дают разрежение до 10<sup>-8</sup> мм и требуют форвакуума в 15—20 мм. Скорость откачки около 200 см<sup>3</sup>/сек. Форвакуумный ртутно-конденсационный насос часто соединяют с вакуумным в один двухступенчатый насос, который дает те же результаты, что и два насоса, соединенных последовательно, но об-

ладает многими преимуществами: одно подогревающее и охлаждающее устройство, компактность и т. д. Внешний вид одного из таких насосов—двухступенчатого насоса Фольмера—дан на фиг. 13; форвакуумное давление—15 мм; скорость откачки очень велика: около 5 000 см<sup>3</sup>/сек. Недавно фирмой Лейбольд выпущен трехступенчатый насос Геде, который по своим качествам оставляет далеко позади все описанные насосы. Он сделан весь из стали. Верхнее сопло служит вакуумным насосом и устроено, как в насосах Лангмюра (фиг. 9). Среднее сопло имеет коническую насадку и работает, как вакуумный насос Крофорда. Нижнее сопло также коническое. Скорость струи в нем очень велика, зазор очень мал; этим достигается возможность работы с форвакуумом в 20 мм. Скорость откачки верхнего сопла около 40 000 см<sup>3</sup>/сек. Недостатком такого насоса является большое количество отдельных частей, соединенных винтами. Легко может случиться, что где-нибудь уплотнение окажется недостаточным, и в насос будет натекать воздух. Кроме того этот насос легко м. б. испорчен химически активными газами.



Фиг. 13.

Вращающиеся молекулярные насосы. Когда молекулы газа отражаются от быстро движущейся поверхности, они приобретают составляющую скорость в направлении ее движения. Если цилиндр *A* быстро вращается в направлении стрелки (фиг. 14), то ударяющиеся о него в пункте *n* молекулы приобретут скорость в направлении вращения, и давление в точке *m* будет выше, чем в *n*. Эта разность давлений не может выравняться, если зазор между *A* и *B* будет достаточно мал. Таким именно образом устроен вращающийся молекулярный насос Гольвега. В корпусе с геликоидальными вырезами вращается полый барабан из дуралюминия со скоростью 4 000 об/м.; зазор между ним и корпусом равен 0,05 мм. Воздух засасывается в трубу, которая подведена к середине корпуса, и направляется в геликоидальные вырезы, глубина которых уменьшается от середины к концам. Эти вырезы открываются в форвакуумное пространство, с которым соединен форвакуумный насос. Ротор электромотора сидит на одном валу с барабаном насоса и находится в пространстве, где давление равно форвакуумному. Противоположный конец вала выведен под крышку, где давление также равно форва-



Фиг. 14.

куумному. Этим достигается хорошее уплотнение выводов вала. При форвакууме в 0,1 мм окончательное давление ок.  $10^{-7}$  мм; скорость откачки 2 300 см<sup>3</sup>/сек.

Откачка. Наиболее существенной частью процесса откачки является удаление газа, абсорбированного и адсорбированного стеклянными и металлич. частями прибора. По своему химическ. составу газ этот представляет смесь паров воды, CO<sub>2</sub>, CO, N<sub>2</sub> и т. п. Для удаления газов из стекла необходимо прогреть его в вакууме под непрерывно работающими насосами при *t*<sup>0</sup>, близкой к 450°. После 2—3-часового прогрева главные массы газа и водяных паров можно считать удаленными; чем выше *t*<sup>0</sup> прогрева, тем лучше будут достигнуты результаты. Для стекла пирекс эта *t*<sup>0</sup> м. б. доведена до 700°; для нормального типа стекла она не должна превышать 500°. Значительно более сложной задачей является удаление газов из металла, так как металлические части ряда вакуумных приборов подвергаются иногда в процессе работы значительному нагреванию (антикатоды рентгеновских трубок, аноды генераторных ламп и кенотронов и пр.). Для достижения сколько-нибудь удовлетворительных результатов необходимо прогреть металлич. части при возможно более высоких *t*<sup>0</sup>, близких к *t*<sup>0</sup> плавления. Из этих соображений материалом для конструирования различного рода вакуумных приборов могут служить металлы с достаточно высокими *t*<sup>0</sup> плавления: вольфрам, молибден, тантал, никель, железо и некоторые другие. Медь и алюминий могут употребляться лишь в местах, не подвергавшихся сколько-нибудь значительному нагреванию. Перед помещением металлических частей в В. их следует прокалить в атмосфере водорода для восстановления имеющегося на них слоя окиси. Прогрев металлических частей в В. для удаления из них газов производится токами Фуко высокой частоты или электронной бомбардировкой. Тренировка электронной бомбардировкой генераторной лампы средней мощности производится следующим образом. После 2—3-часового прогрева баллона лампы под непрерывно работающими насосами можно приступить к тренировке электродов. Для этого соединяют коротко сетку и анод и подают между ними и накаливающейся нитью лампы разность потенциалов, несколько превышающую нормальную рабочую. Нужно следить, чтобы в момент подачи напряжения в баллоне не вспыхивало лиловатое свечение, обусловленное ионизацией остатков газа в лампе. Если такого свечения нет, доводит анод до желто-белого свечения, выключая напряжение немедленно по появлении объемного свечения, указывающего на выделение газа. После нескольких операций выделение газа из анода прекращается; при этом прибор, измеряющий силу тока в цепи анод-нить, дает постоянные показания. Если больших колебаний анодного тока нет, тренировка считается законченной, и лампу отпаивают. В течение всего процесса откачки в специальной ловушке между насосами и откачиваемой лампой должен находиться жидкий воздух, служащий для вымораживания ртут-



ных паров, проникающих из насосов. Употребление в вакуумной части проводки кранов и шлифов нежелательно, так как влечет за собой попадание в вакуум паров замазки. Для предохранения форвакуумного насоса от попадания в него из установки паров воды рекомендуется ставить между ними сушилки с хлористым кальцием.

Детали вакуумных приборов. а) Впаив. При заводском изготовлении разного рода вакуумных приборов: рентгеновских трубок, генераторных ламп, кенотронов и т. п., рассчитанных на длительную работу, особое внимание следует обращать на места выводов внутренних электродов. При впаивании металла в стекло приходится подбирать коэффициенты расширения близкими друг к другу, так как в противном случае по затвердеванию стекла оно или отстает от металла или же дает трещины. Наиболее удобным материалом для впаивания является платина, имеющая коэффициент расширения, близкий к свинцовому ( $\alpha = 9 \cdot 10^{-6}$ ) и обыкновенному стеклу ( $\alpha = 8,5 \cdot 10^{-6}$ ). В последнее время из-за дороговизны платины употребляют в качестве материала для впаивания специальный сплав никеля с железом — и н в а р (36%Ni), а также обыкновенную красную медь. При впаивании меди ее следует сначала прогреть в окисляющем пламени горелки до получения на ней слоя черной окиси меди. После этого ее опускают в насыщенный раствор буры и повторяют эту операцию до тех пор, пока ее поверхность не приобретет яркочерного оттенка. К меди, обработанной т. о., стекло прилипает и (при не слишком большой толщине впаивания) почти совершенно от него не отстает. Для впаивания в ножки ламп накаливания и катодных ламп употребляется инвар с 40% содержанием Ni, покрытый снаружи слоем меди, составляющим в сечении около 20% площади впаивания. Общий коэф-т расширения таких проволок близок к коэф-ту расширения стекла. Наличие же внешней медной рубашки уменьшает слишком большое электрическ. сопротивление инварного впаивания. На заводах Филлиппса употребляется в качестве материала для впаивания сплав из 85% железа и 15% хрома, также обладающий близким к стеклу коэф-том расширения. б) Краны, шлифы и замазки. В лабораторной практике, где приборы б. ч. от насосов не отпаиваются, большое применение имеют краны, шлифы и замазки. В вакуумной части установки могут употребляться краны лишь с очень большими отверстиями (не менее 4—5 мм) и с очень тщательной шлифовкой. Хороший вакуумный кран почти не дает течи при смазке его специальной замазкой (Vakuumbahnfett). К кранам в форвакуумной части проводки не следует предъявлять особенно высоких требований, т. к. течь в ней менее опасна. В лабораторной практике употребляются шлифы диам. до 60—70 мм. Шлифы больших диаметров недостаточно механически прочны, и употребление их нежелательно. Смазку шлифов следует производить замазкой для кранов, а также специальными мягкими сортами замазок. Необходимо помнить, что проворачивать шлиф диаметром более 50 мм под ваку-

умом опасно; проворачивать вообще можно только шлифы, смазанные замазкой для кранов, причем их следует всегда несколько прогревать. Для соединения между собой частей приборов, для вывода электродов, впазки янтарей и т. п. очень удобно употребление различных легкоплавких замазок (менделеевской, пинцера, сургуча и т. п.). Замазку следует наносить в полужидком состоянии и только на прогретые части прибора. После придания ей нужной формы следует оплавить ее поверхность небольшим пламенем, чтобы таким образом сделать ее совершенно гладкой. Хорошо замазанный впаиванием в смысле течи не отличается от впаивания в стекло.

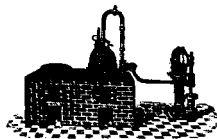
Вспомогательные методы откачки. а) Абсорбция углем. При низких температурах некоторые специально приготовленные сорта угля (уголь кожуры кокосового ореха, кожуры абрикосовых косточек) обладают способностью поглощать большое количество газа. Этим явлением пользуются часто в вакуумной технике, когда в сравнительно короткое время нужно достичь больших степеней разрежения. Предварительно активированный прогретом до 800—900° уголь помещают в цилиндрический сосуд из тугоплавкого стекла, припаяв к прибору и под непрерывной откачкой прогревают при 400—500° в течение 2—3 ч. После прогрева прибор отсоединяют от насосов и баллон погружают в сосуд Дьюара с жидким воздухом. Получаемое таким образом разрежение в приборе в короткий промежуток времени достигает  $10^{-8}$  мм ртутного столба. б) Абсорбция распыленным металлом. Явлением абсорбции газа распыленным металлом пользуются в заводских условиях при откачке микроламп. При монтаже лампы на ее анод помещают небольшой кусочек магния, который после откачки и оттайки лампы возгорается на стенке баллона. Возгонка производится прогревом всех металлических частей лампы токами Фуко высокой частоты. Весь процесс такой химической откачки продолжается всего лишь несколько секунд. Предварительно электронной бомбардировкой металлические части микролампы не тренируются, так как их нить, покрытая торием, не выносит сколько-нибудь длительной перекалов. в) Откачка возгонкой фосфора. На современных заводах, изготовляющих лампы накаливания, находится в большом употреблении следующий метод их откачки. На нить лампы перед заливкой нити в баллон наносится коллоидный раствор красного фосфора в спирту. После откачки лампы простым масляным насосом до давления в 0,01—0,001 мм ртутного столба она оттаивается, и нанесенный на нее красный фосфор прогревом нити испаряется, переходя при этом в активную модификацию. Химическое действие активной модификации фосфора и происходящая при возгонке его ионизация связывают остатки газа, заключенного в баллоне. См. *Пустотные приборы*.

Lum.: Goetz A., Physik und Technik d. Hochvakuum, Braunschweig, 1926; D u s h m a n S., Production and Measurement of High Vacuum, N. Y., 1922 (в немецком переводе — Hochvakuumtechnik, В., 1926); D u o y e r L., La technique du vide, Paris, 1924. А. Лейтунский, Н. Семенов, А. Шальников.

**ВАКУУМ-АППАРАТ**, закрытый сосуд, служащий для выпарки растворов и сохранения при помощи особых приспособлений давление ниже атмосферного. Обогревание вакуум-аппарата производится паром, горячей жидкостью, открытым огнем, а в последнее время—электричеством. Первый В.-а. был изобретен английским химиком Говардом в 1812 г. для выпарки сахарных растворов в сахарном производстве.

Принцип действия В.-а. основан на том, что с понижением давления  $t_{\text{кип.}}$  жидкости понижается. Это дает возможность широко применять В.-а. в химической промышленности, где часто приходится выпаривать жидкости,  $k$ -рые при свойственной им  $t_{\text{кип.}}$  разлагаются или теряют некоторые из своих физич. свойств. К числу таких жидкостей принадлежат например многие органич. растворы. Некоторые жидкости кипят при слишком высокой  $t$ , и для выпарки их при паровом обогреве пришлось бы прибегать к повышенным давлениям греющего пара, что повлекло бы за собой необходимость более дорогих котлов и более солидных конструкций всех вспомогательных устройств. Для получения разрежения в аппарате пользуются конденсатором и воздушным насосом; в конденсаторе при помощи охлаждающей смеси снижают пар, а насосом удаляют воздух, попадающий в аппарат вместе с жидкостью и через различ. неплотные соединения.

Материалом для постройки В.-а. в зависимости от его назначения могут служить железо, чугун, красная и желтая мель, свинец, стекло, фарфор и пр. В.-а. должен иметь форму,  $k$ -рая оказывала бы наибольшее сопротивление внешнему давлению атмосферного воздуха; обычно ему придают вид яйца, цилиндра, конуса. Одной из главных частей паровых В.-а. является обогревательная камера, которая делается в виде двойного дна, змеевика или пучка горизонтальных или вертикальных труб. В последние годы стали строить В.-а. с камерами системы Герцендорфа, состоящими из плоских пустотелых колец, вставленных одно в другое; высота колец имеет от 1 до 1,7 м при расстоянии между кольцами в 80 мм. Первый В.-а., построенный Говардом, имел обогревательную камеру в виде двойного дна, между стенками  $k$ -рого циркулировал пар. Эта конструкция, сохранившаяся и до сих пор, применяется гл. обр. в аппаратах небольшой емкости; неудобство ее в том, что она допускает местные перегревы выпариваемой жидкости и неравномерно нагревает ее в различных слоях. Для устранения этого



Фиг. 1.

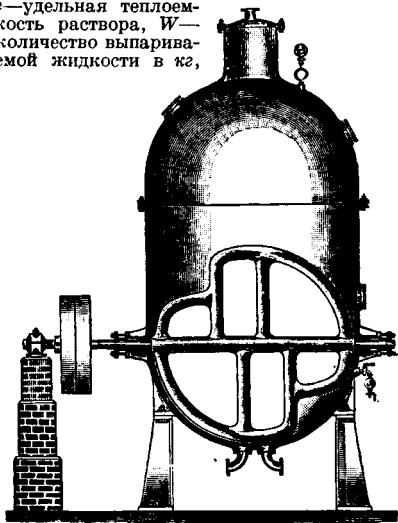
Паровые змеевики удобны тем, что равномерно нагревают жидкость и дают возможность регулировать температуру внутри аппарата; для этого змеевик разбивают на несколько отдельных частей с самостоятельным впуском пара и удалением конденса-

та. В змеевиках следует стремиться к тому, чтобы длина каждого из них не превышала 150—200 диаметров. К числу достоинств змеевиков следует отнести также и хорошую циркуляцию жидкости внутри аппарата. Камера из прямых трубок создает хорошую циркуляцию жидкости и позволяет вести выпарку в тонком слое. Материалом для обогревательных элементов служат металлы с наибольшей теплопроводностью, если нет каких-либо особых условий, препятствующих этому, например разделяющего действия выпариваемых жидкостей на металлы.

Расход тепла на выпаривание жидкости определяется по формуле:

$$Q = Sc(t - t_0) + W(\lambda - ct),$$

где  $Q$ —количество тепла в Cal,  $S$ —количество раствора, поступающего в В.-а., в кг,  $c$ —удельная теплоемкость раствора,  $W$ —количество выпариваемой жидкости в кг,

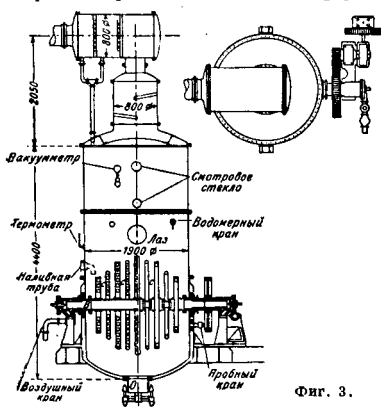


Фиг. 2.

$\lambda$ —полная теплота пара испаряемой жидкости,  $t$ —тем-ра кипения и  $t_0$ —тем-ра поступающего в В.-а. раствора. Для получения истинного значения расхода тепла следует определить потерю тепла аппаратом в окружающую среду и прибавить ее к полученному значению  $Q$ . Необходимая поверхность нагрева (в  $m^2$ ) определяется по формуле:

$H = \frac{Q}{K\vartheta_m}$ , где  $Q$ —расход тепла в Cal,  $K$ —коэф-т теплопередачи,  $\vartheta_m$ —средняя разность тем-р. Коэффициент теплопередачи  $K$  определяется в зависимости от конструкции обогревательной камеры, материала ее и условий работы. По Гаусбранду, он составляет для двойного дна  $1400 \div 1800$  Cal в час, если жидкость находится в спокойном состоянии, и до 3500 Cal в час—при перемешивании. Для змеевика из красной меди  $K = \frac{1900}{\sqrt{d}}$  Cal/час, где  $d$ —диаметр змееви-

ка в м,  $l$  — длина змеевика в м. Коэффициент теплопередачи для змеевиков из другого материала определяется по этой же формуле,



Фиг. 3.

но вводится опытный поправочный коэффициент, который составляет для железа 0,75, чугуна—0,60, свинцовых труб—0,50. Для трубчат. камеры, если пар обогревает трубы,

$$K = 750 \sqrt[3]{0,007 + v},$$

где  $v$ —скорость движения жидкости в трубах. Если пар циркулирует внутри труб со скоростью  $v_1$ , то

$$K = 750 \sqrt[3]{v_1 \cdot \sqrt[3]{0,007 + v}}.$$

Все эти коэф-ты относятся к меди; для железных труб они уменьшаются на 15—20%. Средняя разность  $t'$  определяется по ф-ле:

$$\theta_m = \frac{\theta_a - \theta_e}{\ln \frac{\theta_a}{\theta_e}},$$

где  $\theta_a$ —максимальная разность  $t'$ ,  $\theta_e$ —минимальная разность  $t'$ .

Расход пара определяется по формуле:

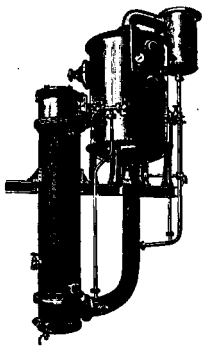
$$D = \frac{Q}{\lambda - \tau},$$

где  $Q$ —расход тепла в Cal, потребного на выпарку,  $\lambda$ —теплосодержание греющего пара,  $\tau$ —температура конденсата.

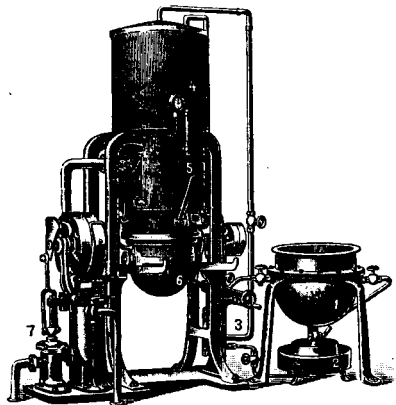
На фиг. 1 представлена установка вакуум-аппарата с обогревом открытым огнем. Такого рода конструкции употребляются на мелких консервных, кондитерских и других фабриках. На фиг. 2 изображен литой В.-а., внутри эмалирован., употребляемый в химич. промышленности для выпаривания жидкостей, разъедающих металлы. Нагревание здесь происходит через пустотелую мешалку, в которую пускают пар. На фиг. 3 изображен аппарат с вращающейся поверхностью нагрева. Пар пускается через пустотелый вал  $B$  и распределяется по отдельным секциям  $C$ . Выгрузка готов. продукта происходит через нижнее отверстие  $O$ . На фиг. 4 представлен вакуум-аппарат з-да Фолькмар Генинг (Volkmar Hänig) в Дрездене с выносной поверхностью нагрева. Удобство такой конструкции заключается в том, что она позво-

ляет вести выпарку в тонком слое. Наконец фиг. 5 изображает непрерывно действующий В.-а., употребляемый на кондитерских ф-ках для варки карамельной массы. Процесс варки здесь происходит след. образом: сироп, состоящий из смеси сахара, патоки и воды, подогревается в варочном котле 1 до  $t^\circ$  100—105° и спускается в бачок 2, откуда сиропным насосом 3 подается в верхнюю часть аппарата 4, где проходит по змеевику, обогреваемому снаружи паром, и перегревается до 127—130°. Из змеевика перегретый сироп выходит в среднюю часть 5, находящуюся под разрежением, вследствие чего здесь происходит быстрое испарение влаги, которая и удаляется в виде смеси пара и воздуха благодаря действию мокро-воздушного вакуум-насоса 7. Готовая карамельная масса спускается в нижний приемник 6, откуда и удаляется.

Все вакуум-аппараты должны быть снабжены следующей арматурой: 1) вакуумметром,



Фиг. 4.



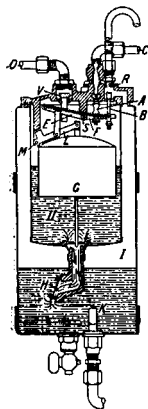
Фиг. 5.

- 2) термометром, 3) воздушными кранами, 4) смотровыми стеклами.

Лит.: Зуев М. Д., Теплога в сахарном производстве, Харьков, 1913; Фокин Л., Методы и орудия химич. техники, ч. 2, Л., 1925; Сыромятин и Ков М., Механич. оборудование сахарных заводов, Киев, 1917; Киров А. А., Аппаратура и основные процессы химич. технологии, М.—Л., 1927; Отчет комиссии Сахаротреста о взр. командироваке, М., 1927; Hausbrand E., Verdampfen, Kondensieren u. Kühlen, В., 1924. В. Тихомиров.

В.-а. на автомобилях служит для подачи путем разрежения горючего из бензинового бака в карбюратор. Большое распространение имеет В.-а. системы Кингстона, разрез которого представлен на фиг. 6.

Работа В.-а. протекает следующим образом: из камеры I, сообщающейся с атмосферой через патрубок R, бензин по трубопроводу K самотеком поступает в карбюратор. При понижении уровня бензина в камере I, давление бензина в камере II на шарнирный клапан H увеличивается, клапан H приоткрывается и бензин из камеры II переливается в камеру I; при этом уровень бензина в камере II понижается и поплавок G вместе с его осью опускается. Ось поплавка связана шарнирно с рычагом L, вращающимся около точки M. Рычаг L на середине длины шарнирно соединен вертикальной серьгой с рычагом E, который вращается около оси S; около той же оси S вращается рычаг F; концы рычагов E и F стягиваются тонкой спиральной пружиной. При опускании поплавка рычаг L, а следовательно и рычаг E опускаются вниз. Под действием спиральной пружины рычаг F также опускается книзу, тем самым открывая клапан A и закрывая клапан B.



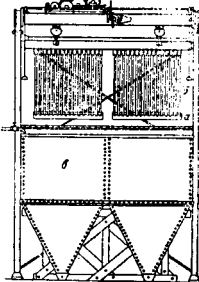
Фиг. 6.

При открытии клапана A камера I соединяется со всасывающей трубой мотора через трубопровод C. Закрытие клапана B прекращает доступ в камеру II атмосферного воздуха через патрубок R, следовательно при открытом клапане A и закрытом клапане B в камере II получается вакуум (разрежение), благодаря которому из бензинового бака, подвешенного на шасси автомобиля, засасывается бензин в камеру II через трубопровод D и фильтр V. При наполнении камеры II бензином поплавок G поднимается, а вместе с ним и рычаги L, E и F. Поднятие рычага F ведет к закрытию клапана A и открытию клапана B. При открытом клапане B камера II сообщается с наружным воздухом и засасывание бензина прекращается. При открытом клапане B давление в камерах I и II будет одинаковое, бензин из камеры II переливается в камеру I, из к-рой поступает в карбюратор, и процесс возобновляется.

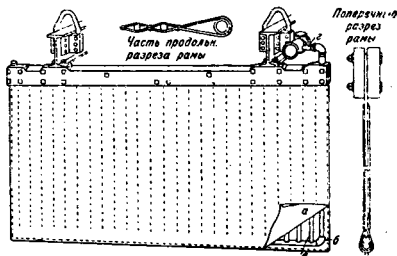
**ВАКУУМ-ОЙЛЬ**, америк. смазочн. масла, родственные апшеронским *вискозимам* (см.).

**ВАКУУМ-ФИЛЬТРЫ** (в металлургии), аппараты, в к-рых для ускорения фильтрации применяется разность давлений по обе стороны фильтрующего слоя путем создания той или иной степени вакуума. Образующая вакуумом разность давлений может меняться относительно лишь в незначительных пределах, достигая в идеальном случае величины, равной давлению 1 atm. Вакуум-фильтры по своей конструкции и характеру работы делятся на работающие периодически и непрерывно действующие. Наибольшим распространением в технике пользуются В.-ф. второго рода, как обладающие большей производительностью,

но в нек-рых случаях приходится отдавать предпочтение периодически действующим. К последним вакуум-фильтрам из числа наиболее распространенных относятся фильтры Мура (Moog) и Бетгера (Butters). На фиг. 1 приведен общий вид фильтра Мура, состоящего из комплектов а фильтрующих рам б, подвешенных над баками в к мостовому крану, при помощи которого комплекты рам могут быть перемещаемы из одного бака в другой. Одной из существенных частей фильтра является фильтрующая рама, устройством которой в основных чертах следующее (фиг. 2). Холщевая или полотняная наволока а, служащая фильтрующей поверхностью, надевается на четырехугольную раму б, три стороны которой (две боковые и нижняя) собраны из свинченных под прямым углом металлических труб. Свободные концы труб заделаны в верхней деревянной стороне рамы т. о., что один конец свинченных труб закрыт наглухо, а другой выступает из деревянной части рамы наружу. На деревянной части рамы наглухо закрепляются и открытые концы холщевой наволоки. Труба, образующая нижний край рамы, имеет по верху отверстия, через к-рые из наволоки отсасывается воздух, если выступающий наружу конец трубы через коллектор г присоединен к вакууму. Чтобы избежать происходящего при этом сближения



Фиг. 1.

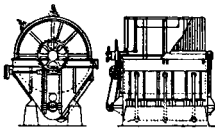


Фиг. 2.

фильтрующих поверхностей наволоки, внутри нее расположен ряд параллельных планок или металла. труб в, к-рые одними своими концами закреплены в деревянной части рамы, а другими упираются в нижнюю трубу. Комплект таких фильтрующих рам опускают в бак с подлежащей фильтрации мутью. В.-ф. Бетгера отличаются от фильтров Мура числом баков: у первого один бак, а у второго их четыре. Баки вакуум-фильтров Мура наполнены: первый—фильтруемой мутью, второй—слабым раствором муты, третий—водою; четвертый бак пустой. Сначала фильтрующие рамы опускают в первый бак;

после того как на фильтрующих поверхностях навалок образуется нужной толщины слой твердого осадка (обычно до 25—50 м.м.), рамы переносят во второй бак для промывки осадка слабым раствором, а затем в третий бак для окончательной промывки его водой. После этого рамы помещают в четвертый бак и присоединяют к компрессору, благодаря чему внутри рам создается повышенное давление воздуха, который, прорываясь через фильтрующую ткань наружу, сбрасывает осадок в бак. В вакуум-фильтрах Беттеса рамы в течение всего цикла операций остаются неподвижными, а циркулируют растворы. Сначала бак, где находятся рамы, заполняется фильтруемой мутью, которая после образования на фильтрующих поверхностях слоя осадка необходимой толщины спускается, и бак наполняется слабым раствором для предварительной промывки осадка, затем — водой для окончательной его промывки, и наконец рамы присоединяются к компрессору для удаления осадка из бака, а бак снова наполняется фильтруемой мутью. Размеры рам варьируют в следующих пределах: от 0,61 × 0,92 м до 2,44 × 3,05 м. Число отдельных рам, помещаемых в бак, достигает 120. Фильтры Беттеса обходятся дешевле, стоимость работы с ними почти та же, что и с фильтрами Мура. Неудобства в эксплуатации первых заключаются в необходимости иметь большое количество насосов для перекачивания растворов и сложную сеть трубопроводов с большим числом вентилей, благодаря чему нередки случаи потери ценных растворов. Производительность фильтров Мура в зависимости от свойств твердой составляющей муты варьирует в широких пределах: в сутки на 1 м<sup>2</sup> фильтрующей поверхности получают от 140 до 470 кг (в лучших случаях до 750 кг) осадка. Преимущество периодически действующих вакуум-фильтров перед непрерывно действующими заключается в лучшей промывке осадка (в особенности илистого), в более чистых фильтрах и в более продолжительной службе фильтрующей ткани.

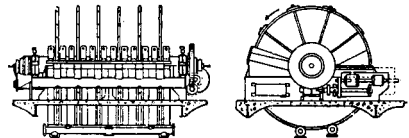
К числу непрерывно действующих В.-ф. относятся фильтры Оливера



Фиг. 3.

Оливера (фиг. 3) и Портленда фильтрующей поверхностью является поверхность вращающегося цилиндра, а в америк. фильтре (фиг. 4) — дисков. Нижн. части фильтрующих поверхностей погружены в бак с мутью. Под большей частью этих поверхностей создается вакуум, благодаря которому проходящая через бак часть фильтрующей поверхности осаждают на себе нужное количество твердой составляющей муты, пропуская через себя соответствующее количество фильтра. По выходе из бака на некоторых определенных участках пути движущейся филь-

трующей поверхности происходят: просасывание воздуха через слой осадка для лучшего удаления маточного раствора, затем промывка осадка сначала слабым раствором и потом водой. На всех упомянутых находящихся как внутри, так и вне бака участках пути под фильтрующей поверхностью поддерживается вакуум. На некотором расстоянии пути, до момента опускания фильтрующей поверхности в бак, вакуум сменяется давлением, производимым сжатым воздухом, благодаря чему осадок на этом участке пути отстает от фильтрующей поверхности и легко снимается скребком. Для того чтобы произвести все указанные сложные операции, под фильтрующей поверхностью имеется ряд отдельных камер, соединенных между собой при помощи трубоко со специальным распределительным клапаном, назначение которого состоит в отсасывании и разделении различных растворов, а также в подаче сжатого воздуха.



Фиг. 4.

на соответствующих участках пути фильтрующих поверхностей. Размеры непрерывно действующих В.-ф. варьируют в широких пределах; так, для фильтра Оливера диаметр цилиндра колеблется от 0,914 м до 4,267 м; длина — от 0,152 м до 7,315 м. В широких пределах колеблется и производительность: 1 м<sup>2</sup> фильтрующей поверхности в сутки осаждают от 730 до 4900 кг, а в некоторых случаях до 7300 кг. Высокие числа производительности характерны для муты с легко фильтруемой крупнозернистой твердой составляющей; для илистых мутей они ниже. Так, в случае фильтрации плов цианирования среднюю суточную производительность 1 м<sup>2</sup> фильтрующей поверхности следует считать около 2500 кг, а для флотационных концентратов ~ 3000 кг. Производительность 1 м<sup>2</sup> фильтрующей поверхности америк. В.-ф. в сутки (в кг) такова:

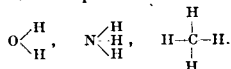
Свинцовые концентраты	9 750—12 700
Цинковые	1 230—19 500
Рудный ил.	970—3 900
Ил из шихтования	1 460—3 000
Медные флотацион. концентраты	970—2 925
Угольная пыль и выески	4 870—14 600

Лит.: Richards R. H., Locke C. E., Bray J. L., *Textbook of Ore Dressing*, p. 334—342, N. Y., 1925; Liddell D. M., *Handbook of Chemical Engineering*, p. 290—297, New York, 1922; Liddell D. M., *Handbook of Non-ferrous Metallurgy*, p. 208—226, N. Y., 1926. Г. Урахов.

**ВАЛ ГРЕБНОЙ**, см. Гребной вал.

**ВАЛЕНТНОСТЬ**, число, указывающее, сколько атомов водорода может присоединить или заместить атом данного элемента. Учение о В. в более широком смысле одинако рассматривает также и весь вопрос о природе химических сил. После того как Дальтон в 1802 году ввел в химию учение об атомах, на химические соединения стали смотреть как на собрания множества химич.

частиц, или молекул, из которых каждая построена из атомов. Применение закона Авогадро (см. Газ) вместе с химическим анализом позволило далее определить количество атомов каждого рода, входящих в состав молекулы. При этом было установлено характерное различие между атомами различных элементов. В то время как некоторые элементы, например Cl, Br, J, способны удерживать не больше одного атома водорода: Cl—H, Br—H, J—H, атом кислорода соединяется с двумя, атом азота—с тремя, атом углерода—с четырьмя атомами водорода:



Под В., значностью, атомностью, подразумевается число, показывающее, сколько атомами водорода способен соединиться атом данного элемента или сколько атомов водорода он способен заместить. Таким образом хлор одновалентен в HCl, кислород двухвалентен в H<sub>2</sub>O, азот трехвалентен в NH<sub>3</sub>, углерод четырехвалентен в CH<sub>4</sub>. Очевидно, что мерой В. могут служить не только водород, но и другие одновалентные атомы. Так, состав молекулы хлористого натрия NaCl приводит нас к заключению, что натрий одновалентен; из ф-л CaCl<sub>2</sub>, AlCl<sub>3</sub>, PCl<sub>5</sub> мы заключаем о двухвалентности кальция, о трехвалентности алюминия, о пятивалентности фосфора. К такому же результату мы придем, если в качестве меры возьмем атом кислорода с валентностью, равной 2. В этом случае придется исходить из состава окислов, например: Na<sub>2</sub>O, CaO, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>. Наконец к тем же числам приводит и рассмотрение процессов замещения. Так, В. натрия, кальция, алюминия м. б. выведены из того факта, что атом Na замещает в кислотах один атом водорода, Ca—два и Al—три атома водорода.

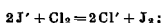
Если некоторые исследователи (например Кольбе) придавали этим числам лишь описательное значение, то впоследствии, следуя Кекуле, в них уже стали непосредственно усматривать число отдельных сил или единиц с р о д с т в а, действующих от атома к атому и взаимно насыщающих друг друга. Число это для каждого данного элемента принималось постоянным. «В. есть одно из основных свойств атома, столь же постоянное и неизменное, как самый атомный вес» (Кекуле, 1861 год). Допущение Кекуле, что атом углерода обладает 4 такими единицами сродства, и последовательное применение вытекающих отсюда структурных формул привели к блестящему развитию органической химии. Свое завершение теория Кекуле получила в стереохимии, разработавшей идею о пространственном расположении этих 4 единиц сродства. В области неорганической химии результаты были менее благоприятны: представление о постоянной валентности оказалось здесь несостоятельным. Большое количество фактов говорило за то, что В. одного и того же элемента может принимать различные числовые значения. Так, хлор одновалентен в HCl и семивалентен в Cl<sub>2</sub>O<sub>7</sub>, фосфор трехвалентен в PCl<sub>3</sub> и пятивалентен в PCl<sub>5</sub>,

сера двухвалентна в H<sub>2</sub>S, четырехвалентна в SO<sub>2</sub> и шестивалентна в SF<sub>6</sub>, в SO<sub>3</sub> и в H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>. Все же была найдена общая основа для всей неорганич. и органич. химии, которая и составляет содержание старой теории валентности. Носителем всех свойств индивидуального химическ. соединения является молекула, образующая замкнутую в себе систему. Атомы удерживаются в молекуле благодаря взаимному насыщению атоме В. Химическая реакция сводится к сплещению атомных В. с предварительным расторжением уже существовавших связей. Отсюда вытекает принципиальное отличие химических процессов от чисто физических, при которых молекулы остаются неизменными. Химические молекулы отожествляются с кинетическими (см. Газ), что еще больше укрепляет тот взгляд, что молекула как замкнутая единица определенного состава существует также и в других агрегатных состояниях, при всяких иных условиях. Энергетические явления при химической реакции приписываются энергии взаимного насыщения валентностей. Количество энергии эта сильно меняется в зависимости от свойств участвующего в реакции элемента; в случае натрия и хлора например взаимное насыщение одной единицы валентности сопровождается большим выделением энергии, чем в случае иода и хлора. Качественно существует однако лишь один вид с р о д с т в а (унитарная теория), действующего непосредственно от одного атома к другому в виде отдельных направленных сил. После крушения электрической теории сродства, предложенной Берцелиусом в 1819 г., вопрос о природе химической силы оставался открытым. Известно о ней только то, что она действует лишь на малых расстояниях. Таковы основы старой теории В., господствовавшей во второй половине прошлого века. Недооценка таких явлений, как электролиз, и игнорирование электрической полярности между элементами при образовании соединений объясняются главным образом преобладающим влиянием органической химии, в которой указанные явления играли второстепенную роль.

За последние десятилетия накопилось все больше и больше фактов, противоречащих старой теории. Если это противоречие менее сказывалось в области органич. химии, на почве которой и выросла старая теория, то в неорганической химии оно привело к принципиально новым взглядам, легшим в основу новейших представлений о природе В., принятых современной физикой и химией. Для ясности попытаемся лишь схематично ответить на следующие три основных вопроса: почему представление об отдельных направленных силах не могло быть удержано? в чем оказалась несостоятельной унитарной теории, признающей лишь один вид сродства? в какой мере преувеличено было значение химической молекулы? Новые взгляды в неорганич. химии были следствием, в первую очередь, развития двух областей: учения об ионах и координационной теории. Электрохимия, рассматривавшаяся ранее как обособленная область, после установления Аррениусом в 1887 году

теории электролитической диссоциации (см. *Диссоциация электролитической*) становится в центре внимания. Успех этой теории, утверждающей, что при простом растворении в воде—процессе чисто физическом—такая молекула, как NaCl, перестает существовать, распадаясь на противоположно заряженные частицы натрия и хлора, не мог не оказать глубокого влияния на основы, допущения старой теории В. Определения молекулярного веса показали, что в водных растворах электролитов кинетические молекулы не соответствуют химическим, выражаемым обычными формулами. Из изучения электролиза вытекало далее, что при выделении элемента из раствора сильного электролита преодолевать приходится в сущности его средство к электричеству, электросродство (Абегг и Бодлендер), а не средство атома к атому (потенциал, при котором напр. медь выделяется из растворов медных солей, практически не зависит от характера аниона). Отсюда был сделан вывод о важном значении электрических зарядов в таких гетерополярных соединениях, в противоположность гомеополарным, в которых влияние их сказывается менее. Критерием полярности служит, в первую очередь, наличие ионизации, хотя бы и минимальной. Заряды эти повидимому должны существовать и в недиссоциированном состоянии. Они не насыщают какие-либо В., а сами являются этими В. Поэтому, в согласии с законом Фарадея, В. соответствует количеству электрических зарядов отдельных ионов. Отсюда—принципиальное различие между положительной и отрицательной В. В NaCl натрий обладает положительной В., равной единице, хлор—отрицательной В., также равной единице; валентность же свободного атома натрия равна нулю. В противоположность взгляду Берцеллуса, атомы Na и Cl соединяются не под действием уже готовых электрических зарядов, а благодаря стремлению получить таковые (электросродство). Таким образом связь заряженных атомов в молекуле—по существу электростатическ. характера. Под влиянием высокой диэлектрической постоянной воды связь эта настолько ослабляется, что заряженные частицы получают свободу движения (Нернст). Абеггу мы обязаны также установлением важного соотношения между максимальной положительной (кислородной) В. и отрицательной (водородной) В., сумма которых равна 8.

Представление об электросродстве, высказанное Абеггом и Бодлендером, не привело однако к упразднению старой теории. Довольно долго обе точки зрения существуют одна наряду с другой; отсюда—ряд противоречий. Такой процесс, как вытеснение одного элемента другим, например действие хлора на иодистый водород, формулируется для растворов, по ионной теории, как явление, связанное с электросродством:

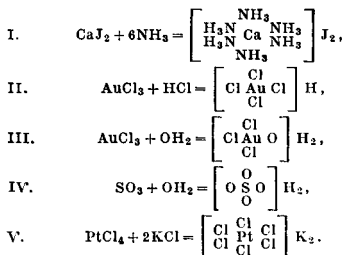


аналогичные реакции вне раствора рассматриваются в духе старой теории как перемона связей в молекулах, как насыщение В.:



Однако ясно, что объяснение в обоих случаях должно быть единым. Во всех таких случаях первичный и существующий процесс должен состоять в перезарядке, а образование молекул в тех случаях, где они имеют значение, представляет собой вторичный процесс. Несмотря на наглядность таких представлений, первый сокрушительный натиск на старую теорию был направлен не отсюда, а со стороны чисто препаративной неорганической химии.

Реформа эта связана главным образом с именем Альфреда Вернера. Огромный экспериментальный материал, систематизированный Вернером и его школой, указывал на то, что способность атома проявлять средство не исчерпывается его максимальной В. Напротив, как правило, соединения первого порядка (состоящие из двух элементов) способны еще соединяться между собой, образуя соединения высшего порядка. Приведем несколько примеров:



Способность эта является столь общей, а аналогия между высшими галлоидными и высшими окисными соединениями—столь полной, что прежняя теория, которая не может дать единого толкования для образования хим. соединений, с точки зрения Вернера, должна быть признана принципиально ошибочной. Ошибку Вернер усматривал в догме об отдельных направленных силах. Взамен этого он выставил следующее положение (1891 г.): «средство есть сила притяжения, действующая равномерно из центра атома по направлению ко всем частям его поверхности». Сфера действия атома—шар. Нет никаких предсуществующих отдельных единиц В.; способность же каждого атома удерживать около себя лишь строго определенное число атомов других элементов находится в зависимости от того обстоятельства, что с одной стороны, силы притяжения между атомами (силы средства) действуют заметно лишь на малых расстояниях и, с другой стороны, в непосредственной близости от данного атома (внутри сферы) может поместиться только ограниченное количество других атомов или групп. Таким образом, по Вернеру, В. тесно связана с заполнением пространства, точнее—с относительными размерами сфер влияния частиц, сочетающихся между собою. Только таким путем можно объяснить, что атомы в различных уже готовых соединениях находятся во взаимодействии между собой, образуя часто весьма прочные связи, принципиально ничем не отличающиеся от

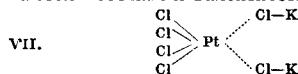
таковых в соединениях первого порядка. Вместо старого учения о В. Вернер дает координационную теорию, вместо прежних структурных ф-л—координационные ф-лы (I)—(V), в к-рых, как например для серной к-ты, 4 атома кислорода так же равномерно сгруппированы вокруг атома серы, как в платинохлористодородной кислоте 6 атомов хлора вокруг атома платины:



структурная ф-ла                      координационные формулы

Количество атомов или групп, связанных с центральным атомом, или его координационное число, часто больше, чем его В. в старом смысле; на этом и основана возможность образования соединений высшего порядка. Максимальное координационное число определяется для каждого атома из состава соответствующих его соединений, лучше всего — из а м м и а к т о в (см. *Комплексные соединения*). Исследования показали, что оно не зависит от характера групп, связанных с центральным атомом, и в большинстве случаев равняется 6. Важнейшими исключениями являются углерод и азот с координационным числом 4.

Учение Вернера не касается одной важной проблемы, сущность которой лучше всего пояснить на след. произвольно выбранном примере. Если в хлороплатинате калия все 6 атомов одинаково связаны с атомом Pt [формула (V)], то почему не существует хлорида платины сост.  $\text{PtCl}_4$ ? Действительно высший хлорид платины, производным которого является хлороплатинат, будет  $\text{PtCl}_4$ . То же самое относится и ко всем другим комплексам. Спрашивается, почему платина в комплексе все же шестивалентна. Вернер пытается обойти эту трудность, различая главные и побочные В. Так, в соединении первого порядка 4 Cl связаны главными В. с Pt. При присоединении же хлористого калия дальнейшие 2 Cl связываются побочными валентностями:



Вернер сам однако подчеркивает, что после того, как побочные В. привели уже к связи между соединяющимися атомами, различие между побочными и главными В. исчезает и сродство равномерно распределяется между всеми атомами или группами. Такое различие между главной и побочной В., по которому последняя либо не действует, т. е. не существует, либо действует, а тогда ни в чем не отличается от главной В., нельзя признать удовлетворительным. Как мы увидим ниже, новейшая теория весьма наглядно объясняет и это явление. Громадное значение исследований Вернера заключается в том, что они подготовили почву, на к-рой выросла современная теория, основанная на теории строения атома, предложенной Бором и Рёзерфордом (Rutherford).

Проблема внутреннего строения химич. соединений сводится в первую очередь к тесно связанным между собой вопросам о

природе химических сил и о сущности числовых значений валентности. Совершенно очевидно, что рациональная теория сродства немислима без определенного представления о строении носителя этих свойств—атома. После того как Гельмгольц в 1881 г. пришел к выводу об атомистичности электричества, исследования катодных и каналовых лучей, а также и оптических свойств различных веществ показали, что элементарные частицы электричества — электроны — входят в состав атомов материи. Вскоре возникло предположение о тесной зависимости между числовым значением В. и соответствующим числом слабо связанных электронов. К такому взгляду на основании исследования дисперсии пришел Друде и Дж. Дж. Томсон. Названные физики, независимо друг от друга, уже в 1904 году высказали взгляд, согласно которому при образовании бинарного соединения из элементов (например NaCl) один вид атомов отдает электроны (валентные электроны), а другой присоединяет их. Дж. Дж. Томсон кроме того указал на то, что образовавшиеся при этом ионы должны обладать особенно устойчивым расположением электронов. Построение Рёзерфордом и Бором новой модели атома (в 1913 г.) позволило затем (в 1916 г.) Льюису и в особенности Косселю сделать дальнейший важный шаг по пути к выяснению природы сродства и валентности. Основываясь на взглядах Томсона и Друде и на модели атома Бора и опираясь на большой фактический материал, систематизированный Вернером и Абегом в периодической системе, Коссель с помощью законов электростатики воскресил дуалистические воззрения Берцелиуса и развил теорию полярных соединений, сумевшую дать единое объяснение множеству непонятных до тех пор фактов.

Коссель исходит из следующих представлений. Атом построен из положительно заряженного ядра и электронной оболочки; в поле атома поэтому не может быть места для иных сил, кроме электрических. Вопрос лишь в том, являются ли силы, действующие между составными частями атома, чисто электростатическими или играют роль также действия движущихся зарядов (электродинамические силы). Прежде всего Коссель останавливается на применимости закона Кулона для атомных измерений. Теория спектров Бора и опыты Рёзерфорда над рассеянием  $\alpha$ -лучей действительно указывают на процессы в атомах, при которых заряды притягиваются обратно пропорционально квадрату расстояния. Отсюда непосредственно вытекает важный вывод для понимания химических сил. Если при взаимодействии между частями атомов можно пользоваться обычными представлениями об электрическом силовом поле, то это означает, что каждый заряд действует на каждый другой заряд. Силы же между ближайшими зарядами будут, правда, особенно велики, но всякий из них должен действовать также и на более отдаленные заряды. Иными словами, теория поля исключает существование отдельных направленных сил. Коссель ограничивается рассмотрением простейшего случая

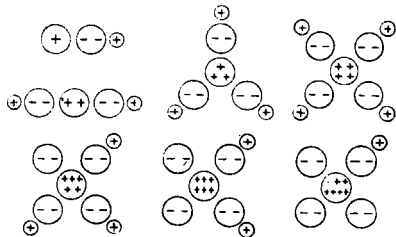


возникновения полярных молекул и различает две стадии: 1) образование ионов и 2) сдвигание готовых ионов. Первая стадия связывается со стремлением атомов получить устойчивую электронную оболочку ближайшего благородного газа (см. *Периодическая система*). Так например калий при взаимодействии с хлором теряет один электрон, а хлор приобретает его, в результате чего получаются ионы калия и хлора, обладающие оба таким же числом электронов, как и аргон. Во второй стадии речь идет о притяжении ионов, которые рассматриваются как заряженные шары, причем заряд сосредоточен в центре шара. Слиянию зарядов препятствуют электронные оболочки, действующие отталкивающим образом, благодаря чему поверхность ионов непроницаема. Введением столь простых представлений и применением законов электростатики Косселю удается объяснить такие различные химические явления, как образование комплексных соединений, диссоциация, кислотный и щелочной характер соединений и проч. Если имеем два иона, то работа удаления их друг от друга в бесконечность определяется выражением:

$$A = \frac{1}{\epsilon} \cdot \frac{e_1 \cdot e_2}{r_1 + r_2} \quad (1)$$

где  $\epsilon$ —диэлектрик. постоянная среды,  $e_1$  и  $e_2$ —заряды ионов,  $r_1$  и  $r_2$ —радиусы ионов. При удалении иона из молекулы, состоящей из большего числа частиц, нужно принимать во внимание притяжение и отталкивание его от всех остающихся ионов, что ведет к сумме выражений, аналогичных формуле (1). Получаемый порядок величин для  $A$  действительно соответствует обычным теплотам реакции. Простой расчет далее показывает, почему например молекула NaCl благодаря тепловому движению в водном растворе диссоциирует на ионы, а в газобразном состоянии—нет (влияние диэлектрической постоянной среды). Весьма наглядно объясняется образование комплексных соединений. Возьмем например раствор  $PtCl_4$ , который содержит ион  $Pt^{+++}$ . При прибавлении KCl образуется анион  $(PtCl_6)^{-}$ . Благодаря своему высокому положительному заряду ион платины притягивает к себе еще два чужих иона хлора, причем этот процесс протекает с выигрываемой энергией. При разряде же иона  $(PtCl_6)^{-}$  на аноде два электрона отдаются, два атома хлора теряют заряды и отпадают от комплекса; на аноде выделяется хлор. С утратой заряда исчезают и связи в атомной шее силы. Косселю также впервые удалось связать кислотный и щелочной характер химических соединений со строением молекул. В ряде:  $NaOH$ ,  $Mg(OH)_2$ ,  $Al(OH)_3$ ,  $Si(OH)_4$ ,  $PO(OH)_3$ ,  $SO_2(OH)_2$ ,  $ClO_2(OH)$  первый член—сильное основание, второй—слабое основание, третий—амфотерное соединение, а дальнейшие соединения представляют собой кислоты возрастающей силы (строение этих соединений показано на приведенной фиг.). Отщепление группы  $OH'$ , являющейся носителем щелочного характера, при движении слева направо происходит все труднее благодаря тому, что возрастающий положительный заряд централь-

ного атома все сильнее и сильнее удерживает  $O'$ . Отщепление же иона  $H'$  по мере перехода слева направо в приведенном ряду все более и более облегчается вследствие возрастающего отталкивания со стороны положительного центрального атома. Приблизженный расчет показывает, что для средних представителей ряда работы отщепления  $OH'$  и  $H'$  примерно равны. Здесь и наблюдается переход от щелочного характера химического соединения к кислотному. Простое объяснение получает и правило Абега



(см. выше). Число электронов, которое атом должен отдать, чтобы получить группировку электронов, подобную группировке благородного газа с меньшим атомным номером, определяет его положительную  $V_+$ , число же электронов, к-рое он должен присоединить, чтобы получить электронную группировку благородного газа с большим атомным номером, определяет его отрицательную  $V_-$ . Так как в первых периодах разница между числом электронов в атомах двух следующих друг за другом благородных газов равна 8, то отсюда ясно, почему сумма положительной и отрицательной  $V$  во многих случаях равна 8. Приведенные немногие примеры достаточно ясно показывают плодотворность новой точки зрения. Преимущество такого воззрения, по сравнению с попыткой Берцелиуса рассматривать хим. силы как электростатические, можно отметить в двух отношениях: 1) в описанной теории делается ограничение на случай строго полярных соединений, определяемых при помощи периодической системы; 2) в ней вводится понятие об объеме ионов, о котором во времена Берцелиуса, 100 лет тому назад, знали столь же мало, как о периодич. системе. Представление об ионах как о заряженных твердых сферах разумеется — только предельный случай, который может служить исходной точкой для грубого приближения; из статей Косселя однако явствует, что он отдаст себе отчет в этом обстоятельстве.

Дальнейшим количественным развитием воззрений Косселя мы обязаны Борну. После открытия Лауе и работ обоих Бреггов Дебая и Шерера на примере фтористого лития ( $LiF$ ) показали, что кристаллы щелочно-галлоидных солей построены из ионов, обладают ионной решеткой (см. *Кристаллы*). Прочность таких кристаллов обуславливается теми же силами, что и прочность молекул. Исходя из этого, Борн не только вычисляет ряд оптич. и механических свойств кристаллов, но и дает количественную теорию полярных соединений. В этой

теории, поставившей себе целью вычислить энергию образования солей из атомных констант элементов, большую роль играет новая термохимич. величина, введенная Борном, — энергия решетки  $U$ . Энергия эта равна работе, необходимой для разрушения кристаллическ. решетки на бесконечно удаленные друг от друга ионы. Равновесие ионов в кристалле достигается взаимодействием, с одной стороны, сил электростатич. притяжения между противоположными зарядами и, с другой стороны, расталкивающей силой между электронными оболочками ионов. Рассматривая в первом приближении расталкивающую силу как центральную, убывающую по мере увеличения показателя степени расстояния  $r$ , Борн и Ланде выражают силу между двумя ионами  $K$  уравнением:

$$K = \frac{a}{r^n} - \frac{b}{r^{n+1}}, \quad (2)$$

где  $a$ ,  $b$ ,  $n$  — константы ( $n > 1$ ). Для кристаллов Борн и Ланде находят:

$$U = \frac{N \cdot e_1 \cdot e_2 \cdot a}{8r} \left(1 - \frac{1}{n}\right), \quad (3)$$

где  $N$  — число Авогадро,  $e_1$  и  $e_2$  — заряды ионов,  $a$  — потенциал Маделунга, зависящий от типа решетки,  $r$  — расстояние между ионами противоположного знака в решетке. Константа  $U$  вычисляется из сжимаемости и плотности кристалла. Чем меньше сжимаемость, тем очевидно больше  $n$ . Для ряда щелочно-галлоидных солей упомянутые авторы находят  $n \approx 9$ . Так. образом второй член уравнения (3), соответствующий энергии расталкивающих сил (точно вычислить его пока невозможно), относительно невелик, и энергия решетки составляет примерно  $\frac{8}{9}$  от электростатической энергии. Поэтому числа, полученные Борном и Ланде, д. б. близки к истине. Если подставить числовые значения:  $N = 6,06 \cdot 10^{23}$ ,  $\alpha = 13,94$ ,  $e = 4,774 \cdot 10^{-10}$ ,  $n = 9$ , перечислить на калории и выразить  $r$

через  $V$  ( $r = 0,938 \sqrt[3]{V \cdot 10^{-8}}$ ), где  $V$  — молекулярный объем, равный  $\frac{\text{молекулярный вес}}{\text{плотность}} = \frac{M}{d}$ , то получается  $\phi$ -ла Борна, действительная для кристаллов типа NaCl:

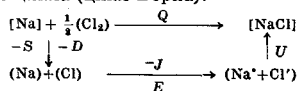
$$U = 545 \sqrt[3]{\frac{d}{M}} \text{ Cal.} \quad (4)$$

В таблице приведены вычисленные таким путем значения энергии решетки для щелочно-галлоидных солей.

Энергия решетки в Cal.

Соль	$U$	Соль	$U$	Соль	$U$
NaCl	183	KCl	164	RbCl	156
NaBr	172	KBr	156	RbBr	149
NaJ	158	KJ	145	RbJ	140

Для экспериментальной проверки своей теории Борн представил круговой процесс в виде цикла (цикл Борна):



В цикле Борна образование соли из элементов мыслится двумя способами: 1) не-

посредственным соединением, причем выделяется теплота  $Q$ , и 2) обходным путем, при котором образование например твердого хлористого натрия  $[NaCl]$  из металлического натрия  $[Na]$  и газообразн. хлора  $(Cl_2)$  распадается на следующие стадии: 1)  $[Na]$  сублимируется, причем затрачивается теплота сублимации  $-S$ ; 2) от газообразных атомов натрия  $(Na)$  отрывается по одному электрону, на что расходуется энергия ионизации  $-J$ ; 3) сообразя молекулам хлора энергию диссоциации  $D$ , их диссоциируют на атомы, которые присоединяют по одному электрону, выделяя энергию  $E$  — средство к электрону; 4) наконец газообразные ионы  $(Na^+)$  и  $(Cl^-)$  образуют кристалл  $[NaCl]$ , при этом выделяется энергия решетки  $U$ . Все значения относятся к 1 грамму атома элементов или 1 грамм-молекуле соли. Для теплоты образования  $[NaCl]$  получаем следующее:

$$Q_{NaCl} = -S_{Na} - J_{Na} + E_{Cl} - D_{Cl} + U_{NaCl} \quad (5)$$

$$\frac{98,6}{98,6} = -\frac{26}{26} - 117,5 + 89 - 27 + U_{NaCl}$$

Отсюда, в согласии с теорией:  $U_{NaCl} = 180$  Cal. Однако значения для средства галоидов к электрону, которыми мы располагаем в настоящее время, ненадежны. Более достоверные (но менее доказательные) результаты дает сравнение относительных значений энергии решетки. Для двух солей с одним и тем же анионом мы имеем напр.:

$$\Delta U = U_{NaCl} - U_{KCl} = (Q_{NaCl} - Q_{KCl}) + (S_{Na} - S_K) + (J_{Na} - J_K).$$

Здесь справа — все величины, измеренные на опыте. Совпадение между теоретическими значениями и экспериментальными оказалось удовлетворительным.

На интересное применение теории Борна указали Гримм и Герцфельд. Основываясь на круговом процессе, они подошли к вопросу о валентности металлов и химич. энергии благородных газов. Авторы задался вопросом, почему нет таких соединений, как  $NaCl$ ,  $NaCl_2$ ,  $MgCl_3$ ,  $AlCl_4$ . В соответствии с опытом вычисление показало, что теплоты образования подобных соединений, являющиеся приблизительно мерой средства, имеют сильно отрицательные значения. Поэтому такие соединения не могут существовать. Объясняется это тем, что движущие силы химической реакции — энергия решетки и средство к электрону (если оно положительно), — обуславливающие в круговом процессе положительный баланс энергии, в данном случае недостаточны для преодоления больших энергий, связанных с отрывом электрона от оболочки благородного газа. Из возможных соединений:  $MgCl$ ,  $MgCl_2$ ,  $MgCl_3$  или  $AlCl$ ,  $AlCl_2$ ,  $AlCl_3$ ,  $AlCl_4$  наиболее устойчивыми оказываются, в согласии с опытом,  $MgCl_2$  и  $AlCl_3$ .

В основе всех приведенных до сих пор воззрений лежит допущение, что в молекуле или в кристаллах ионы остаются неизменными. Однако уже Коссель указал, что электростатическое поле катиона должно производить на анион деформирующее действие в том смысле, что катион перетягивает к себе электронную оболочку

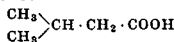
ку аниона. Различные степени этого смещения позволяют объяснить переходные формы между молекулами с идеальной ионной связью, с одной стороны, и неполярными соединениями, с другой стороны. Габер отметил важное следствие, вытекающее из способности ионов деформироваться; он показал, что энергия, освобождающаяся при соединении водородного иона с галоидным ионом в молекулу галоидоводорода, многим больше (приблизительно на 100 Cal), чем можно было бы ожидать, принимая недеформированные ионы. Габер толковал столь большой энергетический эффект в смысле смещения ядра галоидного иона по отношению к его оболочке, а Рейс на этом основании поставил особые свойства водородных соединений в связь с сильным деформирующим действием водородного иона. Независимо от этого Борн пришел к убеждению, что для объяснения физических свойств некоторых кристаллов (остаточные лучи, упругие и пьезоэлектрические константы) нужно принять во внимание деформируемость ионов. Самое наглядное указание на взаимную деформацию ионов в солеобразных соединениях дано Мейзенгеймером (в 1921 году), который объяснил цвет некоторых солей искажением (деформацией) ионов. Так как многие соли свинца и многие иодиды бесцветны, то свободные ионы свинца и иода нужно считать бесцветными. А из того, что иодистый свинец интенсивно желтого цвета, нужно заключить, что в этом соединении электронная оболочка (по крайней мере одного из ионов) испытала изменение под влиянием другого иона. Таких примеров можно привести множество. Указания на деформацию ионов можно найти у Лангмюра и Льюиса. Наконец Дебай сделал попытку свести ван-дер-ваальсовские силы к взаимной поляризации молекул, причем электрическому моменту молекул приписывается поляризующее действие на соседние молекулы. В последнее время влияние деформации ионов и молекула на свойства химических соединений (мерой которой может служить молярная рефракция) подвергнуто систематическому изучению. Фаянс сумел объяснить целый ряд свойств солеобразных соединений (окраска, растворимость, проводимость в твердом состоянии, фотоэлектрическая электропроводность) с точки зрения деформации электронных оболочек и установил между ними определенные зависимости. Борн и Гейзенберг подвергли затем (в 1924 году) проблеме деформации ионов количественному изучению. Они вычислили для простейших молекул энергию  $V$ , освобождающуюся при соединении газообразных ионов в молекулы пара. При этом они применили те же принципы, которые Борн ввел для вычисления энергии решетки  $U$ , с тем различием, что в молекуле принимается во внимание односторонняя поляризация ионов, связанная со значительным энергетическим эффектом. Сравнение вычисленных значений с экспериментальными с помощью уравнения  $V=U-S$  (где  $S$ —теплота сублимации соли) дало приблизительно совпадение.

Если в области полярных соединений результаты, достигнутые новой теорией,

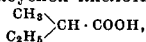
несомненно замечательны, то нельзя того же сказать о гомеополярных соединениях. Здесь теория находится еще в зачатке. Достаточно отметить, что строение простейшей молекулы,—водорода, еще совершенно неизвестно, не говоря уже о более сложных, наприм. органических, молекулах. Причина этого в том, что нам неизвестны квантовые законы системы, состоящей из ядра и хотя бы двух электронов, например атома гелия. Атомы же гомеополярных молекул повидимому тем и отличаются, что, в отличие от атомов полярных молекул, они имеют общие электроны. Под гомеополярными, или неполярными, веществами мы вообще подразумеваем такие, в которых нет указаний на существование противоположно заряженных атомов. Мы можем их подразделить на три большие группы, обладающие весьма различными свойствами. 1) Молекулы, построенные из атомов металлоидов. Сюда относятся напр.  $H_2$ ,  $N_2$ ,  $O_2$ ,  $F_2$ ,  $CO$ ,  $NO$ ,  $JCl$ ,  $CH_3 \cdot CH_3$  и почти все органические соединения. Силы, обусловившие сцепление молекул и атомов, здесь различны между собой. Вещества эти относительно летучи; как правило не проводят электрического тока и в твердом состоянии образуют молекулярные решетки. 2) Алмазоподобные вещества с тетраэдрической связью, напр.  $[C]$ ,  $[Si]$ ,  $[CSi]$ ,  $[Ge]$ ,  $[Sn]$  и некоторые соединения этих элементов с соседними элементами в периодическ. системе, например  $[BN]$ ,  $[AlN]$ . Вещества эти нелетучи и показывают атомную решетку. Часть их не проводит электрического тока. 3) Металлы и интерметаллическ. соединения, наприм.  $[Na]$ ,  $[Cu]$ ,  $[Cu_2Mg]$ ,  $[NiCd]$ ,  $[FeZn]$  и различные сплавы. Здесь повидимому силы, обуславливающие сцепление молекул и атомов, одни и те же. Вещества эти обычно трудно летучи, образуют атомные решетки и хорошо проводят электрический ток. О механизме гомеополярной связи мы практически ничего не знаем. Ни одна из предложенных теорий не дала сколько-нибудь удовлетворительных результатов. Новая волновая механика Шредингера (см. *Спр. ТЭ*, т. 1, стр. 56) обещает повидимому пролить свет и на эту пока еще темную область.

Лит.: Сборник «Новые идеи в химии», 3. Валентность, СПб, 1913; Кондратьев В. Н., Семенинов Н. Н., Харитон Ю. В., *Электронная химия*, Москва—Ленинград, 1927; Wegner A., *Neuere Anschauungen auf d. Gebiete d. anorganischen Chemie*, Braunschweig, 1923; Lewis G. N., *Valence and the Structure of Atoms and Molecules*, New York, 1923; Grimm H. G., *Atom- und Molekularchemie* (Atomchemie), Handbuch der Physik, B. 24, Kap. 6, Berlin, 1927. И. Назаровский.

**ВАЛЕРИАНОВАЯ КИСЛОТА** (Acidum valerianicum officinale, Baldriansäure), состава  $C_8H_{16}O_4$ —COOH, встречается в природе в корне аптечной валерианы и в других растениях, а также в дельфинийе и тюленьем жире, частью в свободном состоянии, частью в виде солей и сложных эфиров. В. к. представляет собою жидкость с резким неприятным запахом. Природная кислота является смесью двух изомеров: изовалериановой оптически недействительной кислоты

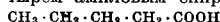


и метилэтилуксусной кислоты

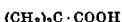


вращающей плоскость поляризации вправо.

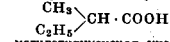
Валериановая кислота образуется при окислении многих жиров, яичного белка, а также при гниении альбуминов. Встречается в продуктах сухой перегонки дерева и бурых углей. В технике получается из валерианового корня (для чего последний обрабатывают водяным паром в присутствии фосфорной к-ты или хромовой смеси) или окислением амилowego алкогoля брожения двуххромовокислым калием в присутствии серной к-ты. В обоих случаях получается смесь обеих изомерных кислот. Присутствие оптической деятельной к-ты обнаруживается по вращению плоскости поляризации вправо. В. к., полученная окислением амилowego спирта брожения, содержит меньше вращающей метилэтилуксусной кислоты, чем к-та из валерианового корня, т. к. при процессе окисления часть деятельной к-ты разрушается. По свойствам своим обе В. к.—как полученные из валерианового корня, так и из амилowego алкогoля—жидкости, бесцветные, маслянистые, кипящие в безводном состоянии при 175°; уд. вес их при 15° равен 0,938; они растворяются в 30 ч. воды, с образованием моногидрата, кипящего при 165°, смешиваются с эфиром, спиртом, хлороформом и аммиаком и затвердевают при -51°. Согласно теории строения могут существовать (и действительно экспериментально получены) четыре В. к. с общей формулой  $\text{C}_8\text{H}_{16}\text{O}_4$ , соответствующие четырем амилowym спиртам:



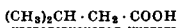
нормальная валер. к-та



триметилуксусная кислота



метилэтилуксусная кислота



изовалериановая кислота

Нормальная В. к., отвечающая нормальному алкогoлю, из к-рого она и получается путем окисления, представляет собой бесцветную жидкость;  $t_{\text{кип.}}$  ее 184—185°, уд. в. при 20°—0,9415; встречается в небольшом количестве в сырых продуктах сухой перегонки дерева, пахнет масляной кислотой, растворяется только в 27 объемах воды.

Метилэтилуксусная к-та—жидкость, кипящая при 173—175°; уд. в. ее при 17°—0,9405; в природе сопровождается изовалериановой к-ту; вращает плоскость поляризации вправо:  $[\alpha]_{\text{D}}^{20} = +17,85^\circ$ , но при ее искусственном получении (при действии водорода in statu nascenti на продукт соединения ангеликовой и метилкроптоновой к-т с иодоводородом) образуются оба антипода, и поэтому кислота не обнаруживает активности. Соли ее по свойствам сходны с солями изовалериановой кислоты.

Триметилуксусная к-та—твердое тело, плавится при 35,5°, кристаллизуется в виде бесцветных листочков, кипит при 163,8°. Получена впервые Бутлеровым гидратированием соответствующего нитрилатретичного цианистого бутила  $\text{C}(\text{CH}_3)_3\text{CN}$ ; получена также окислением первичного амилowego спирта  $\text{C}(\text{CH}_3)_2\text{CH}_2\text{OH}$ .

Наиболее употребительна в медицине и в технике изовалериановая к-та, об-

наруженная впервые Шеврелем в тюленьем жире, где она находится в виде глицирида. В свободном состоянии в медицине она применяется сравнительно редко (при лечении истерии и эпилептических припадков), но главн. обр. служит исходным продуктом для получения целого ряда снотворных и обезболивающих средств, как напр. в а л д о л (ментилловый эфир валериановой кислоты), б р о м у р а л (бромизовалерилмочевина) и др. В медицине применяются также и соли В. к.: цинковая, аммонийная. Сложные эфиры В. к., как например этиловый и амилowy, обладающие запахом фруктов (яблок), находят применение в производстве искусственных фруктовых вод.

Лит.: Schmidt E., Ausführliches Lehrbuch d. pharmaz. Chemie, В. 2, 6. Aufl., Braunschweig, 1922—1923; Ullmann, Enzyklopädie d. techn. Chemie, В. 4, Berlin—Wien, 1918.

**ВАЛЕРИАНОВОЕ ЭФИРНОЕ МАСЛО** получается из сушеных корней *Valeriana officinalis* L. с выходом 0,5—0,9%. Главные составные части В. э. м.: борниловый эфир изовалериановой кислоты  $\text{C}_8\text{H}_{16}\text{O}_4$ ,  $\text{COOC}_{10}\text{H}_{17}$ , свободная изовалериановая к-та, камфен, к-ты жирного ряда и др. Русские сорта растения валерианы дают в среднем ок. 0,7% В. э. м. нормального состава. Значительная часть В. э. м., имеющегося в продаже, получается из японской валерианы *V. o. var. angustifolia*—«кессо». Японское В. э. м. (выход до 8% на сухой корень) близко по запаху и свойствам к обычному В. э. м., отличается только присутствием в нем кессилового спирта  $\text{C}_{14}\text{H}_{24}\text{O}_2$ . И настоящее В. э. м. и японское находят применение в медицине.

Лит.: см. Эфирные масла.

**ВАЛКА ДЕРЕВЬЕВ** производится или с оставлением на месте пня или вместе с пнем после подрубания главных корней. Наиболее распространенным и почти единственным способом в СССР, вследствие ряда причин, является первый, тогда как в Германии, Швейцарии и Франции часто встречается и валка деревьев с корнями.

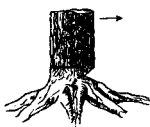
При В. д. с пня устремляются лесорубочные топоры и ручные поперечные пилы. Когда валят дерево одним топором, то сначала подрубают его с той стороны, куда хотят повалить. Подруб этот а делается, как показано на фиг. 1, примерно до сердцевины, а затем рубят с противоположной стороны так, чтобы второй подруб б был несколько выше первого. Дерево падает, когда вершины подрубов почти сойдутся, и комель поваленного ствола имеет форму двускатной крыши с гребнем недорубленных и разорванных при падении волокон. Легче всего повалить дерево в ту сторону, в которую оно «висит», т. е. имеет наклон, или с которой больше открыто сучьями. Если нужно несколько изменить направление падения дерева, то с желательной стороны оставляют часть волокон недорубленными, и такой тяж, разрываясь уже во время падения дерева, оттягивает дерево в нужную сторону. При необходимости более значительного изменения естественного направления падения ствола



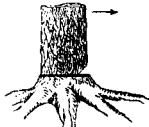
Фиг. 1.

особые рабочие, упираясь вагами в ствол на 2—3 м выше производящегося подрубка, стараются нажимом направить дерево, куда надо. Деревья тонкие (до 8 см у пня) срубаются без предварительного подрубка, причем лесоруб, работая топором в правой руке, левой рукой нажимает на ствол и т. о. валит дерево. Толстые деревья (выше 0,5 м у пня) подрубают с четырех сторон с наклонном зарубов внутрь, и тогда пень получает в середине углубление, а комель ствола имеет четыре ската. Такая валка носит название рубки котлом. При валке деревьев одним топором в отходах терется примерно ок. 5% массы комлевого 6,5-метрового бревна и затрата труда для среднего и толстого леса в 2—3 раза выше, чем при валке топором и пилой. Вследствие такой неэкономичности валка одним топором сохранилась только в самых глухих районах Союза ССР, где пилы мало распространены. Этот способ сохраняет свое значение только для мешкого леса—при заготовке жердей, кольев и тонких дров, носящих характерное название топорника.

Гораздо более экономичен и наиболее в настоящее время распространен способ валки топором и пилой вместе. Топором сначала подрубают дерево со стороны падения на глубину до  $\frac{1}{4}$  диаметра пня, а затем с противоположной стороны рабочие делают пропил двуручной пилой, направляя ее горизонтально или с легким наклоном к подрубку с расчетом вывести пропил несколько выше вершины подрубка (фиг. 2). Дерево валится, когда пропил сблизится с подрубком, и комель ствола получается почти правильно отторцованным, не требующим какой-либо дополнительной обработки при дальнейшей заготовке деловых сортиментов. На разработке необходимо наблюдать, чтобы



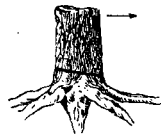
Фиг. 2.



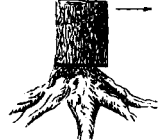
Фиг. 3.

нижняя сторона подрубка не была горизонтальной (фиг. 3) и чтобы комлевая часть ствола не была сильно стесана. Если при этом, как часто бывает, направляют пилу на вершину подрубка, чтобы все-таки не получить высокого пня, то комель нижнего бревна выходит неправильной формы, и приходится дополнительно обрезать его или оторцовывать получающиеся при распиловке такого бревна доски. Валка деревьев топором и пилой при правильной работе вызывает ничтожные потери на щепу и опилки (менее 1% от массы первого 6,5-метрового бревна) и дает возможность не оставлять пней выше 18—20 см для средних и 25 см для толстых стволов. Затрата времени при толщине дерева на высоте груди в 20—25 см на осмотр, определение направления падения и подрубку занимает у двух хороших рабочих около 2 мин., и самое пиление ок. 3 мин., если работа происходит в чистом лесу в хорошую погоду осенью или зимой при мелком снеге.

При В. д. одной пилой ее направляют несколько наклонно вниз со стороны, противоположной падению, и пилят до конца (фиг. 4). В момент начала падения дерево при этом способе опирается на пень ничтожной площадкой и часто свертывается с пня, изменяя намеченное направление падения и производя иногда ряд повреждений. Из-за отсутствия подрубка пилу при валке даже средних деревьев обычно зажимает в пропилах, и таковой приходится сильно расклинивать, вгоняя по несколько деревянных клиньев, что сильно задерживает работу. Часто дерево падает раньше, чем пропил прошел до конца, расщепляется, и на пне остается торчащий кверху недопиленный кусок ствола, нижнее же бревно является



Фиг. 4.



Фиг. 5.

испорченным отщепом иногда на длину до 2 м. Все эти недостатки заставляют отказаться от такого способа валки, хотя за границей он практикуется квалифицированными лесорубами и дает при удачной работе хорошие результаты в смысле наиболее полной утилизации древесины, так как позволяет оставлять самые низкие пни и иметь сразу хорошо отторцованный комель нижнего бревна. Для наших условий, с рабочими средней квалификации, может быть рекомендован измененный способ валки одной пилой с предварительным подпилотом, как указано на фиг. 5. Подпил делается со стороны падения, как и подруб топором, но подпилу можно легко придать форму, показанную на фигуре, с горизонтальной верхней стороной и наклонной нижней стороной, так как просунуть сравнительно узкое полотно пилы можно и при низком пне очень близко к земле, а придать такую форму подрубку нельзя из-за невозможности размаха топором для нижней стороны. Этот способ В. д. позволяет иметь правильный срез комлевого ствола и оставлять низкий пень почти такой же величины, как и при В. д. пилой без подпила, а также сохраняет и увеличивает все удобства и быстроту работы при В. д. топором и пилой совместно. Потеря древесины приходится только на массу пня. В нашей стране при В. д. пользуются исключительно парными ручными пилами, но за границей употребляются и одноручные пилы. Приемы работы остаются те же, однако работать одноручной пилой гораздо труднее, так как вследствие необходимости придать известную жесткость полотну пилы приходится увеличивать толщину пилы вдвое, что значительно отражается на работе. В Финляндии довольно удачно приспособили обычную двуручную пилу к одиночной работе, вставив для этого в ручки пилы пружинящую изогнутую полуovalом палку, которая т. о. и натягивает вместо второго рабочего полотно пилы.

При валке делового леса приходится тщательно наблюдать, чтобы дерево, во избежание поломки, при падении не попало на камень, на другой пен, на поваленное другое дерево или вообще на какое-либо возвышение. Особенно часто происходит полом, если возвышение приходится против верхней половины ствола, хотя сучья частично могут ослабить удар. Во всяком случае при повалке высоких, в особенности ценных стволов, если нет глубокого снега, часто настилают в направлении падения особую постель из сучьев, чтобы т. о. предохранить дерево от разлома при ударе о землю. При В. д. на склонах стараются направить дерево в верхнюю половину ската, так как тогда, при малой дуге падения, дерево не успевает развить большой живой силы. Нельзя допускать падения дерева через овраг, так как тогда полом почти неминуем. При ветре подпильиваемое дерево может упасть в самом неожиданном и нежелательном направлении, а кроме того часто получается отщеп недопильенной части и порча комлевого бревна. Для устранения последнего обвязывают ствол над пропилом цепью или канатом и туго натягивают их забиванием клиньев, а чаше, помимо подрубка, запиливают ствол еще и с боковых сторон так, чтобы прорезать заболонь, и тогда, даже при преждевременном падении дерева, ствол не расщепляется, так как наружный пропиленный уже цилиндр древесины плотно стягивает центральную часть. Для того чтобы дерево при повалке не повредило соседних деревьев и подростка, стараются валить дерево, при сплошной рубке, в свободную от леса сторону или, при выборочной и постепенной рубке, в просвет между деревьями и группами подростка с тем, чтобы повреждения получились наименьшими. Если подрост достиг значительной величины и распределен равномерно, для избежания порчи его рекомендуется на стоящем дереве с большой кроной обрубить предварительно крупные сучья. За границей такой способ валки деревьев в последней стадии постепенных рубок признан обязательным. Если ствол при неправильном падении застревает в кроне другого стоящего на корню дерева, то спиливают и другое дерево, что нужно делать очень осторожно, так как первое дерево при падении может упасть на лесорубов. Если же второе дерево не предназначено к валке, то приходится комель застрявшего ствола вагами относить в сторону, чтобы вершина соскользнула вбок, или же, если ствол дровяного качества, отпиливать от комля отдельные отрубки, пока укоротившееся дерево не освободится. При разработке участков леса стремятся выбрать сначала мелкие деловые стволы, чтобы они не поломались при падении крупных деревьев. Крупные деловые и дровяные деревья валят или совместно отдельными рядами или же, при недостаточном количестве разметчиков-десятников и при малоопытных рабочих, сначала сваливают отмеченные заранее деловые стволы и только после разработки их валат дровяные стволы, разрабатывая их в дрова совместно с вершинами деловых деревьев. Лучшим вре-

менем для В. д. считаются осень (после опадения листьев) и зима. Ранней весной работа валки вообще не может идти продуктивно, так как очень тяжело работать при тающем снеге или в ледяной воде, а поздней весной и летом валят и разрабатывают только дровяные деревья и сухостой во избежание порчи деловой древесины из-за появления синевы и других грибных заболеваний, а также сильного растрескивания вырабатываемых деловых сортиментов. Зимняя рубка вполне удобна и в экономическом отношении, т. к. деревья имеет зимой наибольшее количество свободных рабочих рук и гужевой силы, а быстрая прокладка при выпадении снега лесовозных дорог позволяет след за валкой организовать и вывозку леса, что ускоряет оборачивание вложенного в лесозаготовки капитала. Практически главным сезоном валки леса является шестимесячный период с 1 октября по 1 апреля. В дубравах лесостепи валка деревьев начинается обыкновенно во второй половине ноября.

Попытки замены ручного труда при В. д. машинным должны быть отменены еще в середине прошлого 19 в., но все они успеха не имели, несмотря на большое разнообразие предложенных способов. Механич. паровая поперечная пила, непосредственно соединенная со штоком парового цилиндра, пар к которому подводился по гибкому шлангу от передвижного устанавливаемого в центре участка вертикального котла, стоила очень дорого и требовала большого расхода пара, сильно охлаждавшегося на длинном пути. Замена парового цилиндра электромотором и дополнительная установка при паровом котле пародинамо не удешевляла установки. Опыты пережигания дерева накаленной электрич. током металлической проволокой показали, что ни один металл не выдерживал такой работы. Применение двигателей внутреннего сгорания дало впервые практич. результаты, и сконструированный станок «Арбор» с возвратным движением пильной пластины имел нек-рый успех при лесозаготовках. Большой вес (свыше 60 кг) и сложность прилаживания к стволу при валке являются главн. недостатками этого прибора. В Америке с

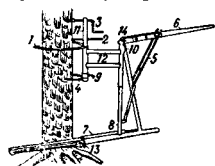


Фиг. 6.

успехом приспособили для В. д. тракторы спец. конструкции, снабженные для спиливания деревьев циркулярной пилой значительного размера, укрепленной на особом кронштейне на передке трактора. Пила, устанавливаемая под любым углом, приводится

в действие от мотора трактора при помощи специального передаточного механизма. Эти тракторы также служат для корчевания пней, для расчистки кустарниковых зарослей и для вывоза заготовленного материала из леса. В последних германских моделях механических пил для валки деревьев с бензиновым мотором Рапид и Ринко шарнирная цепь заменена подвижным сцеплением отдельных пильных зубьев, непрерывно движущихся вокруг двух зубчаток и дающих сравнительно тонкий пропили; преимущество станков: удобство работы, небольшая затрата топлива и относительно невысокий вес (25—35 кг). Интересен тип американской механической плоской пилы, изображенной на фиг. 6. Все механич. пилы могут работать как в горизонтальной плоскости—при валке, так и в вертикальной—при распиловке повален. ствола на сортименты.

Патентованный аппарат фирмы Fagersta Bruks Aktiebolag (Швеция) для валки деревьев изображен на фиг. 7. Винтами 3 и 9, стальными обхватами 1 и 4, укрепленными на основной раме 8, 11, 12, прикрепляют аппарат к стволу дерева. Ручка 6 служит для приведения аппарата в действие (качание); она прикреплена к основной раме шарниром 14 и при помощи стержня 5 м. б. установлена под любым углом. Механизм, который приводит в движение аппарат, так соединен плоской пружиной 7 с полотном пилы, что при работе зубья пилы проходят (скользят) беспрепятственно (в пункте 13). Приспособление 2 при обхвате



Фиг. 7.

В. д. вместе с пнем производится при обязательном условии предварительного подрубания крупных боковых корней и при частичном окапывании дерева, после чего дерево раскачивают вагами и стараются нажимом повалить в желаемом направлении; неподрубленные корни дерева создают задержку при падении, и при валке с корнями дерево никогда не имеет такого сильного удара, как при валке с пня. При менее глубоком окапывании часто применяют вместо ваги канат, прикрепляя его к стволу возможно выше и раскачивая дерево при гораздо большем рычаге. Чтобы не влезать на дерево с канатом, пользуются древовальным крюком. Раструб крюка надевают на длинную жердь и зацепляют за зубренный крюком за ствол, после чего жердь вынимают и раскачивают дерево канатом, принятым за кольцо крюка. Легче всего происходит В. д. при горизонтальных корнях (ель) и гораздо труднее при сильно развитом главным вертикальным корне (дуб и сосна).

Затрата труда при В. д. с корнями в несколько раз превосходит затрату труда при валке с пня, вследствие чего деревья вают

с корнями только в следующих случаях: 1) если необходима раскорчевка данного участка для сельскохозяйственного пользования; 2) при заготовках специальных сортиментов, когда требуется иметь ствол с боковыми корнями (еловые кокоры для постройки речных судов); 3) при повалке ценных толстых деловых стволов, если опасаются, что при обычной валке с пня дерево может треснуть или поломаться; 4) в местах с сильным недостатком древесины (пни используются хорошим спросом). Сезоном валки деревьев с корнями является осень, пока земля не замерзла или же промерзла еще не глубоко. Из ручных машин для В. д. с корнями распространены в южной Германии и в Швейцарии нассауский и швейцарский древовал. Нассауский древовал (фиг. 8) представляет комбинацию деревянной плиты, имеющей окованные железом зубчатые



Фиг. 8.

выступы и закрепляемой кольцами близ сваливаемого дерева, с длинным деревянным рычагом; верхний конец его с насаженным металлическим острием упирается в дерево, а нижний плоский конец, окованный железом, передвигается по выступам плиты, для чего двое рабочих нажимают подслунутыми вагами на пропущенный через нижний конец рычага железный стержень и, перемещая рычаг с выступа на выступ, надавливают на дерево, стремясь повалить его в противоположную сторону. Удобство и простота установки, а также повалка дерева в сторону от рабочих, составляют большие достоинства нассауского древовала, но, располагая сравнительно небольшой силой, он требует значительной подрубки и окапывания дерева. Швейцарский древовал (фиг. 9) представляет наоборот чрезвычайно сильный снаряд, но танет сваливаемое дерево на рабочих. Главной частью древовала является 4-метровый толстый деревянный рычаг с окованным железными полосами концом. На окованном конце прикреплены три цепи: одна из них привязывается к крепкому пню, а две других с крюками, прикрепленные с противоположной стороны, служат для натягивания длинной пеньи, привязанной к сваливаемому дереву примерно на половине его высоты. Иногда для облегчения цепь на большей части своей длины заменяется толстым канатом, и сохраняется только ее конец у рычага. При начале работы отдельный лесоруб вставляет крюк одной из двух коротких цепей в ближайшее

звено длинной цепи. Другие рабочие берутся за свободный конец рычага и, перемещая его в разные стороны, последователь-



Фиг. 9.

тельно натягивают и ослабляют короткие цепи, что и позволяет закладывать крючья в болеедалекие звенья длинной цепи и на-

тяжением ее валить дерево. В момент повалки рабочие должны разбегаться в стороны, чтобы не попасть под падающее дерево.

Лит.: Арнольд Ф. К., Русский лес, т. 2, ч. 2, стр. 115—132, СПб, 1899; Вережа П., Энциклопедия русского лесного хозяйства, т. 1, СПб, 1903; Филипов Н. А., Лесной по лесной технологии, стр. 1—26, СПб, 1910; Плотинов С. Н., Разработчики леса и лесные промыслы, стр. 43—47, М., 1924; Курдюмов В. Н., Дерево как строительный материал, стр. 101—105, Л., 1924; Романенко Н. Н., Лесозаготовки и сплав древесины, стр. 26, Л., 1926; Задасной И. И., Практика лесозаготовок и лесосплава, стр. 19—22, Москва, 1927; Иванов В. К., Хозяйственные лесозаготовки, кн. 3, стр. 30—32, Москва, 1927; Вугант Р. С., Logging, р. 82—108, New York, 1923.

**Техника безопасности.** В. д. может сопровождаться тяжелыми несчастными случаями. Поэтому все работы должны производиться под руководством ответственного лица. Становища вальщиков и возчиков должны располагаться в безопасном месте. При наличии на деланке проезжей дороги она д. б. ограждена рогатками. На одной и той же части деланки не могут одновременно производиться валка и вывозка. Последняя должна состоять от места валки не менее как на 50 м. Отдельные группы рабочих д. б. распределены на деланке в безопасном расстоянии друг от друга. В. д. должна производиться в строгой последовательности. В первую очередь должны валиться подгнившие, подгоревшие и т. п. непрочные стоящие деревья. Валка не должна производиться при сильном переменном ветре. При падении одного дерева на другое следует принимать особые меры предосторожности. У сваленного дерева сучья должны обрубаться вплотную к стволу острым топором, без действия обухом. Правила о мерах безопасности на лесозаготовительных работах были изданы НКТ СССР 21 февраля 1928 г. («Известия НКТ СССР», 1928 г., №№ 9—10).

П. Сивов.

**ВАЛКА СУКНА**, см. *Суконное производство*. **ВАЛКОСТЬ**, способность судна легко склоняться на правый или левый борт под влиянием внешних сил: ветра, волны, слишком крутого поворота или перемещения по-

движного груза на самом судне. Причиной В. является недостаточная начальная остойчивость судна, вызванная слишком высоким положением его ц. т. сравнительно с нормальным для его обводов (см. *Остойчивость*). При некоторых условиях (высокий прочный надводный борт, неподвижность основного груза на судне и т. д.) валкость судна не представляет угрожающей для него опасности, т. к. крен доходит лишь до известного предела, не лишая судна мореходности. Для уничтожения В. необходимо или понизить ц. т. судна путем перераспределения груза и приемкой в нижние части балласта или озаботиться увеличением его остойчивости путем уширения корпуса при аватерлинии помощью специальных наделок в средней части бортов.

Лит.: см. *Остойчивость судов*.

**ВАЛОНЕЯ**, валонея, чашечка жолудя некоторых дубов средиземноморского побережья (*Quercus aegilops*, *Q. valonea*, *Q. lusitanica* и друг.). Жолудь вызревает в течение двух лет. Валоней от молодого жолудя, не превышающего размером обыкновенный орех, содержит наибольшее количество таннидов. Из торговых сортов высшее содержание таннидов имеет смирнская валоней. Греческая, албанская, левантская и другие—содержат значительно меньше таннидов. Для смирнской В. среднее содержание таннидов от 20 до 40%; для чешуек чашечки (трилло)—40%. Твердый экстракт из В., продающийся под именем валекс, содержит 64—65% таннидов. Валоней и ее экстракт применяются для дубления подошвы.

**ВАЛУНЫ**, обломки различных горных пород, б. или м. закругленные, величиною от куриного яйца и до громадных размеров в сотни м<sup>3</sup>. В. обязаны своим происхождением действию выветривания, разрушающего горные породы, а также выпахивающей деятельности ледников. В последнем случае В. называются эрратическими.

**ВАЛЫ**, стержни для передачи механич. работы, являющиеся деталью двигателей, насосов, компрессоров и пр. (см. *Коленчатые валы* и *Гибкие валы*) или служащие для распределения энергии в мастерских (приводные валы). При работе В. подвергаются кручению и этим отличаются от осей, которые имеют назначение поддерживать вращающиеся детали и испытывают действие изгибающих моментов.

Приводные (трансмиссионные) В. разделяются по условиям своей работы на тяжелые, или сильно нагруженные, и легкие. Первые употребляются для главных передач и, под влиянием веса сидящих на них тяжелых шкивов, муфт и пр., а также натяжения ремней, подвергаются не только кручению, но и изгибу. При значительных диаметрах ( $d > 200$  мм) их вытачивают из кованных болванок литого железа или стали, причем для уменьшения веса им придают фасонную форму. Легкие приводные валы изготавливаются из круглого литого железа или из стали; после предварительной правки валы обтачивают на токарном станке и затем шлифуют. В массовом производстве приводных валов первоначальная обработка их производится на



специальном станке с вращающейся фрезерной пустотелой головкой с несколькими резаками, после чего они поступают на станок с двумя рядами стальных закаленных валков, к-рые придают их поверхности вполне гладкий и ровный вид; в заключение валы правят на специальном прессе. Употребляются также валы холодной прокатки, но лишь для втростепенных передач, т. к. они имеют нек-рые отклонения в размерах diam. и, при выборе в них шпоночных канавок, обнаруживают склонность коробиться вследствие поверхностных натяжений. Легкие приводные валы делают гладкими, без ослабляющих их шеек, однако, в случае соединения двух В. различных diam. рационально конец В. большего diam. отбачить до diam. меньшего, чтобы возможно было поставить нормальную муфту. Для уменьшения разнообразия в размерах подшипников, муфт и пр. в настоящее время переходят на В. нормированных diam.; по герм. нормам (DIN) в пределах 25—500 мм принята след. градация diam.: 25-30-35-40-45-50-55-60-70-80-90-100-110-125-140-160 и далее с интервалом по 20 мм [1]. Длина приводных В. не должна превосходить 7 м; во избежание искривления при транспортировании и монтаже специальными заводами приняты длины В.: при diam. до 45 мм  $l=5$  м, при diam. до 55 мм  $l=6$  м, при diam. сверх 60 мм  $l=6,95$  м. Во избежание осевого перемещения на валах закрепляются установительные кольца, предпочтительно по обе стороны одного из средних подшипников, чтобы В. мог легко изменяться по длине при значительных температурных колебаниях. При больших осевых усилиях от конич. колес, фрикционных муфт и пр. на В. насаживают обычные или двойные пояски в горячем состоянии. Число оборотов В.  $n$  желательно брать возможно более высоким, но оно д. б. согласовано с характером машин, работающих от данного В.; для тяжелых металлообрабатывающих станков  $n=120-150$ , для легких  $n=150-250$ ; в мастерских для обработки дерева  $n=200-300$ , а для прядильных и ткацких станков  $n=300-400$ . Вес гладких В. при диаметре в  $d$  см составляет  $0,613d^2$  кг/м. м; нормальные цены (за н. м или 1 кг) устанавливаются для В. длиной от 2 до 7 м; при меньшей или большей длине цена увеличивается на 5—10%.

Расчет приводных валов тяжелого типа производится на изгиб и кручение по заданному расположению нагрузок и опор, а легких В.—на одно кручение по моменту:

$$M_d = 71\,620 \frac{N}{n} = \frac{\pi}{16} d^3 k_d \approx \frac{d^3}{5} \cdot k_d \text{ кгсм,}$$

где  $k_d$ —допускаемое напряжение на скручивание; для валов из литого железа и при  $k_d=208$  кг/см<sup>2</sup> пользуются формулой:

$$d = 12 \sqrt[3]{\frac{N}{n}} = \sqrt[3]{0,024 M_d}.$$

При работе В. с ударами напряжение  $k_d$  следует понижать до 120—150 кг/см<sup>2</sup>, а для толстых и равномерно нагруженных валов его нужно повышать до 300—400 кг/см<sup>2</sup> [2]; при  $k_d=130$  кг/см<sup>2</sup> формула получает вид:

$$d = 14 \sqrt[3]{\frac{N}{n}}.$$

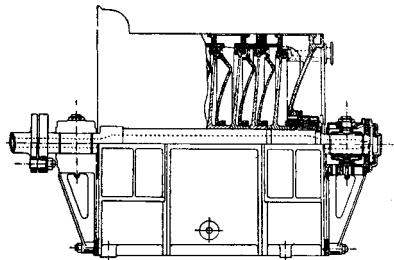
Для к-рых  $\frac{N}{n} < 1$ , рассчитываются по формуле  $d = 12 \sqrt[3]{\frac{N}{n}}$ , причем в основу расчета кладется деформация В., не превосходящая  $\frac{1}{4}^\circ$  на н. м. Diam. стального В. берется равным  $\frac{1}{5}$  вычисленного значения для  $d$  по указанным выше формулам. Расстояние ( $l$  см) между подшипниками можно определить по формулам: для вала только на двух опорах  $l=100Vd$ , а при многих опорах  $l=125Vd$ , если  $l$  и  $d$  выражены в см [3].

Шарнирные В. имеют применение в специальных случаях, когда движение от одной части вала передается другой, изменяющей свое положение в пространстве, например в автомобилях, во фрезерных станках для передачи вращения винтам стола, к-рый перемещается и в вертикальном и в горизонтальном направлениях; такие валы снабжаются на концах универсальными шарнирами. См. Карданные валы.

Лит.: 1) Трансмиссии. Нормы герм. промышленности (DIN), М., 1924; 2) Сидоров А. И., Курс деталей машин, ч. 1, М.—Л., 1927; В. А. К., Детали машин, СПБ, 1908—04; В. А. С., Die Maschinenelemente, ihre Berechnung und Konstruktion, В. 2, Лpz., 1922—24; 3) Вобарыков И. И., Детали машин, часть общ. и часть спец., М.—Л., 1926. И. Колмогоров.

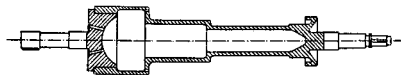
#### ВАЛЫ ПАРОВЫХ МАШИН, см. Паровые машины и Коленчатые валы.

**ВАЛЫ ПАРОВЫХ ТУРБИН** несут отдельные диски (фиг. 1) или облопаченные барабаны (фиг. 2). Материалом для валов обычно служит лучшая сименс-мартеновская



Фиг. 1.

сталь (имеющая крепость 45—50 кг/см<sup>2</sup> и удлинение 20%) или низкопроцентная никелевая сталь. Поскольку валы рассчиты-



Фиг. 2.

ваются только на изгиб и кручение, расчет их не отличается от расчета других валов. Идеальный момент:

$$M_i = \frac{1}{2} \cdot \frac{m-1}{m} M_b + \frac{1}{2} \cdot \frac{m+1}{m} \sqrt{M_b^2 + M_d^2},$$

где  $\frac{1}{m} = \nu$ —коэфт Пуассона,  $M_b$ —изгибающий момент и  $M_d$ —скручивающий момент. Максимальное касательное напряжение

$$\tau = \frac{1}{2} \cdot \frac{\sqrt{M_b^2 + M_d^2}}{W},$$

где

$$W = \frac{\pi}{32} d^3.$$

Для сименс-мартеповской стали допускаемое напряжение на срез  $k=400 \text{ кг/см}^2$ . При этом изгиб вала не должен превосходить пределов, определяемых зазорами между лопатками и кожухом. Практически радиальный зазор равен  $1 + 0,8D$  (в мм), где  $D$ —паружный диаметр ротора в м. При расчете турбинных валов большую роль играет критич. число оборотов, благодаря динамич. усилиям, получающимся при вращении валов. Развивающаяся при вращении валов центробежная сила (см. *Вибрации*)

$$C = \frac{G}{g} \cdot \omega^2(y + e) = m(y + e)\omega^2,$$

где  $G$ —вес вращающихся масс,  $g$ —ускорение силы тяжести,  $\frac{G}{g} = m$  есть вращающаяся масса,  $\omega$ —угловая скорость,  $y$ —прогиб вала от центробежной силы при данном числе оборотов,  $e$ —эксцентриситет т. т. относительно изогнутой оси вала. Сила противодействия вала изгибу будет:

$$K \cdot y = \frac{G}{g} \cdot \omega^2(y + e) = m(y + e)\omega^2,$$

где  $K$ —сила противодействия вала прогибу на 1 см. Следовательно

$$y = \frac{e}{\frac{K}{G} \cdot \frac{g}{\omega^2} - 1}$$

В том случае, когда

$$\frac{K}{G} \cdot \frac{g}{\omega^2} = 1,$$

теоретически вал должен сломаться, даже если эксцентриситет  $e$  исчезающе мал. Этому случаю соответствуют угловая скорость

$$\omega_k = \sqrt{\frac{K \cdot g}{G}}$$

и число оборотов вала

$$n_k = 300 \sqrt{\frac{K}{G}};$$

$\omega_k$  называется критич. угловой скоростью, а  $n_k$ —критич. числом оборотов. Если  $f$ —статический прогиб горизонтального вала при нагрузке  $G$ , то

$$f = \frac{G}{K}, \text{ или } \frac{K}{G} = \frac{1}{f}, \text{ а } n = 300 \sqrt{\frac{1}{f}}.$$

В паровых турбинах военно-морских судов, соединенных непосредственно с гребным валом, отношение  $\frac{n_k}{n}$  обычно от 2 до 3.

Для свободно лежащего вала с двумя точками опоры на концах, несущего на середине длины диск весом  $G \text{ кг}$ ,

$$n_k = 300 \sqrt{\frac{6I \cdot E}{\omega^3 \cdot G}},$$

где  $I$ —момент инерции вала в  $\text{см}^4$ ,  $E$ —модуль упругости вала— $2\,000\,000$ — $2\,200\,000 \text{ кг/см}^2$ , а  $2a$ —длина вала в см; для случая упруго защемленного на концах вала при прочих равных условиях

$$n_k = 300 \sqrt{\frac{24I \cdot E}{\omega^3 \cdot G}};$$

для случая упруго защемленного на одном конце и свободно опирающегося на другом конце вала при прочих равных условиях

$$n_k = 300 \sqrt{\frac{96I \cdot E}{7\omega^3 \cdot G}}.$$

В случае вала, нагруженного в нескольких точках, для нахождения вызываемого

центробежными силами изгиба оси вала применяется метод Мора, в основу которого положено сходство по форме уравнения упругой линии балки, подверженной изгибу, с уравнением веревочной кривой. Практически при наличии препятствующих чрезмерному прогибу вала направляющих возможно осуществить безопасное для прочности вала вращение не только при  $\omega_k$ , но даже при скоростях, значительно превосходящих критическую. Теория и практика доказывают, что при скоростях вращения вала, превосходящих  $\omega_k$ , при наличии достаточно больших вращающихся масс, стремящихся вращаться вокруг центральной оси инерции, т. е. вокруг оси, проходящей через их центр тяжести, устанавливается новое состояние устойчивого равновесия, причем в аналитич. выражении для силы противодействия вала изгибу от центробежных сил  $y$  и  $e$  из однозначных становятся величинами противоположных знаков, т. е.:

$$Ky = m(y - e)\omega^2.$$

Величина прогиба

$$y = \frac{me\omega^2}{m\omega^2 - K} = \frac{e}{1 - \frac{K}{m\omega^2}}.$$

Чем больше  $\omega$ , тем меньше становится  $y$ , и в пределе при  $\omega = \infty$  прогиб  $y$  совпадает с эксцентриситетом центра тяжести  $e$ . Пользуясь тем, что

$$\omega_k^2 = \frac{K \cdot g}{G} = \frac{n_k}{n},$$

выразим  $y$  через  $\omega_k$ ; тогда

$$y = \frac{e}{1 - \frac{\omega_k^2}{\omega^2}},$$

а постоянно убывающая при возрастании  $\omega$  центробежная сила вращения

$$C = Ky = \frac{me\omega^2}{\frac{\omega_k^2}{\omega^2} - 1}.$$

Соответствующим подбором отношения  $\frac{\omega}{\omega_k}$

или  $\frac{n}{n_k}$  путем уменьшения  $\omega_k$  или  $n_k$  при заданном  $\omega$  или  $n$  возможно произвольно уменьшить величину действующей на вал центробежной силы вращения. В сконструированном по этому принципу *гибком вале* (см.) Лавала отношение  $\frac{n}{n_k}$  доходит до 7.

В турбинах Лавала применяются сплошные гибкие валы, вообще же валы для турбин делают или сплошные, или с одинаковой по всей длине вала выточкой, или



Фиг. 3.

наконец пустотелые, отличающиеся при большом диаметре малой толщиной стенок, малым весом и большой жесткостью. Иногда валы составляют из двух полых частей, соединяемых после сверловки 8—10 болтами (Фиг. 3). Болты д. б. так рассчитаны, чтобы два диаметрально противоположных болта при четырехкратном запасе прочности могли противостоять действию веса вала,

рабочих колес и барабанов. Валы делают также в виде коротких с выточкой отрезков, прикрепляемых к пустотелой ступице барабана (фиг. 4). Рабочие колеса насаживают на вал, изготовленный ступенями для более удобной насадки, и закрепляют шпонками.

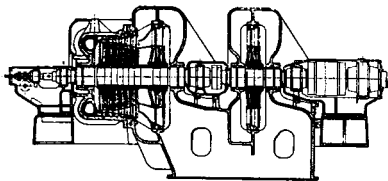


Фиг. 4.

Для предотвращения продольных перемещений дисков на передний конец вала впаивают к прилегающей ступице диска навинчивается бронзовая или железная гайка; в последнее время, во избежание деформации вала от неравномерного прогрева дисков и вала паром, между гайкой и втулкой диска оставляют зазор в 0,3—0,6 мм и стремятся каждый диск крепить к валу отдельно. Длина шеек вала принимается равной 1,5—2 диам., причем удельное давление не д. б. выше 4—8—15 кг/см<sup>2</sup>. Напряжение на скручивание не должно превышать 450—550 кг/см<sup>2</sup>.

При расчете шеек особое внимание д. б. уделено работе трения и развивающейся при этом теплоте, чтобы рациональной конструкцией подшипников обеспечить удовлетворительный отвод теплоты. Необыкновенно большое число оборотов вала при значительной нагрузке подшипников в паровых турбинах дало сильный толчок как опытному, так и теоретическому изучению ряда сложных явлений, имеющих место во время работы во всяких опорах валов, с целью выявить общие руководящие начала по выбору основных размеров для рационального конструирования подшипников (см. Подшипники).

На шейках вала, по обе стороны от подшипника, устраивают ободы кольца, служащие в качестве щитов, отражающих брызги выступившего из подшипников смазочного масла, чтобы предотвратить распространение масла вдоль вала и проникновение его в набивочные коробки. На переднем



Фиг. 5.

конце вала помещается предохранительный регулятор и тахометр, а на заднем конце часто устанавливают червячную шестерню передачи для вращения турбины вручную. В многоцилиндровых турбинах со сквозным валом упорный подшипник ставят у переднего конца турбины низкого давления, а между кожухами часто помещают особую промежуточную муфту (фиг. 5), иногда же — промежуточный вал.

Время, необходимое для прогрева массивного вала в радиальном направлении,

т. е. время поднятия темп-ры оси вала от 0° до темп-ры, составляющей 80% от темп-ры пара, определяется, по Стодола, в минуты:  $x \approx \left(\frac{D}{11}\right)^2$ , где  $D$  — наружный диам. втулки диска в см. Практически, в виду вызываемых прогревом больших внутренних напряжений в материале, в виду могущих произойти от несимметричного t°-го перепада искривлений вала и в виду предварительного подогрева турбины при пуске в ход, рекомендуется  $x$  брать вдвое больше вычисленного. Во время установившейся работы турбины, после того как t° вала выравнялась, разница между t° пара и вала обычно бывает меньше 1% от температуры пара.

В случае короткого замыкания тока в сети соединенного с валом турбины генератора переменного тока, в теле вала в течение 1—1,5 сек. получаются чрезвычайно большие напряжения, превосходящие допускаемые больше чем в 10 раз. Если  $n_1$  — число периодов в секунду переменного тока,  $2\pi n_1 = \omega$  — угловая частота переменного тока,  $\theta_0$  — момент инерции массы якоря,  $\theta$  — момент инерции вращающейся массы турбины, сосредоточенной в п. т. на расстоянии  $L$  от якоря,  $M = M_0 \cos \omega_e t$  — периодически вращающийся момент электрических сил,  $\varphi_1$  и  $\varphi_2$  — углы поворота турбины и якоря,  $I_p$  — полярный момент инерции вала и  $G$  — модуль упругости сдвига, — то скручивание вала ( $\varphi_1 - \varphi_2$ ) вызывается моментом

$$M_t = \frac{I_p G}{L} (\varphi_1 - \varphi_2).$$

Уравнения движения турбины и якоря:

$$\theta \varphi_1'' = -M_t \quad \text{и} \quad \theta_0 \varphi_2'' = +M_t - M,$$

откуда получается:

$$\varphi_1'' - \varphi_2'' = \frac{I_p G}{L} \left( \frac{1}{\theta} - \frac{1}{\theta_0} \right) (\varphi_1 - \varphi_2) - \frac{M_0}{\theta_0} \cos \omega_e t.$$

Выражение при ( $\varphi_1 - \varphi_2$ ) есть не что иное, как частота собственных колебаний масс турбины и якоря, к-рую обозначим через  $\varepsilon^2$ ; принимая ради упрощения

$$\varphi_1 - \varphi_2 = \varphi \quad \text{и} \quad \frac{M_0}{\theta_0} = a,$$

получим

$$\varphi'' = -\varepsilon^2 \varphi - a \cos \omega_e t.$$

Принимаем приблизительно  $M_0$  за постоянную величину, но зато действующую в течение весьма ограниченного промежутка времени. Амплитуда вынужденных колебаний  $A$  в уравнении  $\varphi = A \cos \omega t$  тогда получается путем подстановки в виде  $A = \frac{a}{\varepsilon^2 - \omega^2}$ . Полный интеграл от  $\varphi''$ :

$$\varphi = A \cos \omega_e t + B \cos \varepsilon t + C \sin \varepsilon t,$$

где  $B$  и  $C$  определяют из начальных условий:  $\varphi = 0$  и  $\varphi' = 0$  для  $t = 0$  (т. е. пренебрегают незаметно малыми колебаниями установившегося вращения). Находят т. о.:

$$\varphi = A (\cos \omega_e t - \cos \varepsilon t).$$

Максимум  $\varphi$  получается при

$$\cos \omega_e t = 1; \quad \cos \varepsilon t = -1;$$

$$\varphi_{\max} = \frac{2M_0}{\theta_0(\varepsilon^2 - \omega^2)}.$$

Подстановкой  $\varphi_{\max}$  вместо ( $\varphi_1 - \varphi_2$ ) в ур-но

$$M_t = \frac{I_p G}{L} (\varphi_1 - \varphi_2)$$

определяются момент или напряжение материала вала.

В случае резонанса, когда  $\varepsilon = \omega$ , теоретически будет наибольшая опасность поломки для вала, причем однако, так как для развития больших амплитуд колебаний необходимо некоторое время,  $\varphi_{max}$  не будет просто  $= \infty$ . Если  $\varepsilon = \omega$ , то в качестве выражения для вынужденных колебаний необходимо принять

$$\varphi_e = A_0 t \sin \omega t,$$

которое, как в этом можно убедиться путем подстановки, удовлетворяет уравнению

$$\varphi'' = -\varepsilon^2 \varphi - a \cos \omega_e t,$$

причем получается

$$A_0 = \frac{M_0}{2\omega_0 \rho_0}.$$

В выражении для полного интеграла от  $\varphi''$  появятся также члены  $B \cos \varepsilon t + C \sin \varepsilon t$ , выражающие значение собственных колебаний системы. Для начальных условий при  $t=0$  имеем значения  $B=0$  и  $C=0$ , поэтому

$$\varphi = A_0 t \sin \omega_e t.$$

Амплитуды колебаний следовательно изменяются пропорционально времени. При постоянном наибольшем значении  $M_0$  действие короткого замыкания можно принять «равновеликим» действию постепенно, на протяжении весьма короткого промежутка времени  $t$  (порядка десятых долей секунды), убывающего тока; обозначая это время через  $t_0$ , для наибольшего угла скручивания вала получим:

$$\varphi_{max} = \frac{M_0 t_0}{2\omega_0 \rho_0}.$$

Этот вывод убеждает в том, что катастрофический по своим последствиям случай резонанса практически едва ли будет иметь место.

Неоднородность материала вала, дисков и барабанов, возможные неточности обработки и недостатки соединения элементов ротора и вала как целой системы (вследствие чего, благодаря эластичности вала и его вращению, возможны относительные смещения движущихся частей между собой и несимметричное положение ц. т. системы) могут повлечь за собой такие условия вращения, при к-рых возможна поломка вала. Определение положения ц. т. вращающихся деталей относительно их геометрической оси вращения, т. н. выбалансировка их, может быть сделано статическим и динамическим способами. Статический ц. т. определяется для тонких дисков путем вывешивания вала и насаженного на него диска. Для барабанов и для ряда дисков необходимо производить уже динамическое испытание на специальных станках с поддресоренными подшипниками. См. *Турбины*.

Лит.: Радциг А. А., Курс паровых турбин, М.—Л., 1927; Дубель Г., Паровые машины и паровые турбины, Л., 1926; Фёрри А., Vorlesungen über technische Mechanik, В. 2.—Graphische Statik, Leipzig, 1926; Stodola А., Dampf- und Gasturbinen, В., 1924; Eyermann u. Schulz, Die Gasturbinen, Berlin, 1920; Bauer G., Die Schiffsturbinen, München, 1923—27.

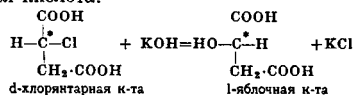
**ВАЛЫ РЕЗИНОВЫЕ** (обложенные резиновым слоем металл. или деревянные валы) применяются в условиях, требующих эластичного и равномерного сжатия (текстиль-

ное, кожаное и другие производства). Обычно для прочности сцепления мягкой резины с металлом применяется промежуточный слой роговой резины (эбонита). При особенно сильном давлении иногда применяется обкладка эбонитом. Толщина слоя мягкой резины колеблется от 10 до 20 мм. При толщине слоя в 25 мм и выше начинается процесс сжатия значительный сдвиг резинового слоя, а это сокращает срок его службы. Обкладывание валов (неправильно называемое «обливанием») резиной происходит путем обертывания вала листовой резиной до требуемой толщины слоя с последующей вулканизацией, обточкой и шлифовкой полученного слоя. Равномерность прогрева резиновых валов крупного диаметра во время вулканизации достигается применением пустотелых резиновых валов, полость которых сообщается с атмосферой.

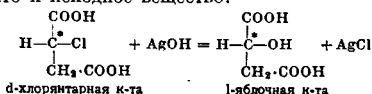
Лит.: Глазунов Г. И., Каучук и резиновое производство, М., 1927; Dittmar R., Die Technologie d. Kautschuks, Wien, 1915.

**ВАЛЫ СИТЦЕПЧАТЫЕ**, см. *Ситцепчатная машина*.

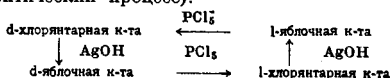
**ВАЛЬДЕНА ОБРАЩЕНИЕ**, изменение знака вращения плоскости поляризации оптически активного вещества на обратный в результате замены одного из атомов или групп, находящихся у асимметрич. атома углерода (см. *Асимметрический углерод*), другим атомом или группой. Так, при действии КОН или гидрата окиси аммония на d-хлорантарную к-ту происходит обмен хлора на гидроксил, но вместо ожидаемой в этом случае яблочной кислоты правого вращения образуется ее оптический антипод—l-яблочная кислота:



Подобным же образом из l-хлорантарной к-ты под действием тех же реактивов получается d-яблочная кислота. Если же одну из оптически активных яблочных к-т подвергать действию пятихлористого фосфора, то образующаяся при этом хлорантарная кислота будет иметь вращение, обратное первоначальному: из правой яблочной получится левая хлорантарная, и наоборот. Изменение знака вращения на обратный не всегда имеет место при реакциях замещения; так, под влиянием гидрата окиси серебра из хлорантарных кислот образуются яблочные к-ты, обладающие тем же знаком вращения, что и исходное вещество:



Вышприведенные явления дают возможность взаимного превращения одного оптич. изомера в другой. Весь цикл превращений выражается следующей схемой (круговой оптический процесс):



Эти реакции, открытые в 1895 г. П. Вальденом и потому получившие название В. о., вначале рассматривали как отклонение от того нормального пути, по которому обычно протекают реакции замещения. Вскоре однако было обнаружено, что подобные явления встречаются весьма часто и протекают настолько закономерно, что не только не могут рассматриваться как исключение, но являются общим правилом. Явления образования Вальдена особенно подробно были изучены Э. Фишером, который, исходя из представлений Вернера о характере распределения сродства в атоме углерода (см. *Валентность*), дал вполне правдоподобное объяснение как этим явлениям, так и вообще процессам атаки.

*Lit.*: Walden P., Optische Umkehrerscheinungen, Braunschweig, 1919. С. Мядведев.

**ВАЛЬДИВИЯ**, вальдивия, дерево (*Persea lingueae*) из семейства Lauraceae. Родина вальдивии — республика Чили (провинция Вальдивия, Арауко и другие). Кора вальдивии содержит до 20% танинов и служит для дубления. Кора вальдивии и дубильный экстракт из нее вывозятся из Чили преимущественно в Европу. См. *Дубильные материалы и Стр. ТЭ*.

**ВАЛЬМА**, треугольный скат крыши, пересекající основные два ската и конек крыши. См. *Крыша*.

**ВАЛЬТОНОВЫ МАСЛА**, род *вареного масла* (см.), продукты полимеризации и сильного окисления жидких жиров в присутствии сиккативов, получаемые по способу Вальтона (Walton) [1], применяемых в производстве линолеума; им родственны также продукты полимеризации и сильного окисления жидких жиров, получаемые по способу Пернатота [2]-Тейлора и др. [3]. Исходный материал в этих процессах чаще всего — льняное масло; однако применяются также свободные жирные к-ты ворвани и масла: древесное, перилловое, бобовое (соевое), из зерен сахарного тростника, конопляное, ореховое, маковое и др., служащие также примесями к льняному маслу. Подвергающееся вальтоновой обработке масло смешивают с резинами свинца и марганца и затем его заставляют медленно стекать по поверхности вертикально развешенных широких хлопчатобумажных полотнищ в очень высоких горячих камерах, причем это повторяется многократно с одним и тем же маслом. Окисляясь и полимеризуясь в этих камерах, олифа постепенно густеет и застывает на полотнищах в студнеобразную массу, называемую иногда *линоксином* (в случае древесного масла — *тунгоксином*); название не точно, поскольку линоксин в собственном смысле не содержит в себе сиккатива; при окислении распространяется острый запах, вероятно муравьиной и уксусной кислот. За несколько недель наращивается слой вальтоновых масел в 2—3 см. Это вещество, как и линоксин, почти нерастворимо в эфире, хлороформе и сероуглероде, но почти нацело растворяется в кипящей уксусной кислоте, горячем анилине, тетралине, бензоле-ацетонем-метилалкогольной смеси и под давлением — в чистом бензоле при 150°. Характерные числа валь-

тоновых масел, по Ф. Фритцу (1913 г.), приведены в таблице 1.

Табл. 1. — Характерные числа В. м.

Свойства	Мягкое	Нормальное	Сильно окислен-
	В. м.	В. м.	ное В. м.
$D_4^{20}$ . . . . .	1,079	1,072	1,043
Содержание золы в % . . . . .	1,40	0,92	0,27
Число омылений . . . . .	372	294	307
Иодное число . . . . .	59,1	60,7	48,7
Общее содержание жирных к-т в %			
Неокисленных . . . . .	32,2	33,2	36,5
Окисленных:			
в воде нерастворимых . . . . .	39,7	34,1	36,7
в воде растворимых . . . . .	17,4	20,9	12,6

Образовавшиеся В. м. снимают с полотнищ, сплавляют с 50% смолы (канифоли, каурикопала), полученный темный цемент Вальтона измельчают, растирают с тальком, мелом и т. д., затем смешивают с пробковой или древесной мукой и соответственной краской, напр. охрой; после обработки на измельчающих машинах однородную массу прокатывают между валами (каландруют), полученные полотна наклеивают жидким клеем под давлением на джутовую ткань и затем подвергают выдержке в течение 1—2 месяцев, пока вальтонов цемент не окрепнет. Процесс по Тейлору проходит более быстро, но дает продукт менее выносливый (вальтонов линолеум на 26% выносливее тейлоровского); он состоит в нагревании льняного масла с сиккативами, окисью свинца и т. д., при умеренном доступе воздуха. Полученную массу измельчают и подвергают обработке, подобной той, которая применяется при процессе Вальтона. Затем джутовой ткани, покрытой тейлоровской массой, дают созреть в течение 1—2 недель в камере, нагреваемой до 45° паром. Конец процесса узнается по тому, что масса не спарывается ногтем.

Изделия из линолеума бывают окрашены однотонно или на них печатаются цветные узоры лаковыми красками. Особый вид этого рода изделий, и *инлейд-линолеум* (inlaid-linoleum), составляет, как паркет, из отдельных кусков разноцветного линолеума и следовательно дает рисунок не стирающийся; для этого линолеума удобен преимущественно вальтонов процесс. Другая разновидность линолеума — *линокруста*, или *линолеумовые обои*, производится из плотной бумаги путем покрытия ее под давлением линолеумовой массой с большим содержанием смолы. При производстве линолеума в качестве цементующих веществ, заменяющих В. м., применяются также старый каучук, нитроцеллюлоза (дающая т. н. *триолн*), смеси глицерина с животным клеем и т. д.; напротив, смоляное масло и пеки, за исключением остатков от сухой перегонки растительных масел, для этого назначения непригодны. Состав готового линолеума, по Ульцеру и Бадерле, характеризуется примерно данными, приведенными в табл. 2.

Табл. 2.—Состав линолеума (в %).

Фабрикат	Бензол- нап вы- тиска	Общее ко- личество зла	Орган- ическая пробита	Вода
Германский 275 . . .	24,0	20,3	53,0	2,8
Тейлоровский «тер- ранола» . . . . .	15,5	10,0	71,5	2,7
Тейлоровский «светлозеленый» . . .	13,2	19,3	64,7	2,6

Испытания линолеума нужно вести в отношении химических его свойств и в особенности физических: на гибкость, прочность, разрыв, изгиб, износ, водоупорность, огнестойкость и т. д. Чрезвычайно высокая водоупорность линолеума и прочность на износ, равно как и весьма малая теплопроводность (Гофман и Пирен) и бактерицидные свойства (Биттер, Бурхатц), завоевали ему прочное место; так что лишь в самое последнее время стал выдвигаться в качестве соперника триолин, стойкость которого в отношении потерения однако еще не выяснена. Следует отметить, что уже в 1862 г. была установлена очень высокая прочность линолеума на износ, когда выяснилось, что после прохождения по нему в Берлинск. музее 3 млн. чел. он остался вполне свежим.

О производственном процессе линолеума разных составов—см. *Линолеум*.

Лит.: см. *Варенье масла*, 3) Ан. П.: 209/1860, 4037 и 19/1863; 2) Ан. П.: 2057/1871; 3) Ан. П.: 233/1863, 2498/1877, 9867/09; Ам. П.: 948189/10, 848573/10, 957598/10, 1008972/11, 1003773/11; Г. П.: 245325/10; Норв. П.: 21918/11; Нидерл. П.: 1356784/20; Ам. П.: 1369911/21, 1370990/21, 1379204/21, 1403786/22, 1406618/22; Ф. П.: 1411906/22; а также: Орлов Е., «И. т. 42, стр. 658; Fischer H., *Geschichte, Eigenschaften und Fabrikation des Linoleums*, 2 Auflage, Leipzig, 1924; В е н е д и к т В. и У л з е р F., *Analyse d. Fette- und Wacharten*, 5 Auflage, Berlin, 1908; W i l k e-D o r f f u r t E., *S i m m e n A. n. G. u n d r i n g*, «Kunststoffe», München, Jg. 16, 1926, 2—6; F r i t z F., «Chem. Zeitung», 1913, В. 20, p. 49, 1920, В. 27, p. 1, 1921, В. 28, p. 51, 409, 1923, В. 30, p. 256, 287, 749, 771, 794, 812, 870, 890; F r i t z F., «Kunststoffe», 1914, В. 1, p. 12, 1913, В. 3, p. 21, 44, 78, 1914, В. 4, p. 101, 370, 1915, В. 5, p. 46, 49, 83, 1916, В. 6, p. 87; F r i t z F., «Chem. Revue über d. Fett- u. Harzindustrie», Leipzig, 1911, В. 18, p. 247, 265, 1912, В. 19, p. 7, 1913, В. 48, p. 20, 1914, В. 21, p. 43, 1914, В. 20, p. 48, 1915, В. 22, p. 19, 43; F r i t z F., «Chem. Umschau auf d. Gebiete d. Fette, Öle, Wachse u. Harze», Stuttgart, В. 30, p. 256, 285, В. 31, p. 23; F r i t z F., «Farben-Ztg.», Halle, Jg. 29, p. 184; F r i t z F., «Seifensieder-Ztg.», Augsburg, В. 51, p. 481; B u r c h a t z, «Mittel. d. Materialprüfungsamts in Gross-Lichterfelde», В., 1899, В. 17, p. 285; I n g l e, «J. Ch. I», 1904, v. 23, p. 1197, v. 32, p. 639; В e i d, «J. Ch. I», 1896, p. 75; К а у с ч., «India Rubber Journal», London, v. 67, p. 233; К е г е л у, «Kunststoffe», 1912, В. 2, p. 131; S c h w a r z, «Kunststoffe», 1913, В. 3, p. 7, 26; К а у с ч., «Kunststoffe», 1914, В. 4, p. 145, 188, 250; M i c k s c h., «Kunststoffe», 1916, В. 6, p. 34; L i m m e r, «Z. ang. Ch.», 1907, p. 1349; H a i e n, «Kunststoffe», 1911, В. 12, p. 33; P a l m e r, «I. Eng. Chem.», 1924, 2—5. П. Флоренский.

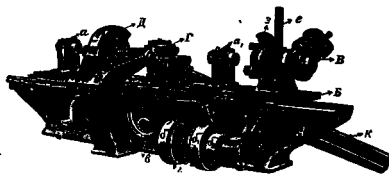
**ВАЛЬЦЕВАНИЕ.** 1) В. каучука и резиновой смеси—основная операция в резиновом производстве, имеющая целью перевод каучука в пластическое состояние для введения необходимых составных частей резиновой смеси и дальнейшей обработки (полющение на листовых каландрах, выдавливание на шприц-машинах, витрание в ткань каучука на шпринг-каландрах или растворение). Обычная конструкция вальцов—два вала, приближаемые один к другому регулированием винтов, дающих на

подшипники одного из валов. Отношение окружных скоростей валов в зависимости от назначения равняется 1,2—1,7 (при переработке старой резины это отношение доходит до 2 и выше). Температура валов и резины поддерживается в 75—95°. Рабочие деформации при В.—раздавливание и растирание. Продолжительность обработки зависит с одной стороны от необходимости размять каучук и ввести в него на вальцах прочие ингредиенты, с другой стороны—от понижения внутреннего сцепления частиц при долгом вальцевании. Продолжительность вальцевания каучука 10—20 минут, продолжительность смешивания 15—40 минут. В последнее время вальцы успешно заменяются так называемыми закрытыми смесителями, дающими при массовом производстве экономию в расходе энергии и большую равномерность качества продукта. В настоящее время применение этого процесса находится в стадии научного исследования. См. *Резиновое производство*.

Лит.: Глазунов Г. И., *Каучук и резиновое производство*, Москва, 1927; D i t t m a r R., *Die Technologie des Kautschuks*, Wien, 1915; G o t t l o b K., *Technologie der Kautschukwaren*, Braunschweig, 1925. Л. Горбунов.

2) В. металлов—см. *Прокатка*.

**ВАЛЬЦЕЗЫЙ СТАНОК**, станок токарного типа для нарезки рифлей на вальцах (валках) мукомольных вальцевых станков. Рифли изнашиваются б. или м. быстро в зависимости от качества зеркальной чугуна, из которого вальцы изготовлены, закали их наружной поверхности, большей или меньшей форсировки работы на вальцах и от качества перерабатываемого зерна. Так как рифли на вальцах должны иметь некоторый уклон по отношению к образующей вальца, неодинаковый для различных моментов дражного процесса, то для получения этого уклона В. с. должен сообщать нарезаемому валку два движения: 1) поступательное—в направлении оси вальца и 2) вращательное—вокруг его оси. От угла,

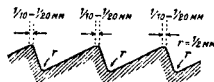


Фиг. 1. Вальцезы-шлифовальный станок.

на который валок поворачивается за время одного прохода резца по поверхности вальца, зависит больший или меньший уклон рифлей. Очень часто конструируются комбинированные станки для нарезки рифленных и шлифовки гладких вальцов. На фиг. 1 представлен вальцезы-шлифовальный станок одной из наиболее совершенных конструкций. Станок состоит из солидной чугунной станины А, на которой расположена платформа В, имеющая 2 подшипника: а и а<sub>1</sub>; в эти подшипники закладывается своими концами валок. Платформа В получает поступательное движение вдоль оси станины посредством зубчатой рейки, укрепленной на

ной снизу, и сцепляющейся с ней шестерни, приводимой в движение червячной передачей *б*. Последняя получает движение от шкивов *б*, *б*<sub>1</sub> и *б*<sub>2</sub>, причем шкив *б* служит для холостого хода, шкив *б*<sub>1</sub>—для рабочего хода во время нарезки и шкив *б*<sub>2</sub> (от особого ремня)—для рабочего хода при шлифовке. В конце каждого хода платформы тот или иной шкив выключается муфтой *г* посредством передаточного механизма *б*. Суппорт *Г* с резцом и супорт *Д* с шлифовальным наждачным кругом укреплены на особых солидных стойках. Для поворачивания вала на некоторый угол с целью придания рифлям угла к его образующей служит кулиса *ж*, левый конец которой может быть перестановлен и укреплен в особой прорези; середине кулисы вращается на шарнире и таким обр. может быть установлена под любым углом, соответствующим углу наклона рифлей. Платформа *Б* в нижней своей части имеет ползун, сквозь который проходит кулиса и к-рый соединен с зубчатой рейкой *е*, сцепляющейся с зубчатым сектором *з*. При движении платформы ползун, поднимаясь по кулисе, выдвигает зубчатую рейку, а следовательно и поворачивает зубчатый сектор тем больше, чем больше угол наклона кулисы. Для поворачивания обрабатываемого

дующие условия: 1) валок д. б. расположен строго параллельно оси станка; 2) при возобновлении рифлей валок д. б. отшлифован для выравнивания неравномерно сработавшихся нарезок; 3) мелкие рифли м. б. нарезаны одним проходом реза, для получения же более глубоких рифлей необходимо пройти каждый рифель резаом 2—3 раза; 4) резец д. б. изготовлен из алмазной стали по специальному шаблону, иметь угол резания для мелких рифлей не более 75° и для крупных не более 80°

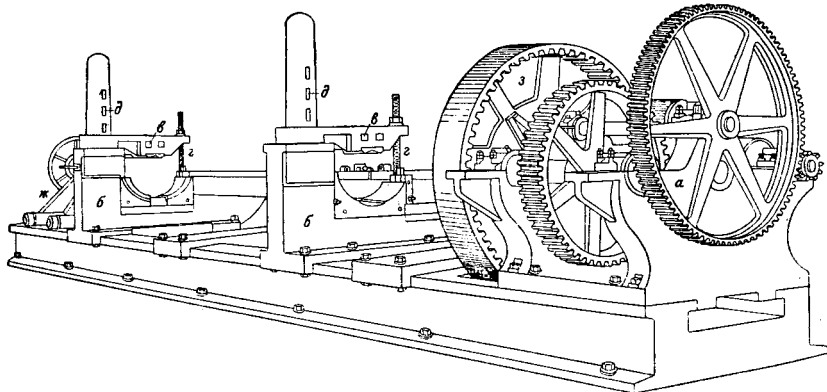


Фиг. 2.

и д. б. закален в воде, подкисленной соляной к-той (HCl). Форма реза зависит от расположения углов резания рифлей по отношению к продукту и от формы рифлей, к-рая меняется в зависимости от назначения вальцов. На фиг. 2 дана форма типичного рифля.

Лит.: Taschenbuch des Müllers, 8 Ausg., Braunschweig, 1927. В. Прокофьев.

**ВАЛЬЦЕТОКАРНЫЕ СТАНКИ**, специально для обточки прокатных валков, отличаются особенной массивностью и устойчивостью, в виду исключительной трудности обработки валков режущим инструментом.



Фиг. 1.

валка после нарезки каждого рифля на некоторый угол, достаточный для того, чтобы резец стал на поверхности валка в положение, соответствующее следующему рифлю, т. е. для получения заданного числа рифлей, служит делительная головка *В*.

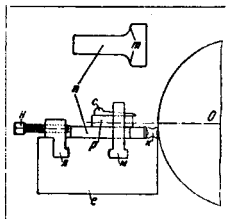
Станок при нарезке валка потребляет от 0,5 до 1 HP, при шлифовке—от 3 до 5 HP. При нарезке рифлей привод для движущейся платформы делает 70 об/м. при рабочем ходе и 450 об/м. при холостом ходе. При шлифовке наждачным кругом делает 1000 об/м., а валок—40 об/м. Производительность станка зависит непосредственно от числа и глубины рифлей и от изношенности валка при шлифовке; в среднем нарезка валка продолжается 16—17 часов.

Для правильного и продуктивного нарезания рифлей необходимо выполнить сле-

В. с. стропилась прежде без продольного и поперечного самохода. Конструкция такого станка, встречающаяся еще довольно часто в настоящее время, представлена на фиг. 1, где *а*—передняя бабка с зубчатым перебором для привода от ремня, *б*—стойки (люнеты) с подшипниками для шеек обрабатываемых валков, *в*—крышки с небольшой цилиндрической выемкой в середине, служащие верхними ползунками вкладышей, *г* и *д*—винты и отверстия для установки крышек на надлежащей высоте, *ж*—задняя бабка, *з*—планшайба; к стойкам *б* прикреплена массивная отливка прямоугольного сечения, расположенная вдоль станка с передней стороны и представляющая собой как бы подручник для токарных резцов (*е*—на фиг. 2). К планшайбе с перевернута коробка (не показанная на чертеже) с гнездом, в которое

входит конек короткого шпинделя с канавками по длине или крестообразн. сечения. По этому шпинделю скользит массивная обойма, захватывающая канавки на шейке обрабатываемого вала (треф) и таким образом приводящая последний во вращение. Благодаря такому устройству не совсем точная установка вала по отношению к шпинделю не отражается на правильности его вращения. При проточке канавок валки вращаются во вкладах, установленных в стойках б, для обточки же шеек валки устанавливаются в центрах при помощи задней бабки. Для различных размеров шеек имеется набор соответствующих вкладышей. Проточка канавок производится сперва начерно обыкновенными резами и затем чисто фасонными резами, изготовляемыми из углеродистой стали с содержанием углерода 1,5%, причем резы лучше всего закалять в соленой воде, чтобы придать им возможно большую твердость.

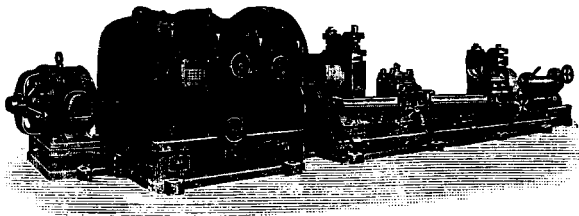
Для обточки цилиндрич. поверхностей в Америке применяют резы, представляющие стальную полосу крестообразного сечения (фиг. 2, к) и различной длины в зависимости от длины обрабатываемой шейки (до 200 мм); каждый угол ее является режущим ребром. Способ установки резов показан на фиг. 2, где е—упомянутый при описании станка подручник, снабженный Т-образной канавкой в своей передней части и L-образной в задней; в стойке л, установленной в задней канавке, вращается винт и, прижимающий резец к обрабатываемому валку О при помощи «толкателя» и. Последний проходит через хомут м, установленный в передней канавке, и вместе с планкой п и клином с служит для прижимания толкателя к подручнику. Резец к помещается непосредственно на подручнике и закрепляется с боков в случае надобности при помощи упорных кулачков, привертнутых к тому же подручнику. В отличие от обычных токарных станков резы в данном случае устанавливаются несколько ниже центра обрабатываемого предмета. Установленный таким образом резец продвигается к обрабатываемому валку при помощи нажима. винта до тех пор, пока он не будет резать по всей своей длине. Если по проверке окажется, что обточка происходит не по цилиндру, то отвинчивают слегка нажимной винт и и поправляют положение реза, ударяя молотком по углам толкателя.



Фиг. 2.

Современный тип В. с. представлен на фиг. 3. Станок приводится в движение непосредственно от электромотора, соединенного с закрытой со всех сторон коробкой скоростей эластичной муфтой. В крышке перед-

ней бабки устроен лубрикатор, подающий смазочное масло ко всем движущимся частям станка. Помимо описанного выше приспособления для захвата трэфов, для обеих бабок предусмотрена планшайба для зажима приобейл литых валков (для обточки начерно). Станок снабжен двумя суппортами с продольным и поперечным самоходами. При выключении продольного самохода суппорты легко передвигаются вручную (независимо друг от друга) при помощи шестерни и продольной рейки. Супорты снабжены со-



Фиг. 3.

лидными опорами для резов, применяемыми при отрезании приобейл и при проточке глубоких канавок. В станине имеется несколько параллельных продольных канавок для установки суппортов на разных расстояниях от центральной линии в зависимости от обрабатываемого вала. Задняя бабка легко переставляется по станине вручную; для того чтобы она не могла подаваться назад во время работы, ее снабжают собачкой, зацепляющейся за соответствующую рейку в станине. Подобного рода вальцетокарные станки строят с высотой центров от 350 до 800 мм и длиной между центрами от 2,5 до 7,5 м. Наименьшие станки делают примерно от 0,5 до 10 об/м., потребляя около 15 л.п., наибольшие—от 0,3 до 5 об/м., потребляя около 50 л.п.

В. Пальм.

**ВАЛЬЦОВАЯ МАССА** (типографская) служит для изготовления типографских валиков, предназначенных для нанесения краски на печатную форму. От В. м. в значительной степени зависит качество продукции в типографском деле. К В. м. предъявляются следующие требования: она должна 1) хорошо принимать крепкую и среднюю типографскую краску; 2) обладать большой эластичностью; 3) застывать при комнатной  $t^{\circ}$ ; 4) не расплавляться и не терять своих свойств при быстрых оборотах машины и при  $t^{\circ}$  до 40—50°; 5) не твердеть и не крошиться; 6) не пачкать печатной формы; 7) задерживать краску на своей поверхности и не давать ей проникать глубже 1—2 мм; 8) при частой переливке долго сохранять свои свойства; 9) хорошо принимать и сохранять форму, получаемую при отливке. Эластичность массы проверяется пробой, обычно вручную; чем больше она сопротивляется разрыву, тем качество лучше; другая практическая проба: масса не должна ломаться в слегка смоченном месте перегиба.

Основные материалы для изготовления В. м.: 1) рыбий клей или желатина хорошего качества, от к-рых зависит эластичность



В. м.; 2) глицерин полубелый или бледно-соломенного цвета, уд. в. 1,260, без примесей солей и извести; от него зависит крепость В. м.; 3) патока из зерновых продуктов или сахарная; 4) венецианский терпентин. Рецептов для составления вальцовой массы много. Лучшей массой считается английская. Составы В. м. показаны в табл. 1 и 2.

Табл. 1.—Составы английской массы в весовых частях.

Сорта массы	Клей или желатина	Глицерин	Патока зерновая	Венециан. терпентин
Летняя (крепкая)	12	6	6	1/8
Зимняя (слабая)	12	10	10	»
Весенняя и осенняя (полукрепкая)	12	14	14	»

Табл. 2.—Составы немецкой массы в весовых частях.

Сорта массы	Желатина или клей	Глицерин	Патока сахарная
Летняя	8	8	8
Зимняя	8	12	12
Обычная	14	16	6

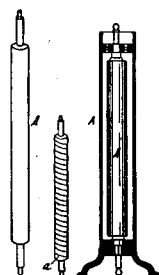
Для получения белой В. м. (в типографском деле редко употребляемой) к ней прибавляют цинковые белила высшего качества; последние придают массе твердость. Кроме основной имеется на рынке добавочная В. м. специально для добавления к старой при переливке валиков. Как основная В. м., так и добавочная выпускаются под различными названиями и для разного назначения: для газетного и книжного ротационного печатания, для плоских машин и т. п., обычно — кирпичиками 5×5×3 см и больших размеров. За последнее время в Америке появилась особая патентованная вальцовая масса, состав которой пока неизвестен. В Европе патент принадлежит фирме MAN (Аугсбург), которая распространяет эту массу под названием «валики Идеал». Масса эта отличается большой эластичностью при значительной плотности. Вследствие этих и некоторых других свойств, по указанию фирмы, масса пригодна не только для быстрходных ротационных машин, но также и для литографского печатания (взамен кожаных валиков) и офсетного.

Процесс производства В. м. Рыбий клей или желатину предварительно следует размочить в дождевой или дистиллированной воде, продержав в ней не менее 12 часов, для того чтобы они поглотили воды до 30% своего веса. Глицерин и патоку подогревают в отдельном котле до 75—90°, тщательно размешивая для получения однородной массы. Образующуюся во время варки на поверхности белую пену следует осторожно снимать. Затем постепенно в котел добавляют размоченные клей или желатину. Когда все компоненты образуют однородную массу, добавляют венецианский терпентин. Особое внимание следует обратить на то, чтобы вальцовая масса не пригорела,

так как в этом случае масса теряет все свои ценные свойства. Рекомендуется нагревать массу в двойном котле паром и следить, чтобы температура не поднималась выше 90°. После прибавления скипидара массу около 10 минут дают остыть и затем пропускают через три волосяных сита (трех разных мешей) в формы, если она готовится для хранения, или в валиковые формы, если ее готовят для непосредственного употребления в дело. В рационально поставленных предприятиях перед разливкой в формы из расплавленной вальцовой массы в вакуум-аппарате отсасывается излишек влаги, чем достигается большая плотность и эластичность вальцовой массы — непременные свойства для В. м. хорошего качества.

При менее В. м. Полиграфические предприятия обычно приобретают готовую В. м., подбирая ее сорта в зависимости от назначения, характера печатных работ, времени года (летом — более крепкую, зимой — слабую) и типа машин (ротационные, плоские, американки). Отливку валиков некоторые предприятия сдают в специальные мастерские; однако многие типографии производят эту работу у себя.

Процесс отливки В. м. разрезают на мелкие кусочки и постепенно, небольшими партиями, кладут в варочный котел обычно емкостью 50 кг, нагреваемый паром или горячей водой. По истечении 40—50 м. при  $t^{\circ}$  50—60° масса становится достаточно текучей и ее следует тотчас же разлить в формы (гильзы). Перегрев массы лишает ее необходимой эластичности и вызывает при отливке образование пузырей. Форма (гильза) чугунная (медная для американок), состоит из целой отливки (фиг. 1, А) и редко, лишь для устаревших машин, из двух половинок (фиг. 2). Предварительно внутренние стенки формы прочищают, насухо протирают и всю поверхность тщательно смазывают каким-либо жиром, тонким и равномерным слоем (обильная смазка портит поверхность отлитого валика, при недостаточной же смазке масса отрывается во время извлечения из формы). Затем в форму устанавливают валик (фиг. 1, Д), центрируя его крестовиной (фиг. 2, е); при этом заливаемая часть тела валика должна быть предварительно защищена от ржавчины (только не керосином) и грязы и обмотана бечевкой (фиг. 1, а), которая хорошо держит массу. После установки валика и тщательного скрепления обеих половинок формы (во избежание образования шва, если форма составная) форму нагревают до  $t^{\circ}$ , немного ниже нагретой В. м. (медные формы значительно слабее), и заливают массой через воронку (фиг. 2, б). Этот способ отливки валика имеет много недостатков: получается рыхлый верхний слой массы, часто образуются пузыри (например, если нагретую массу быстро вливают в форму или перегревают форму),



Фиг. 1.

Этот способ отливки валика имеет много недостатков: получается рыхлый верхний слой массы, часто образуются пузыри (например, если нагретую массу быстро вливают в форму или перегревают форму),

кроме того масса неоднородна и ее поверхность недостаточно гладка. В результате такие валики на машине расходуют лишнюю краску, плохо кроют печатную форму (краска расплывается) и быстро портятся.

Во избежание указанных недостатков предпочитают другой способ отливки валиков— под давлением (фиг. 3). В закрытом котле А, обогреваемом паром, растапливают массу, как и в первом случае, затем массу под легким давлением пропускают в гильзу снизу. При этом получается валик правильной и гладкой формы, однородной плотности, без пузырей. После отливки валики оставляют в

форме на 2—4 часа, а затем вынимают из формы и выдерживают до употребления в дело несколько дней. Вместо отдельных гильз в более крупных предприятиях устанавливают так наз. митральезы (фиг. 3, Б). Внутри митральезы имеются полые цилиндры, размеры которых соответствуют всем типам валиков данного предприятия. Установка шпинделя валика производится таким же способом, как и в обычных гильзах. Преимущества: отливка партиями, вальцовая масса меньше подвергается нагреву, что сохраняет ее качества.



Фиг. 3.

После некоторой работы валики приходят в негодность, В. м. пропитывается краской, твердеет и крошится (валики для черной краски медленно сохнут); если за валиками внимательно следить, то при нормальной работе хорошие валики могут служить до 1 года, а для выстрохочнувших красок, — цветных—значительно меньше. Для переливки старых валиков снимают на токарном станке специальной конструкции верхний слой массы в 1—2 мм, пропитанный краской; оставшуюся массу разрезают на мелкие ку-

ски и пускают в переработку, предварительно удалив отдельные пропитанные краской куски из массы ниже снятого слоя. Можно работу произвести и без станка: сначала следует промыть валик керосином или скипидаром, затем зеленым мылом и тщательно протереть сукном, после чего острым ножом или скребком (фиг. 4)



Фиг. 4.

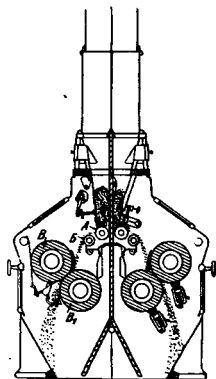
соскоблить весь пропитанный краской загрязненный слой. Бывшую в употреблении растолченную В. м., как и новую, следует профильтровать и к первой добавить свежей массы, тщательно однородно. При тщательной предварительной очистке В. м. поддается пятикратной переливке, однако фактически, на практике, В. м. переливается и значительно большее число раз.

Лит.: Mugrauer J., Die Buchdruckwalzen, Wien, 1924. А. Волк.

**ВАЛЬЦОВЫЙ СТАНОК**, мукомольный и й, для измельчения и повторительного высокого помола зерновых продуктов. Первая практически пригодная конструкция В. с. разработана и осуществлена швейцарским инженером Зульцбергером в 1834 году. Затем, лишь с 70-х годов прошлого столетия, после ряда усовершенствований, введенных Фридрихом Вегманом (станок с фарфоровыми вальцами) и Андреасом Мехвартом (вальцы из закаленного чугуна), В. с. стал успешно конкурировать с жерновым поставом и постепенно вытеснил его с крупных товарных мельниц. Вальцовое строение в Европе и Америкешло самостоятельными путями, вследствие чего современные европейские и американские конструкции вальцовых станков имеют существенные различия.

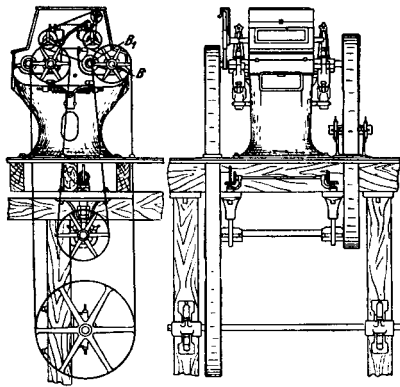
В современном вальцовом строении преобладает тип четырехвальцового станка, причем каждая пара вальцов образует независимую мелющую систему. В европ. конструкциях В. с. преобладает диагональное расположение вальцов (фиг. 1, В и В<sub>1</sub>), в американских—горизонтальное (фиг. 2, В и В<sub>1</sub>). Корпус, или станину, В. с. изготовляют обыкновенно в виде полый чугунной отливки с приспособлением для установки подшипников вальцов, приводного механизма и устройства для питания вальцов. Основные требования, предъявляемые к конструкции корпуса вальцового станка,—легкость разборки станины для выемки вальцов и доступность для наблюдения за работой станка.

Мукомольные вальцы д. б. строго цилиндрической формы, иметь твердую рабочую поверхность и противостоять изнашиванию



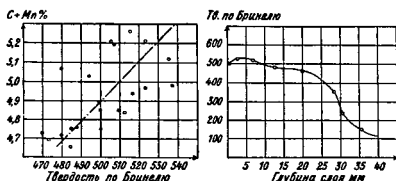
Фиг. 1.

и давлению, которые возникают при размоле. Гладкие вальцы должны обладать свойством хорошего захвата размалываемого продукта. В качестве сырья для вальцов



Фиг. 2.

употребляется чугун с содержанием 3,3—3,8% С, 0,5—1% Si, не менее 1% Mn; присутствие S и P вредно. Содержание углерода, кремния и марганца в чугуне определяет его качества. Фиг. 3 показывает зависимость между твердостью закаленного чугуна и процентным содержанием в нем углерода и марганца; при 5,2% (С+Mn) твердость по Бринелю достигает 530 кг/мм<sup>2</sup>. Чугун коксовой плавки неоднороден, поэтому



Фиг. 3.

Фиг. 4.

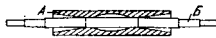
для изготовления вальцов идет чугун, выплавленный на древесном угле<sup>\*1</sup> (см. *Литье* ч у и н о е). Плавку чугуна можно вести как в электрич. печах, так и в вагранках, но первые дают лучший результат. Микрофотограммы поверхности вальцов, бывших в длительной работе, показывают, что поверхность вальцов при ваграночной плавке приобретает зернистое строение, при плавке же в электрич. печи получается волокнистое строение; следовательно плавка в электрических печах обеспечивает лучшую вязкость металла.<sup>\*2</sup>

Для получения необходимой твердости рабочих поверхностей вальцы отливается в металлических изложницы (кокилы). Отливка производится в стоячем положении; литники располагают тангенциально вниз. При быстром охлаждении чугун закаляется,

так как в нем образуется цементит. Твердость закаленного слоя и его толщина для чугуна определенного состава зависит от  $t^{\circ}$  расплавленного металла,  $t^{\circ}$  и толщины стенок изложницы и от толщины отливаемого вальца. Глубина закаленного слоя должна быть такова, чтобы при переточке и новом рифлении вала поверхность переточенного вала была достаточно тверда. Исследование закаленного слоя вала диаметром 256 мм показало, что кривая твердости закаленного слоя, возрастая, достигает максимума на глубине 3 мм, почти не изменяется до глубины 16 мм, после чего резко падает до границы закаленного слоя на глубине 30 мм. Результаты испытания приведены на фиг. 4. Уменьшение твердости по глубине закаленного слоя объясняется уменьшением количества цемента и увеличением перлита, что ясно видно по микрофотографическим снимкам шифов.<sup>\*1</sup>

Гладкие вальцы с хорошей захватывающей поверхностью дают шлифы, которые после их обработки песчаной струей имеют под микроскопом вид рельефной поверхности; возвышенности состоят из цемента, так как перлит благодаря своей мягкости уносится песчаной струей. При отливке гладких валов закаленный слой должен состоять как из цемента, так и равномерно с ним перемешанного перлита.

Нормальная конструкция чугунных вальцов—пустотелый цилиндр А, надетый на вал В (фиг. 5 и 6) в горячем состоянии или при помощи гидравлическ. прессы. Форма, показанная на фиг. 5, предпочтительна, так как она при изгибе и от нагрева приобретает более равномерные деформации. В процессе механической обработки вальцов весьма существенные моменты—проверка твердости закаленного слоя (склероскопом), проверка цилиндричности и пригонки парных вальцов и наконец их динамическая балансировка. Последняя необходима для достижения спокойного и плавного хода станка и уменьшения его износа, ибо неопределимая путем статической балансировки (прокатывание на горизонтальных ножах) динамич. неуравновешенность при допускаемом для вальцов числе оборотов (до 500—600 об/м.)



Фиг. 5.

вызывает вследствие возникающих при этом центробежных сил значительные изгибающие моменты. *Уравновешивание* (см.) производится на специальных станках (Лавачек-Геймана), зачерчивающих на торцовой части вала так называемую диаграмму динамическ. усилий, на основании к-рой производится затем тарирование вальца балансировочными грузами и окончательное их укрепление после второй проверки. На дранных вальцах производится нарезка рифлей на специальных *вальцезерных станках* (см.). Качество современных чугунных вальцов настолько высо-

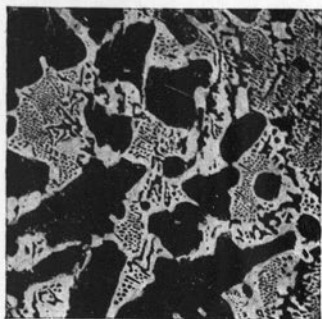


Фиг. 6.

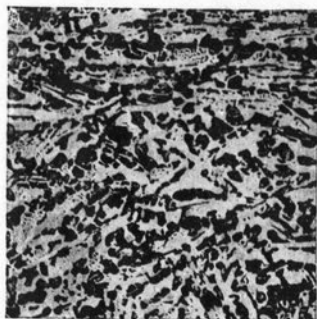
\*1 См. фиг. 1, 2 на отдельном листе.

\*2 См. фиг. 3, 4 на отдельном листе.

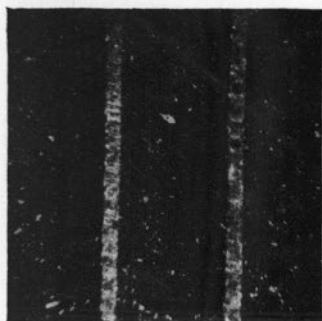
\*1 См. фиг. 5—12 на отдельном листе.



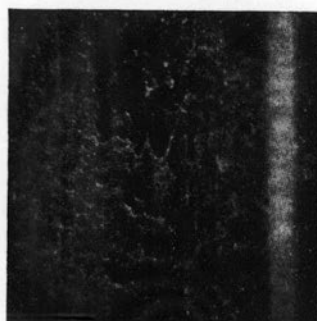
1



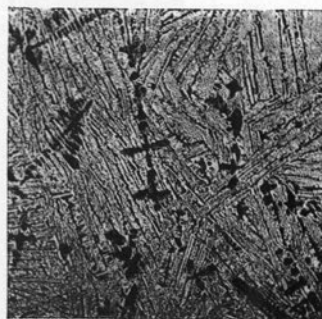
2



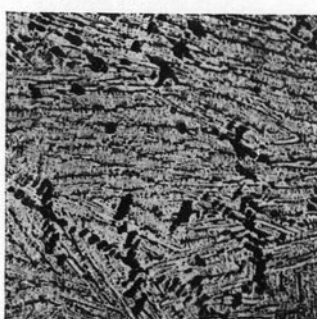
3



4

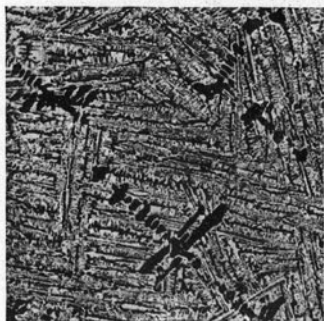


5



6

1. Чугун коксовой плавки,  $\times 100$ . 2. Чугун древесноугольной плавки,  $\times 100$ . 3. Поверхность вала при плавке в вагранке,  $\times 25$ . 4. Поверхность вала при плавке в электрической печи,  $\times 25$ . 5. Шлиф на глубине 0,5 мм,  $H_{Br} = 500$ ,  $\times 100$ . 6. Шлиф на глубине 3 мм,  $H_{Br} = 522$ ,  $\times 100$ .



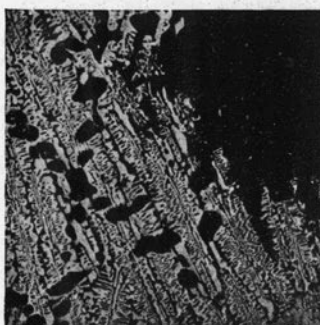
7



8



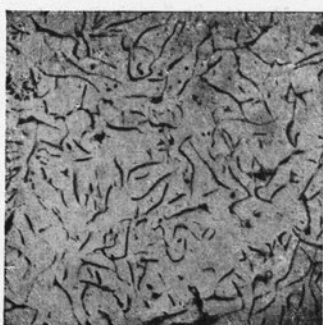
9



10



11



12

7. Шлиф на глубине 7 мм,  $H_{Br} = 510$ ,  $\times 100$ . 8. Шлиф на глубине 13 мм,  $H_{Br} = 484$ ,  $\times 100$ . 9. Шлиф на глубине 20 мм,  $H_{Br} = 477$ ,  $\times 100$ . 10. Шлиф на глубине 28 мм,  $H_{Br} = 353$ ,  $\times 100$ . 11. Шлиф на глубине 31 мм,  $H_{Br} = 235$ ,  $\times 100$ . 12. Шлиф на глубине 36 мм,  $H_{Br} = 160$ ,  $\times 100$ .

ко, что они совершенно вытеснили широко применявшиеся в конце прошлого столетия фарфоровые валцы.

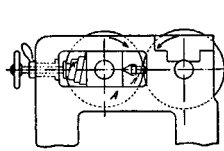
В зависимости от назначения В. с. устанавливаются рифленые валцы (см. *Рифляк*) на дранных станках, производящих помол зерна на крупку, и гладкие валцы — на размольных станках, измельчающих крупку в муку. Диаметр валцов европейских заводов колеблется в пределах от 220 до 350 мм для рифленых валцов и от 250 до 300 мм для гладких; валцы американских заводов имеют диаметр от 150 до 300 мм. Минимальный диаметр валцов определяется тем, что для втягивания продукта между валцами необходимо, чтобы угол захвата продукта был меньше угла трения продукта и рабочей поверхности. Для круп при чугунных приработавшихся валцах угол трения  $\varphi$  равен  $17^\circ$ , при фарфоровых валцах  $\varphi = 20^\circ$ . Чрезмерное увеличение диаметра валцов нежелательно, так как при этом имеет место длительное нахождение продукта между мелющими поверхностями и теряется преимущество однократного воздействия на размалываемый продукт.

Окружная скорость валцов, работающих в паре, всегда делается неодинаковой. Отношение скоростей колеблется в пределах от 1,1 : 1 до 5 : 1 в зависимости от назначения станка, причем большие различия в скоростях имеют место при дранном процессе, меньшие — при размольном. Медленно вращающийся валец подводит продукт к быстро вращающемуся, который и производит срезывание (острыми гранями рифлей в дранном процессе) верхнего слоя частицы или скалывание ее (при гладких размольных валцах), чем избегаются смятие и раздавливание продукта, вредящие его качеству и увеличивающие расход силы на размол. Абсолютная окружная скорость валцов в европейских станках достигает 3—4,5 м/сек, в американских 5,5—6,5 м/сек.

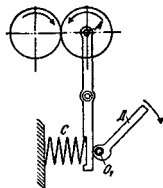
Передача движения к валцам — обычно ременная на шкив, посаженный непосредственно на вал одного из парных валцов. От вальца к вальцу в европейских конструкциях применяется исключительно зубчатая передача, зачастую с елочным или шахматным расположением зубьев, в американских вальцовых станках — ременная. Преимущество зубчатой передачи — точное сохранение дифференциала скоростей валцов; недостаток — ухудшение работы зубчатой передачи при износе валцов, влекущем за собой необходимость сближения их осей. Главным же неудобством ременной передачи от вальца к вальцу — трудность сохранения точного передаточного числа оборотов (вследствие скольжения постепенно ослабевающего ремня) — успешно устраняется американскими конструкторами устройством натяжн. приспособления. Преимущество ременной передачи — плавный и бесшумный ход станка.

Для регулирования расстояния между валцами один из подшипников делается подвижным. Во избежание поломок при попадании в валцы случайных металлических предметов (гвозди, гайки и т. д.), подвижной валец снабжается податливым нажимным приспособлением, позволяющим вал-

цам раздвигаться. В нажимных приспособлениях прямого действия (фиг. 7а) подшипники подвижного вальца А сильной пружиной к прижимаются к ввинчиваемому в



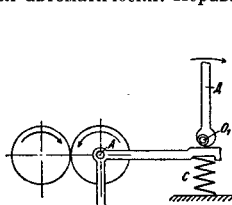
Фиг. 7а.



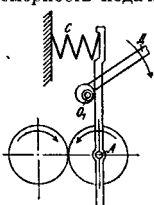
Фиг. 7б.

станину упорному болту л, при помощи которого можно установить любое расстояние между валцами. В нажимах рычажного типа (фиг. 7б и фиг. 8а и 8б) усилие пружины С передается подвижным подшипникам А при помощи рычагов первого или второго рода. Рычаг опирается на эксцентрик  $O_1$  с неподвижной, связанной со станиной осью вращения; регулирование расстояния между валцами достигается вращением эксцентрика при помощи рукоятки Д с оставом, позволяющим фиксировать требуемое положение подвижного вальца. Выгоды рычажного типа нажимов — возможность применять более слабые пружины и быстро выводить валцы из рабочего положения одним поворотом рукоятки эксцентрика. В силу этого рычажная система нажимов и получила преимущественное применение в большинстве современных конструкций вальцовых станков как европейских, так и американских.

Питание В. с. должно быть непрерывным, постоянным и равномерным по всей длине вальцов; подача продукта («сыпь») на мелющие поверхности должна регулироваться автоматически. Неравномерность подачи



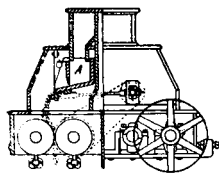
Фиг. 8а.



Фиг. 8б.

вызывает излишний расход силы на размол и либо дает отчасти непереработанный продукт либо мнет и раздавливает его вследствие чрезмерного нажима. Для равномерного распределения продукта по всей длине мелющих поверхностей применяются питающие приспособления по типу встряхиваемых ковшей, к-рые применяются в жерновых поставках, или роликовое питание с подачей продукта при помощи одного или двух вращающихся роликов (валиков). Первый тип питающего механизма встречается лишь в американских конструкциях

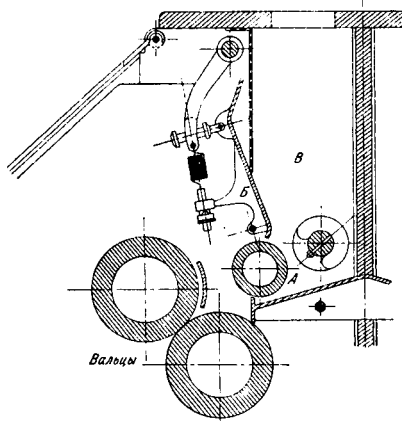
вальцовых станков (фиг. 9). Число колебаний питающего ковша *A* достигает 200—250 в минуту. Европейские конструкторы дают принудительное двухроликковое питание (фиг. 1, *A* и *B*).



Фиг. 9.

В этой системе продукт из распределительной коробки поступает в неподвижный ковш, откуда через узкую продольную щель он попадает на первый (подводящий) ролик и по нему скатывается на второй (питающий), а с этого последнего уже попадает на вальцы (*B* и *B*<sub>1</sub>). Питающие ролики снабжают рифлями (преимущественно продольными) в виде остроугольных или подкруглых канавок. Роль вращающихся питающих роликов заключается в выравнивании толщины непрерывной ленты продукта, как бы в вытягивании ее. Подводящий ролик обычно имеет диаметр от 120 до 140 мм и окружную скорость до 0,33 м/сек, питающий — меньший diam. 60—80 мм, но большую окружную скорость — до 0,75 м/сек. Двухроликковое питание в американских *B. S.* не встречается. Однороликковое питание (фиг. 10 и 11, *A*) применяется и европейск. и американскими конструкторами с вполне удовлетворительными результатами. Недостатком питающих устройств с роликковой принудительной подачей продукта является наличие неподвижных подводящих щитков, не подвергающихся очистке непрерывным сотрясанием (как это имеет место при свободном питании при помощи встряхиваемых ковшей); вследствие этого при влажном зерне на них часто образуются неподвижные островки переработанного продукта, разбивающие его непрерывную ленту на отдельные струи. Требуемая интенсивность подачи продукта регулируется обычно изменением ширины питающей щели встряхиваемого

или неподвижного ковша. Для сохранения постоянства заданного режима питания существуют автоматические устройства, действующие таким образом, что с возрастанием давления продукта на подвижной щиток



Фиг. 10.

(фиг. 10, *B*), образующий стенку питающего ковша (фиг. 10, *B*), рычажная передача уменьшает ширину питающей щели.

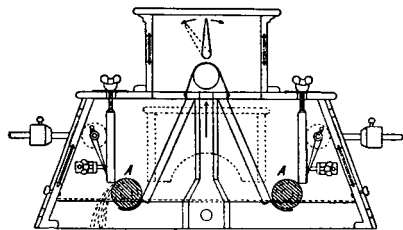
Производительность *B. S.* и расходуемая ими мощность подсчитываются на основании эмпирич. данных, так как существующие теоретические формулы (проф. Афанасьев, Кика, Зворыкина) выведены в предположении одинаковой скорости обоих вальцов и освещают общую картину процесса размола, не учитывая явления скальвания и срезывания зерна, имеющих место при неравномерной скорости вальцов. В помещенной здесь таблице даны средние величины производительности пары вальцов, выведен-

Средняя производительность вальцовой пары в кг в час и необходимая мощность в лр.

Рабочая поверхность Продукт	Рифленные вальцы										Гладкие вальцы				
	Пшеница														
	Высокий						Ровный						Размол крупнок и дуэтов		
	220		250		300		250		300		350		250	300	350
Род помола	Производительность вальцовой пары в кг в час														
Длина вальцов в мм															
490	700	800	500	600	700	500	600	700	300	400	500	250	300	400	400
500	900	900	600	700	800	600	700	800	400	500	600	300	400	500	500
600	900	1000	700	800	900	700	800	900	500	600	700	350	500	600	600
700	1200	1200	900	900	1000	800	900	1000	600	700	800	400	600	700	700
750	1250	1300	950	950	1100	850	950	1100	650	750	900	450	650	750	750
800	1300	1400	1000	1000	1200	900	1000	1200	700	800	1000	500	700	800	800
900	1400	1500	1200	1300	1400	1100	1200	1300	800	900	1100	600	800	1000	1000
1000	1600	1700	1400	1500	1600	1200	1300	1500	900	1000	1200	700	900	1200	1200
1200	1800	1900	1600	1700	1800	1300	1400	1700	1000	1200	1400	—	—	—	—
1500	—	2200	—	1900	2000	1400	1500	1900	1100	1400	1600	—	—	—	—
Мощность в лр на 100 мм длины вальцовой пары	0,2	0,3	0,2	0,3	0,4	0,3	0,4	0,5	0,5	0,6	0,7	0,4	0,5	0,6	—

ные на основании данных европ. з-дов. Производительность дражных (рифленых) вальцов следует относить к первому пассажу; производительность гладких вальцов относится к разному количеству крупок и дунстов; при вымоле оболочек (темных дунстов) производительность на 10—15% ниже. Производительность вальцов американского В. с., при соответственно большей их скорости, на 25—40% выше.

В мельничной практике принято выражать производительность в более удобном для производственных расчетов виде, а именно—как рабочую длину вальцов (для различных типов помола и последовательных пассажей), приходящуюся на единицу суточной производительности мельницы, или как допустимую на единицу длины вальцов величину суточной производительности. Указанные величины не дают истинных количеств пропускаемого через вальцы продукта, так как при всяком сложном помоле (повторительном, полувысоком, высокомо) имеют место, с одной стороны, промежуточный отбор достаточно измельченного готового продукта, с другой, — неоднократный возврат не вполне переработанной части продукта на мелющие системы;



Фиг. 11.

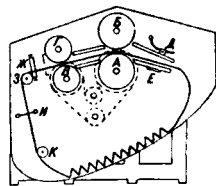
таким образом только первый, дражный, пассаж пропускает в действительности количество продукта, равное производительности мельницы.

Лит.: Козьмин П. А., Мукмольно-крупное производство, М., 1926; Зворыкин К. К. Курс по мукмольному производству, Харьков, 1894; Афанасьев П., Мукмольные мельницы, 2 изд., М., 1883; Вагнер В. M., Selbstunterricht für Müller und Mühlenbauer, Lpz., 1921; Kettenschbach F., Katechismus für Müller und Mühlenbauer, Lpz., 1924; Kück F., Die Mehlfabrikation, Lpz., 1894; Креуцет Н., Aus der Praxis d. Hartweizenwaizenfabrikation, «Ztschr. f. d. ges. Mühlenwesen», Frankfurt a/M., 1927, April, H. 1. В. Луминов.

**ВАЛЯН**, отдельная часть некоторых машин текстильного производства, представляющая собою цилиндр с игольчатой или какой-либо иной обрабатывающей поверхностью. В прядении валин—цилиндр кардочесальных машин, обтянутый кардой (игольчатой лентой). В ткачестве—цилиндр, набирающий ткань на ткацкие станки. См. *Прядение и Ткацкое производство*.

**ВАЛЯЛЬНАЯ МАШИНА**, машина для свойлачивания шерстяных товаров, встречается самых различных конструкций. В. м. состоит из деревянного кожуха, в котором находятся на соответствующих опорах: 1) механизм для приведения в движение машины,

состоящий из привода, насаженного на вал А, от которого движение передается валу В; 2) механизм для направления движения товара, состоящий из свободно вращающихся валиков К и З, неподвижной площадки Е и пальцев П, через к-рые проходит товар; 3) механизм для уваливания товара по ширине в виде главных валов машины А, В, В, Г и вертикально поставленных валиков Ж (товар уваливается по ширине и при прохождении через пальцы П); 4) механизм для уваливания товара по длине в виде подвижного рычага Д, задерживающего движение товара своей тяжестью или при помощи наложенных на него грузов, если рычаг не связан с приспособлением для механического регулирования нажима.



Кроме приведенного типа В. м. служащих чаще всего для уваливания шинельных сукон, для легких товаров конструируются машины с одной парой главных валов, пользующиеся наибольшим распространением в суконном производстве. Наконец встречаются машины с одним нижним и тремя верхними валами или же с одним нижним и двумя верхними валами.

В. м. для войлоков, называемые в практике стиральными машинами (см. *Войлочное производство*, фиг. 3), работают по принципу удара. Деревянные молоты, производящие удары по товару, расположены на валу машины таким образом, чтобы товар при работе сам поворачивался для получения ровной валки. В зависимости от назначения войлока (напр. для шляп) В. м. встречаются самых различных конструкций. Цилиндрическая В. м. для суконного производства расходует ок. 6 HP. Скорость вращения главных валов—от 90 до 130 об/м.

Лит.: Канарский Н., Краткий курс суконного производства, М., 1926; его же, Шерсть и ее обработка, т. 1, ч. 1—2, М., 1923—1924; Hall A., Textile Bleaching, Dyeing, Priting and Finishing Machinery, London, 1925. А. Меос.

**ВАЛЯЛЬНО-ВОЙЛОЧНОЕ ПРОИЗВОДСТВО**, см. *Войлочное производство*.

**ВАЛЯНИЕ**, см. *Войлочное производство*.  
**ВАНАДИЕВАЯ МЕДЬ**, сплав из 92% меди и 8% ванадия; вводится в медные сплавы для раскисления их. Вследствие дороговизны ванадия присадку ванадиевой меди производят с таким расчетом, чтобы в сплаве оставшееся количество ванадия ограничивалось 0,4—0,5%. Добавка ванадия способствует увеличению плотности и тягучести сплавов.

Ванадиевая латунь, сплав с содержанием 69—71% меди, ок. 29—30% цинка, до 0,5% ванадия, других примесей, за исключением висмута и сурьмы, уменьшающих пластичность сплава,  $\delta$  0,3%. Сплав, содержащий 61—62% меди, 36—38% цинка, около 0,5% ванадия и  $> 1\%$  олова, часто называют ванадиевой бронзой, тогда как в этом случае сплав представляет собою только специальную латунь. Сопротивление на разрыв ванадиевых латуней достигает от



55 до 56 кг/мм<sup>2</sup> при удлинении до 25%. Ванадиевая латунь применяется для ответственных фасонных отливок.

**ВАНАДИЕВАЯ СОЛЬ**,  $\text{NH}_4\text{VO}_3$ , легко получается из растворов солей ванадиевой кислоты мета-, орто- и пиростроения (ванадатов) прибавлением нашатыря, вследствие трудной растворимости аммонийной соли ванадиевой кислоты (см. *Ванадий*). Полученная т. о. соль легко очищается перекристаллизацией из аммиачных растворов. Раствор В. с. вследствие наступления гидролиза со временем желтеет. Растворимость ее в воде на холоду равна 1%. Употребляется В. с. при крашении и печатании черным анлином и другими аналогичными красителями в качестве катализатора.

**ВАНАДИЕВАЯ СТАЛЬ**, специальная сталь, содержащая ванадий в количестве 0,10—0,25%, максимум—0,40%. Введением V достигается общее улучшение качеств металла. Собственно В. с. (т. е. не содержащая других кроме V специальных элементов) применяется в технике сравнительно мало, но введение от 0,10 до 0,40% V в специальные стали, содержащие один или несколько специальных элементов (хромованадиевая, хромоникель-ванадиевая, быстрорежущая и др.), вполне установилось и получает все большее распространение. В быстрорежущих сталях различных марок ванадий вводится в количествах от 0,10 до 2,25%. Применение В. с. весьма распространено в Америке для ответственных паровозных поковок и отливок; состав: 0,25—0,45% С, 0,15—0,20% V. Паровозные рамы, литые, отливаются из стали, выплавленной в мартевской печи на кислот или основным лоду. Они должны иметь по спецификации: 0,20—0,30% С, 0,20—0,30% Si, 0,50—0,70% Mn, не менее 0,16% V, не больше 0,05% S, не больше 0,05% P. Рамы обязательно отжигаются при 950°; охлаждение с печью до 650° и выдержка на воздухе не ниже чем при 550°.

Испытание образца отожженной отливки, вырезанного из прилива  $d = 0,505''$  и  $l = 2''$ , должно давать: временное сопротивление на разрыв 49—60 кг/мм<sup>2</sup>, предел текучести 28—35 кг/мм<sup>2</sup>, удлинение 25%, сжатие 45%. Опытные рельсы Cambria Steel Co. имеют в своем составе: 0,54—0,57% С, 0,15—0,17% V; испытание этих рельсов параллельно с нормальными углеродистыми (0,72—0,80% С) показало значительно лучшее качество их при испытании на разрыв, излом ударом и на истирание.

В Америке и Европе в инструментальную углеродистую сталь высшего качества вводится 0,10—0,25—0,50% V. Ванадий, введенный в расплавленный металл, оказывает весьма сильное раскисляющее действие, очищает от азота, а потому дает более плотный металл. V, оставшийся в отвердевшем сплаве как составная часть, значительно улучшает механич. качества металла (сравнительно с несодержащим V): при испытании на разрыв, при заданном сопротивлении разрыву, предел текучести и сжатия выше; при испытании на хрупкость ударом и повторными нагрузками (на усталость) В. с. дает значительно лучшие результаты (при заданн. сопротивлении разрыву); сталь

хорошо куется, сваривается и закаливается (меньше случаев трещин). Инструментальная сталь с V в закаленном состоянии лучше выдерживает толчки и имеет большую работоспособность в более тяжелых условиях работы. При введении V в количестве 0,2% образуется твердый раствор V в железе—ванадиевый феррит, который сравнительно с ферритом углеродистой стали имеет мелкозернистую структуру; перлит В. с. теряет пластичный характер и делается точечным (сорбитообразным). При повышении содержания V образуется карбид состава  $\text{V}_4\text{C}_3$ . Критические точки В. с. сравнительно с углеродистой немного повышены (10°); процессы распада и образования твердого раствора протекают более инертно. Вследствие большой цены феррованадия введение V в сталь значительно повышает ее стоимость, а потому применение ее имеет смысл лишь для более ответственных частей и инструментов (напр. для паровозных отливок, инструментальной стали). Как металл высококачественный и высокой цены В. с. готовится из чистой шихты, в случае больших количеств (для паровозов)—в мартевских печах (кислых или основных); инструментальная сталь всех марок, хромованадиевая и другие специальные стали—в электропечах и тиглях. Ванадий вводится в виде феррованадия, содержащего нормально V от 35 до 40%. Присадка делается в печь после введения других добавочных частей, а также в жолоб или ковш; в тигельном же процессе—в шихту. Введенный V действует как раскислитель и большая часть его окисляется, «угорает» и уходит в шлак. Ковку В. с. производят в тех же условиях, как углеродистой, с тем же содержанием С; однако в виду большей ценности стали предосторожности против порчи в нагреве (достаточная постепенность) и под молотом д. б. соблюдаемы более тщательно.

В. с. (без других специальных элементов) применяется в большинстве случаев после отжига (поковка и отливка), а иногда без какой-либо термической обработки (рельсы, поковки). Специальные стали, содержащие V, применяются обязательно в термообработанном виде (закалка с отпуском), только в таком случае металл получает высокие качества, необходимые для наилучшего использования его. Термообработка, т. е. закалка и отпуск, делаются так же, как и углеродистой стали; как на особенность надо указать на достаточно медленный нагрев в виду инертности процессов образования твердого раствора. Закаливающей средой могут быть вода, нефть или льняное масло.

Применение V как специального, вводимого в сталь элемента началось с 1896 года. С 1905 года в Перу начаты большие разработки ванадиевых руд, поэтому выплавка феррованадия и применение ванадиевой стали особенно распространены в Америке.

Лит.: Pütz P., «Metallurgie», Halle a/S., 1906, Jg. 3, p. 635; Portevin M. A., «Revue de Métallurgie», P., 1909, t. 6, p. 1354; «The Foundry», Cleveland, 1910, v. 37, 4, p. 137; «The Iron Trade Review», Cleveland, 1914, p. 713.

Д. Нутырин.

**ВАНАДИЙ**, V, ат. вес 51,0; ат. номер 23; очень твердый металл цвета стали, уд. вес 6,69,  $t_{пл.}$  около 1715°, теплоемкость 0,124,

ат. теплосмкость 6,4. Соединения В. в малых количествах широко распространены в природе: в бокситах, глинах, песчанниках, а также в медных, свинцовых, кобальтовых и железных рудах. В последние годы ванадий был найден в ряде титанистых железняков и фосфоритных лимонитов, а также в некоторых асфальтах и углях. Далее ванадий можно найти в соде, поташе, едком натре; присутствие его замечено даже в стекле, вине, дереве и в крови некоторых животных. В качестве главной составной части ванадий входит в следующие минералы: 1) деклаузит,  $4(\text{Pb}, \text{Zn})\text{O} \cdot \text{V}_2\text{O}_5 \cdot \text{H}_2\text{O}$ ; 2) мотрамит,  $(\text{VO}_2)_2(\text{Cu}, \text{Pb})(\text{CuOH})_4$ ; 3) пухерит,  $\text{V}_2\text{O}_5 \cdot \text{V}_2\text{O}_3$ ; 4) ванадинит, состава  $9 \text{PbO} \cdot 3 \text{V}_2\text{O}_5 \cdot \text{PbCl}_2$ , красные кристаллы гексагональной системы; ванадинит встречается в США (Колорадо), Мексике, Чили, Ла-Плате, Испании (Эстремадура); 5) роскоелит,  $\text{Si}_2\text{O}_8(\text{Al}, \text{V})(\text{Mg}, \text{Fe})\text{K}_2\text{H}_4$ , слюда, встречается в Колорадо и Калифорнии, содержит до 3% V; 6) карнотит,  $(\text{VO}_2)_2(\text{UO}_2)_2 \text{K}_2 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ , находится в Paradox Valley (Колорадо) в виде желтой кристаллич. массы, включенной в песчаник, содержит до 5%  $\text{V}_2\text{O}_5$  и 3%  $\text{U}_3\text{O}_8$ ; 7) патронит,  $\text{SiO}_2 \cdot \text{Al}_2\text{O}_3(\text{Fe}, \text{V}, \text{S}, \text{Mo})$ , серая аморфная масса, уд. веса 2,46, содержит 32,8% V, разрабатывается крупной компанией Vanadium Corporation of America, Minasagra (Перу).

Карнотит и патронит являются в настоящее время источниками получения В. и его сплавов; из карнотита добываются также уран и радий. В СССР известны три месторождения ванадия: в виде флюорита  $\text{CaVO}_4(\text{Cu}, \text{Ca})\text{CuOH}$  — в пермских песчанниках западного склона Урала, в виде урано-ванадиевой руды — в Кокандском округе на перевале Тюя-Муюн, в 50 км от г. Ферганы и в виде ванадатов меди и никеля — в Кокандском округе по реке Испайрану, около села Вуадиль.

Мировая добыча ванадия (количество металла в руде) в т.

Страны	1912 г.	1923 г.	в 1923 г.	1924 г.	1925 г.
США . . . . .	722	24	57	—	128
Перу . . . . .	798	2	354	629	171
С. Родения . . . . .	—	13	23	89	107
Брит. Ю.-з. Африка . . . . .	—	51	83	167	251
С.-в. Африка . . . . .	—	—	3	—	—
Всего . . . . .	1 490	90	520	885	657

Свойства В. и его соединений. Металлическ. В. при обыкновенной  $t^\circ$  не изменяется на воздухе, но при накаливании легко сгорает. Вода, бромная вода, водные щелочи, соляная и серная к-ты на него не действуют. Плавиковая к-та, горячая концентрированная серная и азотная кислоты и царская водка растворяют его, давая зеленые растворы. Расплавленные щелочи, поташ и селитра также растворяют В. и образуют соли ванадиевой к-ты. Металлическ. В. восстанавливает окисные галлоидные соли ртути, меди и железа — в закисные. В. выделяет золото, серебро, платину из растворов солей этих металлов. Будучи расположен в пятой группе менделеевской системы, В.,

подобно азоту, образует пять степеней окисления:  $\text{V}_2\text{O}$ ,  $\text{VO}$ ,  $\text{V}_2\text{O}_3$ ,  $\text{VO}_2$  ( $\text{V}_2\text{O}_4$ ),  $\text{V}_2\text{O}_5$ , получаемых одна из другой окислением (или восстановлением); первые три окисла являются основными окислами и дают с кислотами соли;  $\text{VO}_3$  и  $\text{V}_2\text{O}_5$  имеют амфотерный характер: с сильными кислотами они образуют соли, с сильными же основаниями дают соли гипованадиевой и ванадиевой к-т. С соединения В. являются сильными ядами. 1)  $\text{V}_2\text{O}_5$  — окислитель трехвалентного В. получается восстановлением  $\text{V}_2\text{O}_3$  водородом или углем при  $t^\circ$  красного каления в виде черного порошка; на воздухе  $\text{V}_2\text{O}_5$  окисляется уже при обыкновенной  $t^\circ$ , переходя в четырехокись. Соли трехвалентного ванадия сходны по свойствам с соответствующими солями хрома: водные растворы их — зеленого цвета; они, подобно соответствующим хромовым соединениям, образуют квасцы и могут быть восстановлены до  $\text{VO}$ . 2)  $\text{V}_2\text{O}_4$  — четырехокись В., получается окислением  $\text{V}_2\text{O}_3$  или осторожным восстановлением  $\text{V}_2\text{O}_5$  при действии сернистого газа или шавелевой кислоты и имеет вид синего кристаллич. порошка, растворяющегося с таким же цветом в к-тах, образуя соли т. н. ванадила (напр.  $\text{VOCl}_2$ ,  $\text{VOSO}_4$ ); с водой она образует гидраты  $\text{V}_2\text{O}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$  и  $\text{V}_2\text{O}_4(\text{OH})_2 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ ; с сильными щелочами она дает соли гипо- и метаванадиевых к-т, например  $(\text{NH}_4)\text{VO}_3$ ,  $\text{K}_2\text{V}_4\text{O}_8 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$  и др.; растворы их имеют темнокоричневый цвет. 3)  $\text{V}_2\text{O}_3$  — пятиокись ванадия, или ангидрид ванадиевой кислоты, получается путем прокалывания ванадиевокислого аммония в открытых тиглях;  $\text{V}_2\text{O}_3$  представляет собой темнокрасную плавкую массу, мало растворимую в воде (0,8%). По отношению к плавиковой к-те  $\text{V}_2\text{O}_3$  ведет себя как основание, образуя соль  $\text{VF}_3$ ; с соляной кислотой образует основную соль — хлорокись ванадия, получаемую впрочем обычно путем прокалывания смеси  $\text{V}_2\text{O}_5$  с углем в струе хлора; по отношению к щелочам  $\text{V}_2\text{O}_3$  играет роль кислотного ангидрида, образуя, подобно фосфорному ангидриду, ряд солей ванадиевых кислот: метаванадиевой к-ты  $\text{HVO}_3$ , ортованадиевой к-ты  $\text{H}_2\text{VO}_4$ , пированадиевой к-ты  $\text{H}_4\text{V}_2\text{O}_7$ . Наибольшее значение имеет аммонийная соль метаванадиевой кислоты  $\text{NH}_4\text{VO}_3$  (см. Ванадиевая соль), образующаяся ввиду ее малой растворимости при прибавлении  $\text{NH}_4\text{Cl}$  к растворам других солей ванадия. Ванадаты железа, кобальта, никеля, свинца (неопределенного состава) получают при осаждении растворимых ванадатов растворами солей железа, никеля и т. д. При восстановлении ванадата железа получается непосредственно феррованадий — сплав железа с ванадием. Технич. значение имеют главн. обр. сплавы В. с другими металлами. Поэтому при извлечении В. из руд обыкновенно стремятся получить ванадиевокислое железо или окислы В.; эти соединения м. б. непосредственно использованы при получении ванадиевых сплавов. Способы, которыми пользуются на практике для получения ванадиевых соединений из руд, весьма различны в зависимости от исходного материала. 1) Если исходят из ванадита,

то руду сплавляют в электрич. (или другой) печи с углем и содой; получающийся шлак, содержащий весь В., кремнекислоту, алюминий и т. д., отделяют от металлич. свинца, вновь сплавляют с прибавкой сернистой и сплав выливают для измельчения в воду; измельченный шлак выщелачивают водой и после этого осаждают кремнекислоту прибавлением либо ванадиевой кислоты,  $V_2O_5$ , либо солей алюминия, либо наконец осторожным прибавлением серной кислоты. Из отфильтрованного в фильтрпрессах раствора осаждают ванадиевокислый аммоний углекислым аммонием и нашатырем. При прокаливании  $NH_4VO_3$  или при прибавлении к его раствору серной кислоты получается  $V_2O_5$ ; ванадат железа, идущий непосредственно на изготовление сплава, можно также осадить прибавлением железного купороса. 2) Для извлечения В. из карнитита руду, обогащенную до содержания 14—16% В., сплавляют с 3 ч. едкого натра при  $t^\circ 200$ — $300^\circ$  и извлекают горячей водой. Полученный раствор ванадата натрия осаждают железным купоросом. Остающийся после водной вытяжки осадок утилизируют для получения урана и радия. 3) Патронит сплавляют с прибавкой флюсов в пламенной печи; содержащиеся в нем в виде примесей железо, медь, никель, молибден при этом отделяются; измельченный шлак, состоящий гл. обр. из ванадиевых соединений кремнекислоты, из Mg и Al, непосредственно идет на получение феррованадия.

**С п л а в ы В.** Чистый В. не имеет технич. применения; он идет для изготовления высококоротной стали—феррованадия. Последний получают алюминотермическим путем: смесь, состоящая из патронитового шлака, железа и мелко раздробленного алюминия, нагревают, с прибавлением буры и плавикового шпата, в тигле из окиси магнезия до красного каления, после чего воспламеняют зажигательной смесью (см. *Алюминотермия*); смесь сильно разогревается ( $1100^\circ$ ), и после остывания образуется металлический корольок феррованадия. При производстве феррованадия в больших количествах пользуются шахтной печью (2,8 м высоты), в которой получают сразу 57 000 кг сплава. Развивающаяся при этом  $t^\circ$  (2 500—2 800°) позволяет прибавлять более тугоплавкие флюсы, а это дает возможность утилизировать также и менее чистые сорта исходного материала. В последнее время феррованадий получают и непосредственным сплавлением его окислов с углем в электрической печи. Цена на В. в виде сплава доходила в 1920 г. в Нью Йорке до 25 р. за кг. Из других сплавов В. имеют применение сплавы с медью, никелем и алюминием.

**П р и м е н е н и е.** Наибольшее применение ванадий имеет при изготовлении высококоротной стали. Ванадатом аммония  $NH_4VO_3$  пользуются в качестве окислительного катализатора при крашении черным анилином. Соединения В. входят в состав различных катализаторов при разнообразных реакциях окисления, например для получения серной кислоты, перборатов, хлоратов, при окислении углеводородов и т. д. Соли ванадиевой кислоты применяются в каче-

стве медикamentов при лечении туберкулеза. Ванадиевосерная кислота служит реактивом на алкалоиды.

*Лит.:* Годовой обзор минер. ресурсов СССР за 1925/26 г., Ж. 1927; E p h r a i m F., Das Vanadium u. seine Verbindungen, Stuttgart, 1904; F e s t e r G., Die chemische Technologie d. Vanadins, Stuttgart, 1914; H ä n i g A., Das Vanadium u. seine Bedeutung f. Eisen- u. Stahlindustrie d. Zukunft, B.—Wien, 1918; M e n i k e H., Die quant. Untersuchungsmethoden des Mohlbänds, Vanadiums u. Wolframs, B., 1913; S e t h R., Vanadium in Iron Ores and its Extraction, «Eng. and Min. J.», N. Y., Iron, v. 120, 2, p. 51—56; H e s s F. L., Radium, Uranium a. Vanadium Min. Ind., p. 629—635, N. Y., 1925; P a r s o n s M o o r e L. I. d., S c h a e f e r E., Extraction a. Recovery of Radium, Uranium a. Vanadium from Carnotite, «Bureau of Mines, Bull.», Wash., 1916, 104; M o o r e a n d K i t h l i A., Preliminary Report on Uranium, Radium and Vanadium, «Bureau of Mines, Bull.», Wash., 1913, 76. **А. Моносов.**

**ВАНГРЕС**, или передний горн, устраивают при шахтных медноплавильных печах и редко (в случае цинковистых шлаков) при печах свинцовоплавильных. Вангрес состоит из железного кокуха круглого, овального или прямоугольного сечения, выложенного внутри огнеупорным материалом (динас, тальковый камень, магнезитовый кирпич). Продукты плавки—штейны и шлаки—поступают по расплавлению из печи в В., где происходит разделение их по уд. весу: более легкие шлаки занимают верхний слой, а штеин—нижний. Шлаки стекают обыкновенно по лоткам, расположенным в верхней части вангреса, в шлаковые тележки и в них отвозятся в отвал или гранулируются струей воды. В нижней части В. снабжен отверстиями для периодич. спуска штейна.

Вангресы бывают подвижные (на колесах) и неподвижные. Размер В. обычно 2—4 м<sup>2</sup> на 100 т штыги, переплавляемой в 24 часа. См. *Медь и Свинец*.

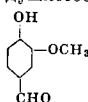
*Лит.:* Hofman H. O. and Hayward C. R., Metallurgy of Copper, N. Y., 1924. **В. Ваников.**

**ВАН-ДЕЙКА КОРИЧНЕВАЯ**, краска, состоит из окислов железа, органических веществ и бурого угля; находит применение как акварельная, клеевая и масляная краска. Краска малокрывиста и на свету изменяет тон (темнеет).

**ВАН-ДЕЙКА КРАСНАЯ**,  $Fe(CN)_2 \cdot Cu_2$ , минеральная краска, получается из железистосинеродистого калия и медного купороса; применяется больше в художественной живописи, в малярном деле—мало. Краска дорогая и малопрочная, ей предпочитают красные сорта железного сурика.

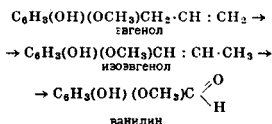
**ВАН-ДЕР-ВААЛЬСА УРАВНЕНИЕ**, см. Газ идеальн.ый.

**ВАНИЛИН**, 4-окси-3-метоксибензальдегид, душистое вещество, обуславливающее запах растения ванили (*Vanilla aromatica* и другие) и покрывающее стручки этого растения характерным белым налетом. Белые игольчатые кристаллы В. имеют  $t^\circ_{пл.}$  80—81° и  $t^\circ_{кип.}$  285° (в токе  $CO_2$ ). В. легко разлагается при перегонке на воздухе, переходя в пирокатехин, растворяется в органических растворителях, трудно растворим в холодной воде (1 : 100), легче в горячей (1 : 20). В. дает оксим ( $t^\circ_{пл.}$  121—122°), ацетиленовое ( $t^\circ_{пл.}$  77°) и бензоильное ( $t^\circ_{пл.}$  75°) производные; окисляется в ванилиновую к-ту ( $t^\circ_{пл.}$  207°), растворится в едких щелочах и соединяется с бисульфитом

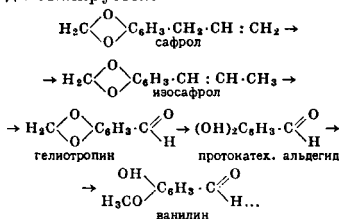


натрия. С хлорным железом В. дает синее окрашивание, с серной к-той и  $\alpha$ -нафтолом — малиновое, с серной к-той и  $\beta$ -нафтолом — зеленое. Для количественного определения В. пользуются его способностью конденсации с *m*-бромфенилгидразином. В стручках ванили содержится около 1,5—3% В., который повидимому образуется из глюкозида ванили в результате ферментативного процесса. В небольших количествах ванилин встречается в некоторых бальзамах (перуанский бальзам), эфирных маслах и продуктах превращения лигнина.

Для получения В. раньше пользовались кониферином (глюкозидом, встречающимся в камбияльном соке хвойных деревьев), который при окислении и последующем ферментативном расщеплении образующегося глюкованилина дает ванилин. Способ этот был быстро вытеснен применяющимся до настоящего времени получением В. из эвгенола, к-рый переводят в изовэгнол, а последний окисляют:



Окисление можно вести непосредственно (например озоном) или после предварительного ацетилирования или бензоилирования изовэгнола (для защиты свободной гидроксильной группы). Другой способ, менее распространенный, — получение В. из сафрола, который предварительно превращают в изоацетил и окисляют в гелиотропин; получаемый из последнего протокатеховый альдегид метилируется:



Наиболее распространены способы получения В. из гваякола (см.). Из многочисленных предложенных и запатентованных методов в технике практически применяются конденсация гваякола с формальдегидом и конденсация гваякола с хлороформом. Образующиеся по этому методу в качестве побочных продуктов *o*-ванилин (2-окси-3-метоксибензальдегид) и *z*-ванилин (3-окси-4-метоксибензальдегид) практического применения не находят.

В. широко применяется в пищевой промышленности, особенно при производстве шоколада; в небольших количествах В. употребляется в парфюмерном деле. В. фальсифицируют прибавлением бензойной или салициловой кислоты, ацетанилида, терпингидрата, сахара и т. п., в особенности если он поступает в продажу в виде порошка.

Производства ванилина в СССР не имеется, потребность же в ванилине исчисляется примерно в 10 000 кг в год.

Лит.: С o h n G., Die Riechstoffe, 2 Auflage, Braunschweig, 1924; K n o l l - W a g n e r A., Synthetische und isolierte Riechstoffe, 2 Auflage, Halle a/S., 1928; P a t t u E r., Cyclopaedia of Perfumery, vol. 3, London, 1925. Б. Рубцовский.

**ВАНИЛЬ**, плоды орхидеи *Vanilla planifolia*, *Vanilla pompona* и других родственных видов сем. Orchideaceae. Эти лианы (родина которых восточная Мексика) культивируются на островах: Вестиндских, Маврикия, Бурбон, Ява, Мадагаскар, Шейлон, Таити и других. При культуре их размножают черенками, прикрепляемыми к коре дерева (чаще какаового — *Theobroma cacao*). Черенки быстро пускают корни в кору и прочно вырастают в ствол дерева. Опыление производится у культурных растений искусственным путем. Начиная с третьего года, растения плодоносят до 40-летнего возраста. Плоды В. (коробочка 15—25 см дл. и 4—8 мм шир.) собирают с апреля по июнь еще незрелыми. Если собранные плоды обрабатывают по мексиканскому (сухому) способу, то стручки вялят на солнце (ферментация), затем заворачивают в шерстяную ткань и подвергают снова действию солнечных лучей (потение) до приобретения ими коричневой или серо-черной окраски. Затем стручки раскладывают на столах, развешивают в тенистых местах или помещают завернутыми в шерстяную ткань в огневую сушилку. По способу обработки горячей водой стручки погружают в кипящую воду на 15—20 секунд, затем складывают в кучи для потения и наконец высушивают в шерстяной ткани на солнце. Во время процесса ферментации в стручках развивается ванилин  $\text{C}_6\text{H}_5 \cdot \text{OH} \cdot \text{OCH}_3 \cdot \text{COH}$ , от которого зависит запах ванили. Содержание ванилина в стручках В. разных видов очень различно; так, *Vanilla planifolia* содержит от 1,16 до 2,75%, *Vanilla pompona* — лишь 0,13%. В. содержит (по Кенигу) до 28,39% воды, 3,71% азотистых веществ, 0,62% эфирного масла, 8,19% жира и воска, 7,72% сахара, 23,78% безазотистых экстрактивных веществ, до 2,75% ванилина, 17,43% клетчатки и 4,78% золы. При хранении В. иногда покрывается игольчатыми кристалликами ванилина (кристаллическ. ваниль). Лучшая ваниль получается с *o*-ва Бурбон и острова Соединения; яванская ниже по качеству, чем бурбонская; самым низким сортом является В. с Таити. Сорта В. с малым содержанием ванилина (*V. pompona*, *V. palmarum* и пр.) употребляют только для парфюмерных целей. В. фальсифицируется обработкой предварительно экстрагированных спиртом плодов перуанским бальзамом, маслом акажу, раствором бензойной к-ты, посыпанием порошком стекла, ацетанилидом или бензойной к-той или при смешивании плохих стручков ванили и даже других схожих плодов. Мировая добыча ванили составляет около 400 т в год.

Лит.: К е р н Э., Деревья и кустарники, М., 1925; F r u w i t z O., Handbuch d. landwirtsch. Pflanzenzüchtung, 2 Aufl., B. 5, Lpz., 1923. Ф. Царевников.

**ВАНЕРА ПИРОМЕТР**, см. *Пирометр*.

**ВАННОЕ ПОМЕЩЕНИЕ**, специально оборудованное для принятия ванн и души,

является, по современным гигиеническим воззрениям, необходимой принадлежностью больниц, ф-к и з-дов, гостиниц и жилых домов. В зависимости от характера обслуживаемого заведения В. п. может быть оборудовано различно, но вообще должно удовлетворять след. условиям: находиться в непосредственной близости к источнику снабжения холодной и горячей водой, иметь надлежащий сток для грязной воды, представлять достаточную защиту от холодного воздуха и сквозняка, не служить причиной загрязнения или сырости для соседних помещений и допускать полную уборку и чистку. На заводах помещения для душей.



Фиг. 1.

устраивают поблизости от паровых котлов, а в больницах, в целях обеззараживания, В. п. (фиг. 1) устраивается всегда рядом с приемным помещением; больному выдается больничная одежда, а его вещи кладут в металлич. ящик с герметич. крышкой; ящик имеет другие двери, вне В. п., через к-рые одежду забирают для дезинфекции. Соединение В. п. с уборной, что часто практикуется в жилых домах, крайне нецелесообразно.

Стены В. п., для того чтобы избежать сырости, обычно облицовываются на высоту от 1,4 до 1,5 м плитками на портуландском цементе, а выше—окрашиваются масляной краской. В крайнем случае вместо плиток применяется только покрытие масляной или, еще лучше, эмалевой краской. Полы в В. п. лучше всего делать из мраморного террацо. В общественных В. п. полы часто покрывают рольными свинцовыми листами (цинковые—очень ломки) или же устилают солом. В жилых домах лучшим полом для В. п. надо считать пол из метлахских плиток, которые не пропускают влаги и легко моются. Несколько хуже—цементные, и совсем не рекомендуются асфальтовые полы. Минимальной площадью пола для В. п. в частной квартире нужно считать 6 м<sup>2</sup>. В общественных местах для установки 1—3 вани достаточно площадь пола в 10—20 м<sup>2</sup>, если допустимо одновременное принятие вани несколькими лицами. В больницах обыкновенно одно ванное помещение обслуживает 10—15 кроватей.

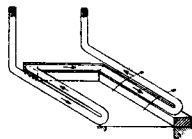
Для выпуска отработанной воды в канализационную трубу служит т. н. т р а п п. Трапп простейшей конструкции представляет собой обыкновенный чугунный сифон. Отверстие раструба закрывается приверну-

той наглухо металлич. решеткой, причем отверстия решетки д. б. круглой формы и не более 6 мм диам., для того чтобы в трубу не попадали какие-либо предметы; общая площадь отверстий не д. б. меньше площади поперечного сечения сточной трубы. Выпуск у траппов бывает обычно 50 или 100 мм, реже—75 мм. Траппы делают чугунные, эмалированные внутри. Обыкновенно трапп снабжают вентиляционной трубой.

Установка для горячей воды в В. п. состоит из подогревателя, резервуара для нагреваемой воды и трубопровода между ними. Системы подогревателей бывают открытые и герметически закрытые. В последнем случае вода соединена с водопроводом или выше лежащим баком и находится под известным напором; в открытой системе вода поступает свободно. Большое распространение в В. п. жилых домов находят так называемые колонки, т. е. цилиндрич. циркуляционные печи; они делаются из тонкой листовой меди и имеют емкость 110 л при диам. 30 см и 150 л при диам. 35 см. По конструкции колонки бывают двух типов в зависимости от устройства топки. Наиболее употребительный тип представляет собой цилиндр с одной пламенной трубой внутри (для прохода топочных газов), поставленный на чугунный цоколь, в котором устроена топка. Другой, менее распространенный, более дорогой, но зато и более экономный,—с топкой внутри цилиндра. Схема действия колонки: холодная вода подводится к колонке в нижней ее части и, нагревшись, поднимается вверх, откуда трубой отводится к месту потребления.

В целях экономии для нагревания воды следует утилизировать тепло, бесполезно пропадающее (в количестве до 75—80%) при топке кухонных очагов. Для этого в кухонных плитках устраивают вспомогательные нагревательные приборы—котелки и змеевики, из которых

подогретая вода поступает в резервуар. Котелки—медные резервуары, вмазываемые в каменные плиты. Змеевик (фиг. 2) устанавливается так, что первый его виток, куда поступает холодная вода из бака, лежит в самых нижних частях топочного пространства (в колосниковой решетке), где темп-ра наименее высока, остальные же звенья располагаются выше, благодаря чему устанавливается деятельная циркуляция воды. Змеевик не должен препятствовать тяге, для чего между змеевиками д. б. надлежащие промежутки. Части змеевиков не должны устанавливаться горизонтально, чтобы не нарушалась правильная циркуляция воды. Для облегчения очистки топки каждый лежащий выше виток д. б. шире лежащего ниже. Змеевики делаются из того же металла, что и циркуляционная сеть, но в виду возможности накипи диаметр их для малых установок не должен быть меньше 38 мм. Часто змеевики составляют из обрезков труб, соединенных помощью фасон. частей, что облегчает ремонт.



Фиг. 2.

При подогревателе небольшой емкости резервуары для подогретой воды устраивают особо и устанавливают выше подогревателя; для правильной циркуляции горячей и холодной воды между ними необходимо, чтобы восходящая труба примыкала к резервуару на 30—40 см выше нисходящей.

Циркуляция воды в трубопроводе происходит следующим образом: холодная вода опускается вниз к подогревателю, там нагревается и, нагретившись, поднимается вверх к резервуару. В систему включается также и второй трубопровод—распределительный (расхожий), снабжающий приборы горячей водой. Этот трубопровод д. б. присоединяем к резервуару, но не к циркуляционному трубопроводу, во избежание нарушения правильной циркуляции в случае малой емкости нагревательных приборов по сравнению с резервуаром. Циркуляционный трубопровод состоит из двух труб: по одной—вода идет к подогревателю от резервуара, а по другой—нагретая вода поднимается к резервуару от подогревателя. В целях правильн. действия циркуляционный трубопровод должен иметь по возможности меньше поворотов, меньшую длину, и падение воды от резервуара к подогревателю должно идти крупными равномерными спусками. Чем меньше диаметр трубопровода, тем больше сопротивление и тем хуже циркуляция; для малых установок диаметр не должен быть менее 25 мм.

Ванны, устанавливаемые в В. п., бывают из различных материалов: чугуна, цинка, фаянса, меди, мрамора, бетона, железобетона и даже кирпича. В лечебницах, когда требуется особенно малая теплопроводность, иногда употребляются и деревянные ванны. Ванны из каменной (например кирпичной) кладки или железобетонные облицовываются внутри изразцами или глазурованными плитками, соединенными водонепроницаемой замазкой. Лучшими и наиболее гигиеническими следует признать фаянсовые ванны, но их распространению препятствует высокая стоимость. Наиболее дешевые—это цинковые ванны, почему они и были прежде в большом ходу. Недостаток цинковых ванн заключается в трудности содержания их в чистоте; в этом отношении лучше чугунные, покрытые внутри фарфоровой эмалью, а снаружи лаком или краской. Завод Металлотреста Центрального района изготовляет чугунные эмалированные ванны, которые по качеству не уступают американским. Для больниц удобны медные луженые ванны, которые можно лудить заново, тогда как потускневшая и треснувшая эмаль уже не может быть восстановлена. В некоторых лечебных заведениях ванны, особенно из каменной кладки, часто вделываются в пол и снабжаются ступеньками. Особые приспособления и оборудование в В. п. устанавливаются для целей водолечения. Здесь ванны представляют собой резервуары, облицованные глазурованными плитками. В таких резервуарах помещаются резиновые матрац и подушка на специальной кровати, которая подвешена на особом механизме, дающем возможность извлекать кровать из резервуара; специальн. аппарат поддерживает

в резервуаре постоянную температуру, причем вода обновляется от 3 до 8 раз в час.

Ванны делают вместимостью 300—400 л. Для избежания переполнения их водой на известной высоте в стенке ванны устраивается отверстие—перелив. Фаянсовые и чугунные ванны соединяются с отводными трубами помощью медных выпусков, к-рые закрываются резиновыми или медными пробками на петличках. Краны для горячей и холодной воды одинаковые, но прокладки в краях для горячей воды д. б. не кожаные, а из вулканизированной фибры, ручка крана—фарфоровая или деревянная. В некоторых случаях ставят краны-смесители, смешивающие горячую и холодную воду и дающие воду определенной температуры. Простейшая система такого рода смесителей—тройник, соединенный с трубами для горячей и холодной воды, которая смешивается в средней части крана.

Лит.: Звягинский И. Я., Домовая канализация, ее устройство и эксплуатация, 2 изд., Москва, 1922; Розенберг А. В., Сооружение больниц с точки зрения белг. специалистов, «Архитектурно-художественный еженедельник», Петербург, 1914, 2; Ильин Л., Клейн А., Розенберг А., Материалы по вопросу об устройстве больниц, Петербург, 1909.

И. Запорожц.

**ВАНТЫ**, в ан т и на, стоячий такелаж, удерживающий корабельную мачту или стеньгу с боков. Пара вантн из стального троса петлей, образованной посредине, накладывается на верх (top) мачты, нижние же концы крепятся при помощи винтовых талрепов к борту. Количество вантн на мачте бывает от 2 до 6 пар. Кроме назначения удерживать мачту вантами пользуются как лестницей, для чего между вантинными привязывают или деревянные перекладины или из ленькового троса т. н. вылькены, по к-рым и ступают ногой, держась руками за самые вантинги. Наименование В. приобретают от рангоута, который поддерживают: при грот-мачте—грот-ванты, при фор-стеньге—фор-стеньг-ванты и т. п.

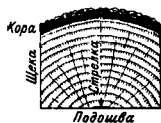
**ВАНЧЕС**, особый вид экспортных дубовых брусев с тремя отесанными гранями и четвертой округленной стороной в коре, получающихся продольной расколкой или распиловкой крупномерных дубовых краевой. В. заготавливается из здорового малосучного дубового леса. Боковые грани ванчеса (см. фиг. на ст. 355) называются щеками, основание—подшовой, расстояние от середины подшовой до середины округленной стороны—стрелкой. Различают следующие виды В.: английский, голландский и полуванчес. Размеры их показаны в приводимой ниже таблице.

Размеры различных видов ванчеса.\*

Виды ванчеса	Длина в фт.	Подшова в дм.	Ширина щеки в дм.	Стрелка в дм.
Английский . . . .	15—24	14	8—10	13
Голландский . . . .	12—16	12—13	6—8	11
Полуванчес . . . .	6—9	5—10	5—10	7—9

\* Размеры В. как экспортного товара даются в английских мерах.

По качеству различают следующие сорта В.: коронный В.—без всяких недостатков или с небольшими здоровыми сучьями по середине подошвы, но не по бокам, без признаков коробления, с удаленной сердцевинкой и с живой заболонью под корой; первый брак, со здоровыми сучьями по бокам, наличием трещины, идущей от сердцевинки, и с незначительным



присутствием сердцевинки, которой не должно быть в самой середине В.; возможна и не совсем здоровая заболонь; второй брак—допускает наличие гнилых сучьев, небольшую кривизну и морозобойны при условии, что  $\frac{1}{3}$  по длине В. может быть признана годной. В. идут в Англии для вагоностроения и кораблестроения.

Лит.: Арнольд Ф. К., Русский лес, т. 2, ч. 2, стр. 179, СПб, 1899; Нестеров И. С., Дерево как строительный и отделочный материал, стр. 62, М., 1905.

Н. Кобранов.

**ВАПА**, вап. 1) В. в красильном деле—состав, содержащий главным образом медные соли и предохраняющий (резервирующий) набитые им места ткани, при погружении этой последней в кубиндиг, от окраски в синий цвет, так что эти места остаются без изменения цвета или окрашиваются в какой-либо отличный от синего цвет. Применение вапы основано на свойстве медных солей давать в щелочной среде окис меди, препятствующую прочной окраске волокна. В зависимости от способа работы, в ручной или машинной набивке, В. изготавливается различ. густоты. В. представляет один из частных случаев резерва, или резервата; ее особенно часто применяют в ситцепечатании. Классификация В., по цвету набитых ею мест, дана в табл.

**ВАР**, в узком, первоначальном значении, древесный пек, твердый битуминозный остаток, получаемый при отгонке легких масел и подсмольной воды из дефет хвойных и лиственных пород; в расширенном значении—всякий пиробитумен, пек, получаемый при отгонке жидких продуктов пиролиза (гудрона) различных органич. материалов: каменного и бурого угля, битуминозного сланца, торфа, смол, жиров, целлюлозы и т. д. В технике В. называют также искусственный асфальт и смолу. Наконец варом называют, но без достаточного основания, застывшую эмульсию воды в гарпиусе (желтый вар) или канифоли (белый вар). Применяется В. для обмазки судов (откуда название его рix navalis—корабельная смола), для производства битуминозных изоляционных составов, асфальтовых лаков, гудронирования дорог, изготовления каменноугольных брикетов, в производстве обуви и для топки. П. Флоренский.

**ВАР САДОВЫЙ**, мастикообразная липкая полужидкая мазь, употребляемая в технике садоводства для замазывания поранений живых тканей, обнаженных после удаления веток, а также для замазывания прививок на месте схождения срезов привоя (черенка) с подвоем (дичком) в целях предохранения срезов от проникновения воды, воздуха и вредных микроорганизмов. В. с. должен хорошо покрывать раны, не плавиться, не стекать от солнечного пригрева, не терять скоро липкости, не трескаться от холода и не обжигать ткани растения. В. с. изготавливается по многочисленным рецептам: из очищенной сосновой или еловой смолы, воска, жира (чаще бараньего), тонко просеянной золы, красной охры, черной смолы, спирта и других веществ. Различают два вида В. с.: 1) тепло-жидкий, употребляемый

Классификация вапы.

Вид вапы	Состав вапы	Процесс работы. После куба ткань проводится:	Химия процесса. В набитых местах образуется:	Цвет набитых мест
В. белая	Ярь-медянка, медный купорос, камедь, глина, клей	Через слабую серную кислоту	Окись меди, переводящая индиг в нерастворимое, не проникающее в волокно и легко удалимое соединение	Белый
В. голубая	Как и В. белой, но с меньшим содержанием медных солей	То же	Как и при В. белой, но индиг отчасти проникает в волокно	Голубой
В. желтая	Как и В. белой, но с добавкою солей свинцовых, напр. уксуснокислых	После серной кислоты—через хромпиковую ванну	Прочно держащаяся и нерастворимая хромово-свинцовая соль	Желтый
В. ранняя	Как В. желтой	После хромпиковой ванны—через раствор извести	Прочно держащаяся и нерастворимая основная хромово-свинцовая соль	Оранжевый
В. зеленая	Как и В. голубой, но с примесью свинцовых солей	Как при В. желтой	Индиг, отчасти неудаляемое, и одновременно хромово-свинцовая соль	Зеленый

2) В. в малярном деле—жидкая краска: белая В. (из белил), красная (из жженой охры), черная (из сажи и жженой кости) и т. д.; применяется для окраски стен.

3) В. в строительн. деле—раствор извести для заливки камня или кирпича при постройке камен. зданий. П. Флоренский.

в нагретом состоянии и при охлаждении затвердевающий, и 2) холодно-жидкий, употребляемый в холодном состоянии; этот вид вара садового содержит алкоголь, благодаря которому сохраняет полужидкую консистенцию, после же улетучивания алкоголя вар садовый затвердевает. П. Шмтт.

**ВАРЕНОЕ МАСЛО**, продукт конденсации и окисления жидкого жира, получаемый из него путем нагревания. Термин В. м. в настоящее время устарел в виду разнообразия процессов, применяемых в производстве ряда родственных между собой продуктов, аналогичных прежнему В. м., но пока он сохранен. Различие продуктов, охватываемых термином В. м., обусловлено как выбором исходного сырья, так и условиями процесса его переработки: *t*<sup>0</sup> и длительностью нагрева, содержанием участвующего в процессе кислорода, присутствием катализаторов и т. д. Соответственно этим различиям ведется и классификация В. м. Исходным сырьем для В. м. являются: 1) растительные масла — жидкие глицериновые эстеры (сложные эфиры) и 2) животные жиры — жидкие глицериновые эстеры. К первой группе принадлежат: а) высыхающие масла — перилловое, льняное, древесное, ореховое, конопляное, маковое, подсолнечное; б) полусысыхающие — кунжутное, немецкое кунжутное, бобовое, хлопковое, репейное; в) не высыхающие — касторовое. Ко второй группе — ворвань.

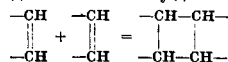
Вышеперечисленные исходные материалы состоят гл. обр. из кислот жирного ряда, причем большая часть их относится к числу ненасыщенных, с одной двойной связью, типа  $C_nH_{2n-2}O_2$  (например олеиновая кислота,  $C_{17}H_{32}COOH$ ), с двумя — типа  $C_nH_{2n-4}O_2$  (например линолевая к-та,  $C_{17}H_{30}COOH$ ), с тремя — типа  $C_nH_{2n-6}O_2$  (напр. линоленовая и изолиноленовая к-ты,  $C_{17}H_{28}COOH$ ) и даже с четырьмя двойными связями типа  $C_nH_{2n-8}O_2$  (напр. клупадоновая к-та,  $C_{17}H_{26}COOH$ ). Так например, по Фарингу, льняное масло, главный исходный материал для В. м., содержит: олеиновой кислоты 15—20%, линолевой 25—35%, линоленовой 35—45%, тогда как глицеринового остатка  $C_3H_5$  содержится 4—5%, неомыляемых веществ 0,5—2,0% и насыщенных жирных кислот 8—9%. Состав льняного масла, по Эйберу (1923 г.), при иодном числе 173,8, таков:  $\alpha$ -линоленовой кислоты 20,1%, изолиноленовой кислоты 2,7%,  $\alpha$ -линолевой кислоты 17,0%,  $\beta$ -линолевой кислоты 41,8%, олеиновой кислоты 4,0%, оксикислот 0,5%, глицеринового остатка 4,1%, насыщенных кислот 8,3%, фитостерина 1%. Большое число наличных двойных связей, с соответствием большим иодным числом, обуславливает типич. функцию исходного вещества как материала для В. м., так как при длительном нагревании двойные связи ведут к реакциям, дающим полезные свойства В. м. Поэтому качество материала в значительной мере характеризуется величиной иодного числа.

Производственные процессы при варке масел м. б. классифицированы следующим образом:

1. Без катализатора при  $t^0$  250—300° (полимеризованные масла).
- а) Вовсе без доступа воздуха (полимеризованные масла в собственном смысле слова).
  - { Варка в струе индифферентного газа, варка в закрытом сосуде, варка под вакуумом.
- б) С частичным доступом воздуха.
  - { Варка в высоких узких сосудах, варка в открытых широким сосудах, варка с закипанием паров масла (аженае олифа).

- в) С воздействием элементарного кислорода (озонирован. масла). —
- г) С продуванием воздуха (продукты масла). —
2. С катализатором при  $t^0$  сравнит. низкой (олифы в собствен. смысле).
- а) С частичным доступом воздуха (олифы).
  - { Длительная варка с неорганическими соединениями при 200—240°.
  - { Нагревание при 120—160° с растворенными в масле органическими солями саниативов.
- б) С продуванием воздуха (продукта олифа).
  - { Нагревание при 120—150° с растворенными в масле органическими солями саниативов.
- в) С окислением на больших поверхностях (линоски).
  - { Стенание по полотнам при высокой  $t^0$  (вальтопы масла).

Полимеризованные, или вареные, в узком смысле, масла получают длительным нагреванием жидких жиров без катализаторов и без доступа воздуха, причем удаление летучих веществ иногда обеспечивается струей индифферентного газа. Температура при этой варке доводится до 250—300°. Испытание степени нагревания производится на практике птичьим пером, борodka которого опалится в масле, если нагрев масла достаточен. Химические явления при варке до загустения еще не выяснены в подробностях. Общий же ход процесса состоит в следующем. Сперва (ок. 130°) удаляются следы воды, содержащейся в масле (так наз.  $f^0$  кип. масла), и обезцвечиваются красящие вещества. Затем масло начинает густеть, постепенно увеличивая свою вязкость, плотность и преломляющую способность, причем возрастает содержание свободных к-т и, при доступе воздуха, оксикислот. Напротив, способность к высыханию масла и окисляемость, характеризующие кислородным числом, т. е. процентом кислорода, поглощаемого при просыхании тонкого масляного слоя, прогрессивно понижаются; соответственно с этим понижается (сперва быстро, затем медленно) иодное число, а гексабромное число (процент выхода нерастворимых бромпроизводных при прямом бромировании масла) падает даже до 0. Процесс варки доводится до сообщения маслу желаемой густоты (исключительно даже до эбонитоподобного твердого состояния), отвечающей технич. условиям данного сорта В. м.; иногда процесс варки ускоряется закипанием паров масла, что дает жженое масло, жженую олифу. Понижение иодного числа и окисляемости указывает на уменьшение числа двойных связей; но т. к. понижение иодного числа не пропорционально повышению содержания оксикислот, то признается вероятным, что процесс варки подводится под схему взаимного соединения по месту двойных связей:



т. е. как конденсация или полимеризация; отсюда название этого рода вареных масел «полимеризованные». Процессу уплотнения варкою подвергаются в промышленном разmere растительные масла: льняное, древесное и касторовое, а также ворвань.



Наибольшее значение пока получило полимеризованное льняное масло, в зависимости от степени густоты носящее название жидкой типографской олифы, штандоля (Standöl) и диколья (Dicköl). Последовательный ход изменений некоторых характерных чисел масла при варке представлен в табл. 1 (по Бирну).

Табл. 1.—Изменение характерных чисел масла при варке.

Состояние полимеризов. масла	Уд. в. при 15°	Свободн. жирные к-ты (%)	Неомыляемые вещества (%)	Коэф-т окисления	Иодное число
Очень жидкое . . .	0,9452	3,19	0,35	186,5	157,0
Жидкое . . . . .	0,9465	4,43	0,25	178,4	123,2
Среднее . . . . .	0,9574	5,23	0,11	183,8	115,4
Густое . . . . .	0,9589	6,90	0,38	182,6	75,1
Очень густое . . .	0,9876	10,20	0,48	190,3	59,0

Льняное масло м. б. доведено до удельн. веса 0,9912 (жженая олифа, по Грюну) и даже превзойти 1. Все продукты полимеризации обладают светлым цветом и зеленой флуоресценцией, ослабевающей по мере загустевания масла; закипание же паров ведет к темному цвету продуктов. Полимеризованные льняные масла только отчасти растворимы в спирте (в двадцатикратном количестве спирта растворяется лишь 20%) и характеризуются большей преломляющей способностью, нежели продукты и масла той же консистенции, и значительно большей вязкостью; характерная особенность полимеризованных масел — их способность растягиваться в упругие нити, в отличие от масел окисленных. Полимеризованные масла находят себе применение в производстве типографской (штандоль) и литографской (диколь) красок, пластических масс, т. н. искусственного дерева. Их разбавляют (а также фальсифицируют) смолою, смоляными и минеральными маслами, сикативами, терпентином и уплотнителями. Т. н. композиционные олифы, со смолистыми добавками, — ниже по качеству, точно так же в полиграфическом применении вредна добавка сикативов, влекущая за собою трудную очистку литер от присохшей краски. Примесь минерального масла в этом случае повидимому менее вредна. Олифы для печатания газет могут содержать примеси пека — стеариново-го, нефтяного и т. д.

Полимеризованное древесное масло (тунговое, китайское) представляет аморфную студенеобразную режущуюся или еще более тягучую массу, не плавящуюся еще при  $t^{\circ} 200^{\circ}$ , растворимую в обычных растворителях жиров лишь отчасти, а в уксусной кислоте при нагреве — сплошь; в процессе полимеризации свойства древесного масла менее отклоняются от первоначальных исходного материала, нежели это бывает у масла льняного. На рынок полимеризованное древесное масло не поступает; оно готовится в случае надобности на месте.

Касторовое масло полимеризуется при  $300^{\circ}$ , причем происходит отчасти расщепление глицерида рицинолевой кислоты ( $C_{17}H_{33}O_2 \cdot COOH$ ), отчасти — распадение ее на энантолеву ( $C_8H_{15} \cdot COOH$ ) и ундециле-

новую ( $C_{10}H_{19} \cdot COOH$ ), которые частью отгоняются, частью же подвергаются полимеризации и конденсации. Продукт варки отличается своеобразным свойством смешиваемости с минеральными маслами при почти полной нерастворимости в абс. спирте и 90% уксусной к-те. Полимеризованное касторовое масло характеризуется особым запахом энантоля (гептилальдегид,  $C_8H_{15} \cdot COH$ ) и октилалкоголя ( $C_8H_{15} \cdot CH_2OH$ ); оно отличается от штандоля относительно высоким ацильным числом, а от протухтых масел — более низким числом омыления и отсутствием летучих кислот. Как пример здесь приводятся характерные числа одного из рыночных продуктов: удельный вес 0,9505; число омыления 191,8; иодное число 101,0; ацильное число 67,4. При быстром нагревании касторового масла до  $t^{\circ} 360^{\circ}$  получается вязкий остаток (90—95%), имеющий рыночное название флоридина, флоридиоля (или деридиниоля) и представляющий собою ангидрид триундециловой кислоты. Этот продукт эмульгируется при обыкновенной температуре в любой пропорции с минеральными маслами, керосином, церезином, вазелином и сырым касторовым маслом. Флоридин способен также удерживать большое количество воды даже в присутствии минеральных масел и потому идет на составление вязких смазочных масел, консистентных жиров, воднорастворимых масел, аспиретурных масел, кожного жира, масел для лечебных и косметических целей. Флоридин поступает на рынок как 1) сырое флоридиновое масло, 2) чистое масло, почти свободное от кислот, 3) медицинский деридиоль (Ol. Deridini medicinale) для инъекций (например при туберкулезе), для смеси с эфирными маслами и т. д. Характерные числа флоридина, сравнительно с сырым касторовым маслом, по Фендлеру, приведены в табл. 2.

Табл. 2.—Характерные числа касторового масла и флоридина.

Свойства	Касторовое масло	Флоридин
$D_4^{15}$ . . . . .	0,9611—0,9655	0,9505
$t^{\circ}$ заст. . . . .	-17 ÷ -18°	При -20° помутнения еще нет
Кислотное число . . .	18,4	12,1
Число омыления . . .	176,0—183,0	191,8
Иодное число . . . . .	83,4—84,4	101,0
Ацильное число . . .	153,4—156	67,4

Ворвань подвергается полимеризации обычно в струе индифферентного газа. При этом клуванодоновая кислота и вероятно также и другие ненасыщенные к-ты полимеризуются; жиры частично расщепляются, а акролеин, летучие к-ты и другие пахучие вещества отгоняются, так что продукт полимеризации получается без запаха (деаодорации). Очень темная ворвань должна быть отбелена, например фуллеровой землей. Характерные числа продуктов ворвани, по Маркуссону и Губеру, показаны в табл. 3.

Табл. 3.—Характерные числа ворваневых продуктов.

Свойства	Рыночный нейтралин	Полимеризованный толстый жир	Жирные к-ты нейтралина
$D_4^{25}$ . . . . .	0,9473	0,9425—0,9494	0,8810
$^{\circ}E_{20}$ * . . . . .	49,5	38,1—38,4	18,1

\*  $^{\circ}E_{20}$ —вязкость в градусах Энглера при  $t^{\circ} 20^{\circ}$ .

Ворваневые продукты отличаются от продуктов масел и полимеризованного касторового масла своей малой растворимостью в спирте и полной растворимостью их жирных кислот в петролейном эфире, а от штандолей полимеризованного древесного масла—присутствием холестерина. Водная эмульсия окисленной ворвани с содою и салом применяется при выделке кожи (на окирнение ее).

Продукты е масла. Продукты без сивкативов подвергаются главным обр. масла: рапсовое (масло капустного семени, масло колыа) и хлопковое. Процесс ведется при  $70$ — $120^{\circ}$  и вызывает превращение части ненасыщенных кислот в соответственные оксикислоты, нерастворимые в бензине, тогда как другая часть ненасыщенных кислот распадается на летучие кислоты меньшего молекулярного веса; кроме того происходит полимеризация и образование лактонов. Вязкость, уд. веса, числа: Рейхерт-Мейсля, омыления и апительное возрастает с продолжительностью и температурой продукки, тогда как иодное число убывает. Изменения, происходящие в масле при продукке, характеризуются, по Левковичу, данными, сведенными в табл. 4.

В продукту льняном масле содержание нерастворимых оксикислот состава  $C_{18}H_{30}O_4$  и  $C_{18}H_{30}O_6$  доходит до 44%, тогда как продукка подсолнечного масла при  $95$ — $100^{\circ}$  и даже при  $160^{\circ}$  нерастворимых в петролейном эфире к-т не дает (Г. С. Петров и А. И. Данилович), так что подсолнечное масло оказывается превосходящим другие по стойкости. Продукты продукования рапсового масла растворимы в смазочных минеральных маслах, и для увеличения их вязкости применяют компаундирование (так наз. морские масла). Рыночные названия продуктов рапсовых масел: рапсовое касторовое масло, Blown Oil, Thickened Oil и т. д. Если имеется уже готовая смесь минерального масла с продуктом, то иногда важно уметь определить исходный материал, из которого получено продуктое масло. Это делается по подному числу  $I$  исходного материала, которое вычисляется по подному числу продуктого масла  $i$  из соотношения:

$$I = i + (d - 0,0919) \cdot \frac{0,8}{0,001}$$

где  $d$ —удельный вес масла продуктого; этот же последний вычисляется из соотношения:

$$d = \frac{D\delta\rho}{1000 - Dq}$$

где  $D$ —уд. в. смеси,  $\delta$ —уд. в. минерального

масла, входящего в смесь,  $q$ —% содержания этого последнего, а  $p$ —% содержания продуктого масла.

Олифы. Вышеописанные процессы получения В. м. имеют главной целью повысить вязкость масла и понизить его окисляемость; напротив, применение В. м. для образования твердых, эластичных и непроницаемых пленок (лаки, краски, наводки) или упругих непроницаемых вязких веществ (пропитки, суррогаты каучука, линолеум, пластические массы и т. д.) требует главным обр. достаточно быстрого отвердевания (высыхания) В. м., связанного с большими кислородными числами, причем слишком большая вязкость во многих случаях м. б. даже вредной. Переработка масел приспособительно к указываемой функции достигается смешиванием их при сравнительно низкой  $t^{\circ}$  или даже при комнатной с катализаторами, переносящими кислород и потому ускоряющими высыхание масла. Эти существующие катализаторы, сикатиивы, ведут к образованию особого разряда В. м., называемых в собственном смысле олифами (см.).

Лит.: Боттлер М. Производство лаков и олиф, пер. с немецкого, 2 изд., М., 1926; Киселев В. С. Приготовление олифы и сивкативов, М., 1922; его же, Олифа и лаки, М.—Л., 1926; Фармон В., Химия высыхающих масел, пер. с немецкого, СПб., 1913; Лялин Л. М., Жиры и масла, 2 изд., Л., 1925; Иवानов С. Л., Учение о растительных маслах, М., 1924 (рус. язык); Талайцев З. М., Олифование и производство сивкативов, М., 1925; Браун К., Масла и жиры, пер. с немецкого, ч. 1, 2, Берлин—Рига, 1924; Любавин Н. Н., Техническая химия, т. 6, М., 1914; Петров Г. С. и Данилович А. И., Об окислении и полимеризации растит. масел и их кислот, «Труды Химич. ин-та им. Карпова», Москва, 1924, 3; Кострин К. В., К вопросу о полимеризации глицерина, «Журн. при-

Табл. 4.—Изменение характеристик масла при продукке.

Свойства	Чистое рапсовое масло		Чистое хлопковое масло	
	непродуктое	продуктое	непродуктое	продуктое
$D_4^{15}$ . . . . .	0,913—0,917	0,967—0,977	0,922—0,925	0,972—0,979
Иодное число	94—106	47,2—65,3	108—110	56,4—65,7
Число омыления	170—179	197,7—265,5	191—192	213,7—224,6
Число Рейхерт-Мейсля . . . . .	0,3	до 8,8	—	—
% нерастворимых в петролейном эфире оксикислот	0	20,74—24,5	0	26,5—29,4

клад. химии», М., 1925, т. 2, вып. 1—2, стр. 144—155; Seeligman F. u. Zieckee, Handbuch d. Lack-u. Firnisindustrie, 3 Aufl., B., 1923; Schaedler C., Die Technologie d. Fette u. Ole, B., 1892; Heftler G., Technologie d. Fette u. Ole, B. 1—3, B., 1906—1910; Hildebrand, Kohlenwasserstoffe und Fette, 6 Aufl., Berlin, 1924; Lunge G. und Berger E., Chemisch-technische Untersuchungsmethoden: 7 Auflage, B., 3, p. 631—640, 644—650, Berlin, 1923; Ascher R., Die Schmiermittel, Berlin, 1922; Merz O., Oxydationsvorgänge beim Trocknen der chinesischen Holzöle, «Kunststoffe», München, 1922, Jahrgang 16, 3, p. 53, 54. П. Флоренский.

**ВАРЕНЬЕ**, продукт, полученный варкой фруктов и ягод в сахарном сиропе. При варке варенья необходимо руководствоваться химическим анализом фруктов и ягод. В табл. 1 и 2 дается химический состав фруктов и ягод, употребляемых для варенья в СССР. Это количество, соотношение значительно

Табл. 1.—Содержание сахара в 1 см<sup>3</sup> сока фруктов и ягод в г.

Фрукты и ягоды	Минимум	Максимум	Среднее
Яблоки	5,24	24,06	12,57
Груши	7,01	15,70	10,53
Сливы	9,91	12,90	10,95
Вишни	6,18	17,26	12,81
Крыжовник	1,55	11,19	8,16
Смородина белая	5,57	10,49	7,52
красная	4,25	11,52	7,34
черная	8,05	12,92	11,23
Малина	6,11	8,82	7,34
Земляника	3,29	9,18	5,78
Черника	4,39	7,76	6,27
Брусника	7,38	11,80	8,94
Клюква	—	—	3,62

изменяется в зависимости от сорта, климатических и почвенных условий и величины плодов, а также и от того, какое число плодов растет одновременно на дереве. Чем меньше плодов на дереве, тем они крупнее, содержат больше сахара и кислоты и тем вкуснее. Из веществ, которые растворимы в плодovém соке, находятся: неорганические—минеральные соли (зола) и органические—сахары (фруктоза, глюкоза, сахароза), пентозаны, пектиновые вещества, кислоты (яблочная, лимонная, винная, безазотная и др.), азотистые вещества (белковые, амидные и аммиачные) и наконец дубильные, красящие и ароматические вещества. Семена же фруктов и ягод весьма богаты жиром и характерными веществами; из них следует отметить например пектиновые вещества, которые при известных условиях делают желатинообразными и дают студенистую массу, необходимую при варке желе.

Табл. 2.—Средний химич. состав фруктов и ягод.

Фрукты и ягоды	В натуральном веществе (в %)							В сухом веществе (в %)		
	вода	азотист. вещества	сплобн. кислоты	вингр. сахар	сахароза	доуг. безазот. вещ.	кислот. на + семени	зола	азотист. вещества	сахар
Яблоки	84,37	0,40	0,70	7,97	0,88	3,28	1,98	0,42	2,32	56,62
Груши	83,83	0,36	0,20	7,11	1,50	3,37	2,62	0,31	2,23	56,34
Абрикосы	84,15	0,86	1,05	2,61	4,05	1,35	5,37	0,56	5,42	42,02
Персики	81,96	0,93	0,72	3,66	5,62	1,17	6,53	0,58	5,46	47,59
Сливы	79,60	1,01	0,77	8,78	3,56	4,04	5,81	0,49	4,72	41,03
Ренклоды	82,13	0,55	0,82	5,62	4,81	2,06	3,40	0,41	3,03	59,48
Мирабель	80,88	0,79	0,56	4,95	4,97	2,88	4,98	0,56	4,08	48,41
Вишни	80,57	1,21	0,72	8,94	0,51	1,76	5,77	0,52	6,23	48,63
Кизил	74,86	0,50	—	10,57	—	6,13	7,51	0,63	1,96	41,85
Виноград	79,12	0,89	0,77	14,96	—	1,90	2,19	0,48	3,30	71,85
Крыжовник	85,61	0,47	1,37	7,10	0,85	0,64	3,52	0,44	3,26	55,28
Смородина	84,31	0,51	2,24	6,38	—	1,21	4,57	0,72	3,25	41,07
Брусника	89,59	0,12	2,34	1,53	—	—	6,27	0,15	1,18	14,71
Черника	80,85	0,78	1,37	5,29	—	0,71	10,29	0,71	4,07	27,62
Клюква	88,25	0,32	2,45	2,62	0,22	—	2,05	0,22	2,72	24,00
Землянич. (нем.)	86,99	0,69	1,10	5,13	1,11	2,80	1,56	0,72	4,54	48,00
(амер.)	89,72	0,99	1,37	4,78	0,58	0,42	1,54	0,62	9,63	58,14
Малина	85,02	1,36	1,48	3,38	0,91	0,99	6,37	0,49	8,40	28,80
Ежевика	85,41	1,31	0,77	5,24	0,48	1,10	5,21	0,48	8,46	32,54
Винная ягода	78,93	1,35	—	15,55	—	—	—	0,58	6,47	73,32
Гранаты	79,29	1,17	0,77	11,01	0,65	3,79	2,79	0,53	5,65	56,30
Апельсины	84,26	1,08	1,35	2,79	2,86	—	7,23	0,43	6,86	35,90
Лимоны	82,64	0,74	5,39	0,58	0,37	—	10,30	0,56	4,26	2,10

Для сохранения фруктов и ягод на долгое время приходится прибегать к консервированию их (см. Консервное дело), которое имеет целью воспрепятствовать развитию в них

нижних организмов. Одним из способов консервирования и является варка В. из фруктов и ягод. В настоящее время фабрично-промышленные предприятия СССР мало интересуются производством В., но до 1914 г. у нас существовало много крупных предприятий, выпускавших на рынок десятки тысяч т дешевых сортов варенья. Варенье можно варить на открытом огне, употребляя для этого древесный или каменный уголь, на газовых плитах или в паровых котлах с двойной рубашкой (см. Варочные аппараты). В последнем случае труднее получить В. высокого качества: ягоды и фрукты скоро развариваются и легко мнутся при перемешивании; лучший продукт получается при варке В. в периодических вакуум-аппаратах (см.). Для получения же В. высшего сорта, с цельными неразваренными ягодами, варят варенье на открытом огне в крупных тазах, диаметром 40—50 см и высотой 10—12 см, изготовленных из алюминия, или эмалированного железа, или же, в крайнем случае, из латуни. Употребление посуды из красной меди, из железа или из луженой оловом меди не рекомендуется, ибо содержащиеся в плодах кислоты, действуя на эти металлы, могут образовывать соединения, вредно влияющие на здоровье, а в некоторых случаях может измениться и натуральный цвет В. Во всяком случае необходимо следить, чтобы остывание В. после варки происходило не в медной посуде, а лучше всего в фарфоровой или глиняной глазурованной, ибо при остывании и выстаивании варенья к-та, выделившаяся из плодов, особенно сильно реагирует на медь.

На изготовление варенья идут самые разнообразные плоды, а именно: семечковые—яблоки, груши, айва и рябина; косточковые—абрикосы, персики, сливы, вишни и кизил; ягоды—крыжовник, смородина черная, красная и белая, земляника, клубника, малина, ежевика, морозика, поленика, брусника, клюква и др.; оvoli—арбузы, дыни и особые сорта тыкв; тропические и субтропические фрукты—апельсины, мандарины, лимоны, ананасы и др. Для изготовления варенья рекомендуется выбирать неповрежденные спелые, но не переспелые фрукты и ягоды, собранные в сухую и ясную погоду. Сортировка плодов по величине необходима. Плоды очищаются от сора и, в зависимости от вида, от веточек, кожицы, сердцевин и косточек. Если плоды имеют довольно крепкую оболочку, их тщательно моют, нежные же сорта осторожно прополаскивают водой. Крупные плоды нарезают на части. Если же кожица

не снята, то плоды накальвают, что облегчает проникновение сиропа в мякоть обрабатываемого плода. В некоторых случаях плоды вместо накальвания подвергают вымачиванию в воде в течение нескольких дней, чем достигается удаление из фруктов излишней кислоты и горечи. Для ускорения процесса вымачивания можно к воде прибавлять немного соды, которая способствует сохранению натурального цвета плодов. Во избежание разваривания более нежных плодов иногда при вымачивании к воде прибавляют известковый раствор или квасцы, способствующие лучшему закреплению мякоти плодов. Процесс вымачивания плодов следует обязательно проводить для тех из них, к-рые подверглись предварительному процессу окуривания серой (с целью убить все микроорганизмы и их споры, находящиеся на поверхности фруктов, и уплотнить мякоть плода). Часто вымачивание заменяется бланшированием, т. е. провариванием плодов в воде; некоторые плоды бланшируют и после вымачивания. Главная цель бланширования—убить живую протоплазму клеток, благодаря чему облегчается и ускоряется процесс пропитывания плода сахарным сиропом. Процесс бланширования следует вести умело, т. к. фрукты, неправильно обработанные, при дальнейшей варке легко развариваются. После бланширования фруктов необходимо тут же быстро охладить в воде. Сироп, служащий для варки В., готовится в очень редких случаях из рафинада, а б. ч. из сахарного песка с прибавлением (и в том и другом случае) необходимого количества воды. При фабричном производстве В. для удешевления готового продукта и во избежание кристаллизации сахара (засахаривания В.) к сиропу прибавляют карамельную патоку. На 1 кг фруктов или ягод обыкновенно берут от 1 до 1½ кг сахара и только для очень кислых плодов (или когда хотят получить больше сиропа) сахара берут до 2 кг; вес добавленной патоки входит в общий вес сахара. При кустарном производстве В. сироп варят в тазах или котелках на открытом огне; на специальных же фабриках—б. ч. в открытых паровых котлах разной емкости. Иногда высшие и нежные сорта фруктов и ягод и на фабриках варят в тазах или в специально устроенных вакуум-аппаратах. Сахарный сироп для варки В. обыкновенно заготавливают крепостью в 25—27° В<sub>6</sub>. Варка различных фруктов и ягод происходит различно. Ягоды малины, клубники, ежевики и земляники, очищенные от стебельков (плодоножек), отсортированные и уложенные обыкновенно в один ряд на перевёрнутые решета, всыпают в тазы с заготовленным сиропом и дают раз прокипеть, а затем снимают с огня и остуживают. Проваривание, а затем выстаивание и полное остуживание повторяют 2—3 раза в течение 1—2 дней. Каждый раз при выстаивании часть сиропа поглощается ягодами, сок же из них поступает в сироп, делая его более слабым; когда ягоды полностью пропитаются сиропом, сок перестает выступать из них. Варить варенье следует на среднем огне для равномерного проваривания как наружного слоя ягод,

так и мякоти плодов. К концу варки сахарный сироп должен достигнуть крепости 38—40—41° В<sub>6</sub>. В продолжение всей варки следует чистой ложкой снимать пену, к-рая представляет собой не что иное, как свернувшиеся при варке белковые вещества, содержащиеся в плодах. Варят В. (в особенности в домашнем быту) и с одного раза, но тогда чаще возможны случаи порчи В. при его продолжительном хранении. Вишни подготавливают к варке и варят так же, как и указанные сорта ягод, если варят В. без косточек. Если же варят В. из вишен с косточкой, то для этого ягоды накальвают, чтобы сироп легче и лучше проник внутрь ягод. Для лучших сортов вишневого В. берут так наз. владимирскую вишню. Черешню белую и розовую по удалении стебельков накальвают и, уложив на решета в 1—2 ряда, окуривают серой, бланшируют, промывают в холодной воде и затем проваривают в сиропе с последующим остуживанием и выстаиванием раза 3—4. Абрикосы, персики, мирабель и ренклоды варят так же, как и черешню. Яблоки берут более сладких сортов с плотной мякотью (коричные, синап, шафранный и ананасный ранет). Снимают с яблок кожицу, удаляют сердцевину, разрезают на 2—4 части, кладут в холодную воду с небольшим количеством квасцов, бланшируют, остуживают в холодной воде и проваривают в сиропе с последующим остуживанием 3—4 раза. При варке варенья из груш б. ч. не разрезают на части и берут недозрелые; рекомендуются для варки В. сорта сен-жермен и бергамот. При варке В. из арбуза и дыни счищают с них тонкий слой кожицы, разрезают на части и удаляют мякоть. Оставшаяся твердая корка бланшируется, после чего охлаждается в холодной воде (с небольшим % очищенных алюминиевых квасцов); когда корка станет довольно мягкой, ее хорошо промывают в воде и приступают к варке, к-рую повторяют с последующим остуживанием и выстаиванием несколько раз. Арбузы для варки берут толстокожие, а дыни—канталупы. С апельсин и лимонов снимают теркой или гофрированным ножом тонкий слой кожи, к-рая идет на приготовление кондитерских припасов (цедра), а плоды разрезают на 2—4 части, выжимают из них сок и мочат в холодной воде несколько дней, пока не выйдет из них кислота и горечь и пока не размягчится кожица. После этого их бланшируют, промывают в холодной воде и варят повторно обычным путем несколько раз. В те сорта варенья, которые варят из малоароматичных фруктов и ягод, как например яблоки, крыжовник, прибавляют разные ароматические вещества (ваниль, ванилин, гвоздику, корицу и т. п.).

Готовое В. следует хранить в стеклянных или глиняных глазурированных банках. В крупных производствах многие сорта В. сохраняют в деревянных дубовых бочках. От времени до времени В. в той или иной таре следует просматривать. Хранить В. следует в сухих подвалах, хорошо проветриваемых с температурой в 3—8°. Порча варенья бывает б. ч. следующая: 1) засахаривание (кристаллизация сахара), что обуславливает

сы переваренным сиропом; 2) за к и с а н и е, происходящее б. ч. от недостаточной проварки плодов, неполного пропитывания их сиропом или недостатка последнего; 3) появление плесени как следствие недостаточной проварки плодов; 4) бро ж е н и е (развитие дрожжей) вследствие недостаточной проварки плодов. Проваркой почечного варенья (с добавлением сахара или воды, в зависимости от характера порчи) в большинстве случаев возможно его исправить. В виду громадного разнообразия сортов ягод и фруктов и вследствие различного качества одного и того же сорта плода, поступившего для варки, часто приходится комбинировать и изменять способ подготовки плодов к варке и самую варку.

Лит.: Черевитинов Ф. В., Плоды, овощи и грибы, М., 1923; его же, Основы плодового и ягодного виноделия, М., 1906; Н и к и т и с к и й Я. П е т р о в П., Товароведен., т. 4, Москва, 1923; P a u l K., Die Schokoladen- u. Zuckerwarenfabrikation, Leipzig, 1920; B e s s e l i c h N., Die Bonbonfabrikation, Leipzig, 1922. А. Шур.

**ВАРИАЦИОННОЕ ИСЧИСЛЕНИЕ**, отдел анализа бесконечно малых, основным методом которого является непрерывное изменение формы функции при тех же значениях независимых переменных. Этот метод, к-рым фактически пользовались еще Ньютон и бр. Бернулли, был разработан обстоятельно во второй половине 18 в., главн. обр. Эйлером и Лагранжем, давшими общие правила для его применения. Метод возник при решении задач, требовавших разыскания функции, при которой заданный определенный интеграл, содержащий эту функцию и ее производные, получает наибольшее или наименьшее значение.

Простейшая из этих задач заключается в следующем. Дана функция  $F(x, y, y')$  от трех аргументов, причем  $x$  есть независимая переменная,  $y$ —некоторая функция от  $x$ , т. е.  $y = y(x)$ ,  $y'$ —производная этой функции. Геометрически уравнение  $y = y(x)$  представляет кривую  $C$  на плоскости  $xy$ .

Рассмотрим  $\int_{x_0}^{x_1} F(x, y, y') dx$ , где  $x_0$  и  $x_1$ —данные числа; при заданной функции  $y(x)$  этот определенный интеграл получит некоторое числовое значение; заменяя  $y(x)$  другой функцией  $y(x)$ , мы получим, вообще говоря, другое значение того же интеграла.

Таким образом  $\int_{x_0}^{x_1} F(x, y, y') dx$  получает разные значения в зависимости от того, какая функция поставлена на место  $y$ . Введем ограничения, потребовав, чтобы все кривые  $C$  имели общую начальную и конечную точку. Эти условия запишутся равенствами:  $y = y_0$  при  $x = x_0$ ;  $y = y_1$  при  $x = x_1$  ( $y_0$  и  $y_1$ —данные числа); эти равенства называются граничными условиями. Простейшая задача В. и состоит в следующем: среди всех функций  $y(x)$ , удовлетворяющих граничным условиям  $y(x_0) = y_0$ ,  $y(x_1) = y_1$  [иначе—среди всех кривых  $C$ , проходящих через точки  $(x_0, y_0)$  и  $(x_1, y_1)$ ], найти такую, для

которой числовое значение  $\int_{x_0}^{x_1} F(x, y, y') dx$

будет наименьшим или наибольшим (максимум и минимум объединяются в общем понятии экстремум).

Пример 1. Длина линии с уравнением  $y = y(x)$ , соединяющей точки  $(x_0, y_0)$  и  $(x_1, y_1)$ ,

выражается интегралом  $\int_{x_0}^{x_1} \sqrt{1+y'^2} dx$ ; гра-

ничные условия:  $x = x_0, y = y_0$  и  $x = x_1, y = y_1$ . Задача о нахождении кратчайшей линии между двумя точками есть задача В. и., где  $F(x, y, y')$  есть  $\sqrt{1+y'^2}$ .

Пример 2. Точка под действием силы тяжести движется в вертикальной плоскости из точки  $A$  в точку  $B$  по некоторой кривой; найти форму этой кривой, при которой движущаяся точка приходит из  $A$  в  $B$  в кратчайшее время,—задача о брахистохроне (см.). Примем вертикальную плоскость за плоскость  $xy$ , поместим точку  $A$  в начале, ось  $y$  направим вертикально вниз; пусть координаты точки  $B$  будут  $x_1, y_1$ . Если точка при падении опустится на расстояние  $y$ , то она, как известно, приобретет скорость  $v = \sqrt{2gy}$ . С другой стороны, по общим формулам механики

$$v = \frac{ds}{dt} = \frac{\sqrt{1+y'^2}}{dt} dx;$$

отсюда

$$\sqrt{2gy} = \frac{\sqrt{1+y'^2}}{dt} dx$$

и следовательно

$$dt = \frac{\sqrt{1+y'^2}}{\sqrt{2gy}} dx.$$

Время  $T$ , потребное для падения точки из  $A$  в  $B$ , выразится интегралом

$$T = \int_0^{x_1} \frac{\sqrt{1+y'^2}}{\sqrt{2gy}} dx = \frac{1}{\sqrt{2g}} \int_0^{x_1} \frac{\sqrt{1+y'^2}}{\sqrt{y}} dx.$$

Итак, задача о брахистохроне сводится к нахождению кривой, которая дает минимуму интегралу

$$\int_0^{x_1} \frac{\sqrt{1+y'^2}}{\sqrt{y}} dx$$

при граничных условиях:  $y(0) = 0, y(x_1) = y_1$ .

Здесь  $F$  имеет вид  $\frac{\sqrt{1+y'^2}}{\sqrt{y}}$ .

Функция  $F$ , как видно из этих примеров, может зависеть не от всех трех аргументов, но она должна зависеть от  $y'$ , чтобы задача решалась методами В. и.

Основной метод для нахождения необходимых условий экстремума есть метод в а р и о в а н и я.

Пусть кривая  $C$  с уравнением  $y = y(x)$

даст интегралу  $\int_{x_0}^{x_1} F(x, y, y') dx$ , при данных

граничных условиях, наименьшее значение по сравнению со всеми другими кривыми  $\bar{C}$  (кривыми сравнения), подчиненными тем же условиям и расположенными достаточно близко от  $C$  (последним условием, как и в дифференциальном исчислении, определяется «относительный минимум»). Обозначая вообще числовое значение нашего интеграла для кривой  $K$  через  $I_K$ , имеем таким образом неравенство:  $I_C < I_{\bar{C}}$ . Рассмот-

рим целое семейство кривых сравнения  $\bar{C}$ , определяемое уравнением

$$\bar{y} = y(x) + \alpha \eta(x),$$

где  $\alpha$ —параметр,  $\eta(x)$ —произвольная функция, удовлетворяющая условиям:  $\eta(x_0) = 0$ ,  $\eta(x_1) = 0$ , т. е.  $y(x_0) = y(x_0) + \alpha \eta(x_0) = y_0$ ,  $y(x_1) = y(x_1) + \alpha \eta(x_1) = y_1$ ; очевидно, при  $\alpha = 0$ , получаем кривую  $C$ , а при малых значениях  $\alpha$ —кривые, близкие к  $C$ . Вычисляя  $I_C$ , получим интеграл как функцию параметра  $\alpha$ , входящего через посредство  $\bar{y}$  и  $\bar{y}'$ ; обозначим ее через  $\Phi(\alpha)$ , т. е.

$$I_{\bar{C}} \int_{x_0}^{x_1} F(x, \bar{y}, \bar{y}') dx = \Phi(\alpha).$$

Из предположения, что  $I_C$  имеет минимальное значение, вытекает минимум функции  $\Phi(\alpha)$  при  $\alpha=0$ ; т. о. вопрос сведен к задаче, решаемой методами дифференциального исчисления. Необходимым условием минимума является равенство  $\Phi'(0) = 0$ . Нахождение  $\Phi'(0)$  является частным случаем вариирования; результат вариирования называется вариацией и обозначается символом  $\delta$ .

Итак, процесс вариирования величины, зависящей от функции  $y(x)$ , заключается в том, что мы заменяем эту функцию более сложной функцией  $y(x) + \alpha \eta(x)$ , содержащей параметр  $\alpha$ ; вследствие этого заданная величина становится функцией этого параметра. Продифференцировав эту функцию по  $\alpha$ , полагаем в результате  $\alpha$  равным 0; результат представляет собой вариацию заданной величины. Условие, чтобы заданная величина достигала максимума или минимума, заключается в том, что ее вариация должна обращаться в нуль, как бы ни была выбрана произвольная функция  $\eta(x)$ .

Как уже сказано, этот прием чаще всего приходится применять к вычислению экстремума определенного интеграла. Поэтому, по установлении этих идей, следующим шагом в В. и. является вычисление вариации определенного интеграла, к-рый, как выяснено выше, в простейшем случае имеет вид:

$$I_C = \int_{x_0}^{x_1} F(x, y, y') dx.$$

Заменяя здесь  $y(x)$  через  $y(x) + \alpha \eta(x)$  и следовательно  $y'$  через  $y'(x) + \alpha \eta'(x)$ , получим:

$$I_C = \int_{x_0}^{x_1} F(x, y(x) + \alpha \eta(x), y'(x) + \alpha \eta'(x)) dx.$$

Это выражение нужно продифференцировать по  $\alpha$  и в результате положить  $\alpha = 0$ . По известному правилу дифференцирования определенного интеграла, это дифференцирование придется выполнить под знаком интеграла. Так как, с другой стороны, это выражение получится из интеграла  $I_C$  указанной выше заменой функций  $y$  и  $y'$ , так что  $\alpha$  входит только в новые выражения для  $y$  и  $y'$ , то дифференцировать подинтегральную функцию придется как сложную функцию. Если через  $F_y$  и  $F_{y'}$  обозначим производные функции  $F(x, y, y')$  по  $y$  и  $y'$ , то производная интеграла  $I_C$  по  $\alpha$ , в которой  $\alpha$  положим равной 0, даст вариацию  $\delta I_C$  в виде

$$\delta I_C = \int_{x_0}^{x_1} [F_y \eta(x) + F_{y'} \eta'(x)] dx.$$

Дальнейшее преобразование, в к-ром главным моментом является интегрирование второго слагаемого по частям, дает

$$\delta I_C = \int_{x_0}^{x_1} \left( F_y - \frac{d}{dx} F_{y'} \right) \eta(x) dx.$$

Чтобы интеграл  $I_C$  получил наибольшее или наименьшее значение, необходимо, чтобы эта вариация обращалась в 0, т. е. чтобы

$$\int_{x_0}^{x_1} \left( F_y - \frac{d}{dx} F_{y'} \right) \eta(x) dx = 0$$

при произвольной функции  $\eta(x)$ ; именно вследствие этого произвола, как устанавливает т. н. основная лемма В. и., это равенство возможно, лишь если 1-й множитель под знаком интеграла равен 0. Так. обр. дающая экстремум функция  $y(x)$  необходимо удовлетворяет ур-ию Лагранжа—Эйлера:

$$F_y - \frac{d}{dx} F_{y'} = 0,$$

или подробнее:

$$F_y - F_{xy'} - F_{yy'} y'' - F_{y'y'} y'' = 0,$$

где  $F_{xy'}$ ,  $F_{yy'}$ ,  $F_{y'y'}$  суть вторые производные функции  $F$  по соответствующим переменным. Это—дифференциальное ур-ие 2-го порядка для  $y$ ; его интегральные кривые называются экстремальями. Общее решение имеет вид:

$$y = \varphi(x, \alpha, \beta),$$

где  $\alpha$  и  $\beta$ —две произвольные постоянные; в нашей задаче для их определения служат два граничных условия:

$$\varphi(x_0, \alpha, \beta) = y_0 \text{ и } \varphi(x_1, \alpha, \beta) = y_1.$$

Определив из них  $\alpha$  и  $\beta$  и вставив их значения в функцию  $\varphi$ , мы получим экстремаль, проходящую через две заданные точки. В примере 1-м

$$F = \sqrt{1 + y'^2}, F_y = 0, F_{y'} = \frac{y'}{\sqrt{1 + y'^2}}.$$

Уравнение Лагранжа—Эйлера имеет вид

$$\frac{d}{dx} \left( \frac{y'}{\sqrt{1 + y'^2}} \right) = 0, \text{ или } \frac{y''}{(1 + y'^2)^{\frac{3}{2}}} = 0, \text{ или } y'' = 0.$$

Интегрируя, находим:  $F = ax + b$ ; экстремали—прямые линии. В примере 2-м

$$F_y - \frac{d}{dx} F_{y'} = -\frac{\sqrt{1 + y'^2}}{2y} - \frac{d}{dx} \left( \frac{y'}{\sqrt{y} \sqrt{1 + y'^2}} \right) = 0.$$

Найдя экстремаль, необходимо исследовать, дает ли она действительно экстремум и что именно—максимум или минимум. В дифференциальном исчислении для решения аналогичной задачи исследуется знак второй производной; в В. и. прежде математики (Якоби) шли путем изучения в второй вариации (второй производной по  $\alpha$  при  $\alpha=0$ ). Но Вейерштрасс показал, что так. обр. мы еще не получаем достаточных условий экстремума; он дал теорию, основанную на непосредственном сравнении  $I_C$  и  $I_{\bar{C}}$ .

Кроме простейшей задачи В. и. существуют и другие, напр. один или оба конца экстремали, вместо условия проходить через данную точку, м. б. подчинены условию лежать на заданных кривых; тогда дифференциальное уравнение экстремалей остается неизменным, но ур-ия граничных условий

принимают другую форму (таковы задачи о кратчайшем расстоянии от точки до кривой или между двумя кривыми). Далее, подинтегральная функция  $F$  может зависеть от двух или от  $n$  искомым функций. Пусть например

$$I_C = \int_{x_0}^{x_1} F(x, y, y', z, z') dx,$$

где  $y(x)$  и  $z(x)$  — искомые функции; граничные условия для случая неподвижных концов выразятся так:  $y(x_0) = y_0$ ,  $y(x_1) = y_1$ ,  $z(x_0) = z_0$ ,  $z(x_1) = z_1$  (где  $x_0, y_0, z_0, x_1, y_1, z_1$  — заданные числа). Для вариации мы получим. (после интегрирования по частям):

$$\delta I_C = \int_{x_0}^{x_1} \left\{ (F_y - \frac{d}{dx} F_{y'}) \delta y + (F_z - \frac{d}{dx} F_{z'}) \delta z \right\} dx.$$

Приравняв ее нулю и применяя основную лемму, получим два ур-ия Лагранжа—Эйлера для нахождения двух искомым функций:

$$F_y - \frac{d}{dx} F_{y'} = 0 \quad \text{и} \quad F_z - \frac{d}{dx} F_{z'} = 0.$$

С другой стороны, можно разыскивать методами вариационного исчисления экстремум интеграла

$$I_C = \int_{x_0}^{x_1} F(x, y, y', \dots, y^{(n)}) dx;$$

дифференциальное уравнение экстремали в этом случае имеет вид:

$$F_y - \frac{d}{dx} F_{y'} + \frac{d^2}{dx^2} F_{y''} - \dots \pm \frac{d^{(n)}}{dx^n} F_{y^{(n)}} = 0;$$

оно — порядка  $2n$ ; в качестве граничных условий в случае неподвижных концов задаются значения функции  $y$  и  $n-1$  ее производных при  $x=x_0$  и  $x=x_1$ . Расширяя постановку вопроса в другом направлении, мы придем к задаче об экстремуме двойного интеграла, распространенного на заданную площадь  $S$ , ограниченную кривой  $C$ :

$$I = \iint_S F(x, y, z, z_x, z_y) dx dy.$$

Значение  $I$  зависит от выбора функции  $z$  от двух независимых переменных  $x$  и  $y$ ;  $z_x$  и  $z_y$  обозначают частные производные  $\frac{\partial z}{\partial x}$  и  $\frac{\partial z}{\partial y}$ ; в качестве граничных условий в простейшем случае задаются значения, которые искомая функция должна принимать на контуре  $C$ . В этом случае для определения  $z$  получается уравнение с частными производными 2-го порядка:

$$F_z - \frac{\partial}{\partial x} F_{z_x} - \frac{\partial}{\partial y} F_{z_y} = 0.$$

Встречаются и более сложные задачи, где  $F$  выражает зависимость от частных производных функции  $z$  порядка второго и высших.

Наряду с изложенным способом решения задач В. и. (сведением их искусственным приемом к дифференциальным уравнениям), в последнее время все большее распространение получают т. н. прямые методы, ставящие целью непосредственное разыскание функций, решающей задачу В. и. Из них для приложений особенно важен метод

Ритца — нахождения приближенного решения задач В. и. Сущность его такова. Выберем систему функций  $\omega_1(x)$ ,  $\omega_2(x)$ ,  $\omega_3(x)$ , ... так, чтобы их линейная комбинация в конечном числе

$$y_n = c_1 \omega_1 + c_2 \omega_2 + \dots + c_n \omega_n$$

(где  $c_1, c_2, \dots, c_n$  — постоянные) могла с любой точностью представить всякую непрерывную функцию, удовлетворяющую данным граничным условиям [такова для граничных условий  $y(0)=0$ ,  $y(\pi)=0$  система:  $\sin x$ ,  $\sin 2x$ ,  $\sin 3x, \dots$ ]; для любого интервала и любых условий на концах — система соответственным образом подобранных многочленов от  $x$ ]. Задав число  $n$ , подставим выражение  $y_n$  на место  $y$  в  $I_C$  и интегрируем, рассматривая  $c_1, c_2, \dots, c_n$  как параметры:

$$\int_{x_0}^{x_1} F(x, y_n, y_n') dx = \Phi(c_1, c_2, \dots, c_n).$$

Находим экстремум этой последней функции по правилам дифференциального исчисления; имеем  $n$  уравнений:

$$\frac{\partial \Phi}{\partial c_1} = 0, \quad \frac{\partial \Phi}{\partial c_2} = 0, \quad \dots, \quad \frac{\partial \Phi}{\partial c_n} = 0$$

для определения  $n$  неизвестных  $c_1, c_2, \dots, c_n$ . Вставляя найденные значения в выражение для  $y_n$ , найдем функцию, приближенно представляющую экстремаль. Приближение, вообще говоря, будет тем точнее, чем большим числом членов  $n$  мы задаемся.

В. и. имеет большое приложение в механике, в связи с принципом Гамильтона. Рассмотрим сначала этот принцип в применении к механике системы точек. Пусть положение системы вполне определяется  $n$  независимыми параметрами (о бообщенные координаты)  $q_1, q_2, \dots, q_n$ . Чтобы знать движение, нам надо определить  $q_1, q_2, \dots, q_n$  в функции времени  $t$ . Так как в нашем случае связи не зависят от времени, живая сила (кинетическая энергия) системы имеет вид:

$$T = \sum_1^n A_{ik}(q_1, \dots, q_n) \dot{q}_i \dot{q}_k,$$

где  $\dot{q}_i = \frac{dq_i}{dt}$ .

Пусть внешние силы зависят только от положения системы точек и имеют потенциал; тогда потенциальная энергия будет функцией положения системы:

$$V = V(q_1, q_2, \dots, q_n).$$

Принцип Гамильтона утверждает, что истинное движение в промежутке времени от  $t_0$  до  $t_1$  протекает так, что для интеграла

$$I = \int_{t_0}^{t_1} (T - V) dt$$

искомые функции  $q_i(t)$  обращают в 0 его вариацию:  $\delta I = 0$ . Т. к. в большинстве случаев действительного движения этот интеграл есть минимум, а функция  $T - V$  носит в механике название действия, то данный принцип часто называют принципом наименьшего действия. Применяя методы В. и. и замечая, что  $V$  не зависит от  $\dot{q}_1, \dot{q}_2, \dots$ , мы приходим для определения

и функций  $q_i(t)$  к системе из  $n$  дифференциальных уравнений:

$$\frac{d}{dt} \left( \frac{\partial T}{\partial \dot{q}_i} \right) - \frac{\partial}{\partial q_i} (T - V) = 0,$$

где  $i = 1, 2, \dots, n$ .

Это — уравнения движения в форме, указанной Лагранжем.

В применении к механике системы принцип Гамильтона эквивалентен законам Ньютона, представляя простую математическую формулировку законов движения. Распространенный на механику непрерывной среды, он дает возможность легко выводить дифференциальные уравнения движения. Возьмем напр. случай колебаний упругого стержня, расположенного на оси  $x$  с концами при  $x = 0$  и  $x = l$ ; обозначим через  $u(x, t)$  отклонение точки с абсциссой  $x$  от положения равновесия в момент времени  $t$ . Обозначая через  $\rho$  линейную плотность стержня, получаем для  $T$  выражение:

$$T = \frac{1}{2} \int_0^l \rho u_x^2 dx.$$

Потенциальная энергия элемента длины  $dx$  стержня пропорциональна квадрату кривизны; пренебрегая в выражении кривизны

$$\frac{u_{xx}}{(1 + u_x^2)^{3/2}}$$

по малости  $u_x$  членом  $u_x^2$  в знаменателе и беря фактор пропорциональности в виде  $\frac{\mu}{2}$ , имеем для потенциальной энергии всего стержня:

$$V = \frac{1}{2} \int_0^l \mu u_{xx}^2 dx.$$

Принцип Гамильтона дает:

$$\delta \int_{t_0}^{t_1} (T - V) dt = 0$$

или

$$\delta \int_{t_0}^{t_1} \int_0^l \left( \frac{\rho}{2} u_t^2 - \frac{\mu}{2} u_{xx}^2 \right) dx dt = 0.$$

Применяя формулу вариации двойного интеграла, получаем:

$$\frac{\partial}{\partial t} (\rho u_t) + \frac{\partial^2}{\partial x^2} (\mu u_{xx}) = 0,$$

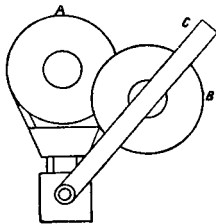
или, в случае постоянных  $\rho$  и  $\mu$ ,

$$\rho u_{tt} + \mu u_{xxxx} = 0.$$

Помимо теоретического значения принцип Гамильтона в последнее время получает все большее значение в приложениях, где он позволяет весьма трудную задачу решения дифференциальных уравнений с частными производными при заданных граничных условиях заменить задачей нахождения экстремума интеграла, для приближенного решения которой применяется, например, метод Рунта.

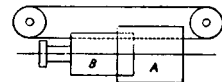
Лит.: Егоров Д. Ф., Основания вариационного исчисления, М.—П., 1923; Соунгагт К. и Нилберт Д., Methoden d. mathematischen Physik, B. 1, Berlin, 1924; Франк Р. и Мисес Р., Differential- und Integralgleichungen der Mechanik und Physik, Braunschweig, 1925. В. Степанов.

**ВАРИОМЕТР**, прибор для получения плавного изменяющейся *самоиндукции* (см.). В. состоит из двух катушек, последовательно соединенных между собой. Изменение самоиндукции В. достигается помощью плавного перемещения одной его катушки по отношению к другой. На фиг. 1 представлен В., состоящий из двух плоских спиральных катушек: катушка А неподвижна, катушка В насажена на вращающуюся рукоятку С. Фиг. 2 представляет вариометр, состоящий из двух цилиндров, катушек: катушка А (большее диаметра) неподвижна, катушка В перемещается при помощи нити, перекинутой через ролики, по прямой линии, вилот до положения, когда она входит целиком в неподвижную катушку А. На фиг. 3 и 4 представлены В., подвижные катушки которых В вращаются внутри неподвижных катушек А вокруг оси О, про-

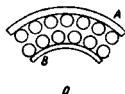


Фиг. 1.

ходящей сквозь неподвижную катушку; вращающиеся катушки поворачиваются на  $180^\circ$  и обратно. В В. такого рода неподвижная катушка называется статором, а вращающаяся — ротором. У В., представленного на фиг. 4, статор — цилиндрическая катушка, а ротор — шаровидная; внешний диам. ротора здесь очень близок по величине

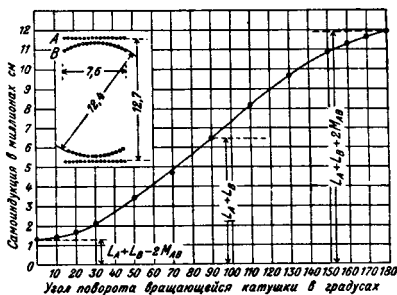


Фиг. 2.



Фиг. 3.

ходящей сквозь неподвижную катушку; вращающиеся катушки поворачиваются на  $180^\circ$  и обратно. В В. такого рода неподвижная катушка называется статором, а вращающаяся — ротором. У В., представленного на фиг. 4, статор — цилиндрическая катушка, а ротор — шаровидная; внешний диам. ротора здесь очень близок по величине



Фиг. 4.

к внутреннему диам. статора, что дает большую, чем в предыдущем случае, величину магнитной связи между ротором и статором. В В., представленном на фиг. 3, и статор и ротор — шаровидные катушки, близкие друг к другу по своим диаметрам и размерам, что дает максимальную величину магнитной



связи между катушками. Самоиндукция  $V$  определяется формулой:

$$L = L_A + L_B + 2M_{A,B},$$

где  $L_A$  — коэф. самоиндукции его неподвижной катушки,  $L_B$  — коэф. самоиндукции его подвижн. катушки, а  $M_{A,B}$  — коэффициент их взаимной индукции (см.). Для каждого вида  $V$ ,  $L_A$  и  $L_B$  — величины постоянны, а  $M_{A,B}$ , являясь функцией положения подвижной катушки, — величина переменная. Т. о. пределы изменения самоиндукции  $V$  зависят от пределов изменения  $M_{A,B}$ . В  $V$ , представленных на фиг. 1 и 2, величина  $M_{A,B}$  меняется от некоего минимума до некоего максимума, не меняя своего знака; поэтому пределы изменения самоиндукции таких  $V$  относительно невелики. В  $V$ , представлен на фиг. 3 и 4,  $M_{A,B}$  меняется в пределах от  $-M_0$  до  $+M_0$ , где  $M_0$  — наибольшее абсолютное значение  $M_{A,B}$  (соответствующее тому положению, когда оси симметрии обмоток ротора и статора совпадают); поэтому пределы изменения самоиндукции  $V$  в случаях фиг. 3 и 4 значительно выше, чем в случаях фиг. 1 и 2. Шаровидный  $V$  (фиг. 3), как обладающий наибольшей магнитной связью между катушками, а потому и наибольшей величиной  $M_0$ , представляет наибольшее пределы изменения самоиндукции.

Лит.: Фрейман И. Г. Курс радиотехники, Л., 1924; Zenneck J. u. Rukop H., Lehrbuch der drahtlosen Telegraphie, Stuttgart, 1925; Wigge H., Rundfunktechnisches Handbuch, Berlin, 1925; Morgcroft J., Principles of Radio Communication, New York, 1927.

Д. Вилкер

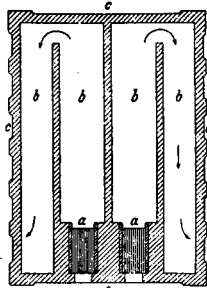
**ВАРНИЦА**, закрытое деревянное или каменное помещение, в котором производится выварка поваренной соли из соляных рассолов. Собственно варка соли производится в больших железных, прямоугольной формы приборах, имеющих, напр. на пермских з-дах, такие размеры: длина 12,8 м, ширина 8,5 м и высота 0,3 м; эти приборы называются сковородами или циренами (чренами). Солеварение — древнейший способ получения поваренной соли. Расход горючего материала для испарения воды из рассолов весьма значителен, и это обстоятельство заставляло постоянно видоизменять способы выварки, а вместе с тем и устройство  $V$ . В разных местах СССР солеварение производится в  $V$  двух типов — черной и белой.

Черная  $V$ , более древняя по происхождению, представляет помещение из четырех стен и крыши, без окон и лишь с двумя дверями — одной для выноса соли, а другой для входа рабочих; объем варницы — от 4 176 до 4 370 м<sup>3</sup>. Во время процесса солеварения обе двери наглухо закрываются, и кроме трех отверстий в крыше сообщений с внешней атмосферой нет. В помещении на столбах укрепляют цирен, под которым находятся две, редко три, ямы (устья), трапециевидального сечения. В ямы накладывают в два, иногда в три, ряда дрова, в количестве до 9,7 м<sup>3</sup> в каждую. К устью по особому каналу с дверцами подводится воздух для горения. Продукты горения, проходя под циреном, нагревают его, испаряют воду рассолов, затем по особым каналам попадают в  $V$ , смешиваются здесь с парами и, удаляясь из  $V$  через три отверстия в крыше, увлекают

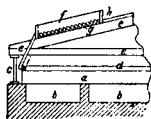
за собой пар и как бы вентилируют  $V$ . На черных  $V$  выпаривание рассолов ведется при слабой тяге, и усилия рабочих направлены к тому, чтобы замедлить горение, что дает больше выхода соли на единицу топлива.

Белая  $V$ . — устраивается с площадью пола в 223—242 м<sup>2</sup>; цирен в 111 м<sup>2</sup> устанавливается на четырех кирпичных стенках  $e$  (фиг. 1); кроме того он поддерживается еще чугунными колоннами, на которых положены рельсы. Толки  $a$  помещаются в передней части цирена. Подциренное пространство вдоль длины помещения делится стеной

на две равные части, а эти последние делаются простенками, идущими от передней стены и не доходящими до задней. Продукты горения, но выходе из топок, делают два оборота.



Фиг. 1.



Фиг. 2.

(иногда три) по дымовым ходам  $b$  под циреном, входят потом под сушила (площадь 55—65 м<sup>2</sup>) и отсюда уходят в трубу. В белых  $V$  дым уже не смешивается с паром и не заполняет варницы. Над циреном  $a$  (фиг. 2) находится колпак, состоящий из стропильных ферм  $e$ , обшитых досками  $h$ , и поддерживаемый колоннами  $c$ . Вдоль длинных сторон цирена досками выделено пространство  $f$  (отечный загром), отделенное от колпака брусками ромбовидного сечения  $g$ , поставленными на ребро. Вдоль длинной стенки цирена сделаны в колпаке ставни  $i$ , закрывающие отверстия для выгребов соли. Пар из колпака отводится трубой, сверху закрытой навесом, а с боков имеющей отверстия для вывода пара. Белые  $V$  на Урале называются баварскими, по сходству их устройства с баварскими  $V$ ; на других же з-дах Урала белые  $V$  сходны с прусскими, а нек-рые — с австрийскими  $V$ .

На уральских черных  $V$  выход соли на 9,7 м<sup>3</sup> дров доходит до 1 146 кг, а суточный выход с цирена до 7,5 т; на белых  $V$  выход соли на 9,7 м<sup>3</sup> дров — до 1 638 кг.

Лит.: Загаевский К., Черные и белые варницы в Усолье, «Горный журнал», т. 4, Петербург, 1883.

М. Сергеев.

**ВАРОЧНЫЕ АППАРАТЫ**, открытые сосуды, служащие для нагревания или выпаривания. Простейшего вида  $V$  а., или котел, представляет собой обогреваемый снаружи огнем сосуд, внутри к-рого помещается обрабатываемая жидкость.  $V$  а. с обогревом открытым огнем в настоящее время употребляется в домашнем хозяйстве, в кустарных, химич. и пищевых производствах, где для обработки требуется высокая  $t^\circ$ . Такие конструкции  $V$  а. встречаются и в промышленности как пережиток старого, например

котлы для варки мыла в мыловаренной промышленности. В. а. или котлы для парового обогрева или обогрева какой-либо горячей жидкостью строятся для самых разнообразных отраслей промышленности, начиная с основной химической и кончая сравнительно небольшой — кондитерской. Материалами для постройки В. а. служат: чугун, железо, кислотоупорная сталь, медь, алюминий, никель, фарфор, кварцевый материал и друг. в зависимости от цели, для к-рой В. а. предназначены. Наиболее распространенный металл для В. а. — железо. Чугун употребляется для отливки сравнительно небольших аппаратов и для котлов, в которых обрабатываются химически активные жидкости. Если в таких В. а. или в котлах обрабатываются сильные кислоты, то внутреннюю поверхность покрывают свинцом или кислотоупорной эмалью. Красная медь, как дорогой материал, употребляется только в случае крайней необходимости, большей частью для В. а. в пищевой и химико-фармацевтической промышленности. Никель применяют часто для котлов, предназначенных для варки пищи.

При постройке В. а. и котлов им придают такую геометрическую форму, к-рая для своего выполнения потребовала бы наименьшего количества материала и обладала бы наибольшим сопротивлением. К таким формам относятся: цилиндр, конус, шар и полус шар. Днища В. а. следует делать выпуклыми, шаровыми или вогнутыми. Плоских днищ следует избегать, т. к., по условиям прочности, они должны быть слишком толстыми и следовательно будут обладать малой теплопроводностью. Плоские днища рекомендуются применять только в тех случаях, когда они служат опорой и когда обогреваются лишь стенки В. а. или котла. При расчете В. а. приходится определять поверхность нагрева, пользуясь формулой:

$$H = \frac{Q}{K \cdot \vartheta_m},$$

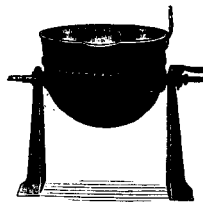
где  $H$  — поверхность нагрева в  $m^2$ ,  $Q$  — количество тепла, потребного на нагревание или выпаривание в единицу времени,  $K$  — коэффициент теплопередачи и  $\vartheta_m$  — средняя разность  $t^\circ$ . Количество тепла  $Q$ , необходимое для нагревания, определяется по ф-ле:

$$Q = Mc(t_2 - t_1),$$

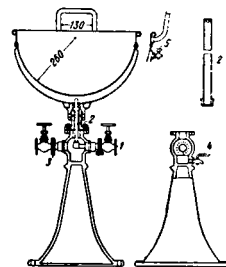
где  $M$  — вес нагреваемой жидкости в кг,  $c$  — ее теплоемкость,  $t_1$  — начальная температура жидкости,  $t_2$  — конечная температура жидкости. Коэф.  $K$  зависит от многих причин; главные из них: материал, из к-рого сделан В. а., и условия работы. Расход тепла и  $\vartheta_m$  в случае выпаривания определяются, как указано для вакуум-аппарата (см.).

В. а. из чугуна отливается, а железные изготовляются из отдельных листов, к-рые соединяют однородным заклепочным швом или сваривают. Медные В. а., если они небольшого размера, выковывают или штампуют из целого куска или листа меди. Если варочные аппараты делают для парового обогрева, то в небольших аппаратах для увеличения поверхности нагрева греющая камера делается в виде двойного дна, а в больших аппаратах применяется змеевик.

На фиг. 1 изображен чугунный вароч. аппарат, эмалированный внутри, обогреваемый при помощи двойного дна (кожуха), предназначенный для выпаривания кислот, разъедающих металлы. Пар пускается между стенками котла и кожуха В. а. через отверстие, имеющееся в кожухе, и уходит через другое отверстие, расположенное на противоположной стороне. Наружная и внутренняя рубашки соединяются между собой болтами при помощи фланцев, отлитых вместе с рубашками. На фиг. 2 изображен красномедный варочный аппарат небольшого размера. Пар пускается через вентиль 1 в пространство между стенками котла, а конденсат выходит через отверстие в цилиндрическое пространство вокруг впускной трубы 2 и удаляется отводящим паропроводом, который присоединяется к вентиллю 3. Для спуска конденсата при первоначальном пуске варочного аппарата в стойке, на которой стоит аппарат, имеется спусковой кран 4; для спуска воздуха при гидравлической пробе имеется малый воздушный кран 5. Иногда варочные аппараты снабжаются мешалкой (фиг. 3), в случае же надобности строятся и опрокидываемые. Для контроля работы варочного аппарата и для безопасности его снабжают манометром и предохранительным клапаном.



Фиг. 1.



Фиг. 2.

Расчет котлов на прочность производится по формулам Баха:

1) Толщина стенки наружной рубашки при выпуклых днищах, которые подвержены внутреннему давлению, может быть определена из соотношения:

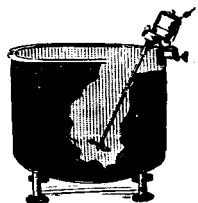
$$S = \frac{p \cdot R}{200k_2} + 0,1,$$

где  $S$  — толщ. стенки в мм,  $p$  — наибольшее давление в  $kg/cm^2$ ,  $R$  — радиус днища в мм,  $k_2$  — допустимое напряжение в  $kg/mm^2$ , равное для меди 4, при  $t^\circ$  греющего пара до  $200^\circ$ .

2) Для определения толщины стенки шарового днища, подверженного наружному давлению, можно воспользоваться формулой:

$$S = \frac{p \cdot R}{200k} + 0,1,$$

где  $k = 0,4k_2$ . Прибавка в 0,1 делается на неровности листов и на разьедине.



Фиг. 3.

Лит.: Тищенко И. А., Основные процессы и аппараты химич. технологии, литогр. изд. МВТУ, 1923; Киров А. А., Аппаратура и основные процессы химической технологии, М.—Л., 1927; Hausbrand E., Verdampfen, Kondensieren und Kühlen, 6 Aufl., Berlin, 1924; Ноблицке С., Dampf- und Apparatebau, Berlin, 1924. А. Шур.

**ВАТА**, род дисперсной системы из твердого упругого тела в упруго-жидкой или капельно-жидкой непрерывной среде. Отличительный признак В.—строение ее дисперсной фазы, состоящей из достаточно большого числа отдельных упругих, перепутанных между собой волокон, которые ни в какой области, достаточно малой сравнительно со всею областью системы, но достаточно большой сравнительно с поперечником волокон, не имеют какого-либо преобладающего направления; при этом ось каждого из них имеет вид линии двойной кривизны, отношение длины к толщине весьма велико, а отношение длины ко всей области системы довольно мало. Перепутанность волокон В. формально-геометрически м. б. определена как невозможность построить выпуклую поверхность, охватывающую одно только волокно и не содержащую других волокон. Отсутствие преобладающего направления волокон выражается как равновероятность любого направления оси; если же есть одно из направлений волокон весьма мало вероятное, то такая В. называется вой-

локом. Сопряженно-родственна В. другая дисперсная система—губка, представляющая почти негатив ваты: в губке непрерывная среда состоит из твердого упругого тела, а дисперсная фаза—из капельно-жидкого или упруго-жидкого вещества.

**Общие свойства.** Из формальных свойств В. вытекают ее физич. особенности. Состоя из бесчисленного множества отдельных, равномерно и разносторонне распределенных пружинок-волокон, В. представляет систему однородную и изотропную (собственно квази-гомогенную и квази-изотропную). Кроме того эти пружинки трутся друг о друга в бесчисленных контактах: отсюда—способность В. заглушать всякие колебания и толчки. Далее эти волокна образуют бесчисленные петли, и по любому направлению всегда найдется достаточное число весьма узких петель; отсюда—способность В. задерживать мельчайшие частицы при фильтрации газов и жидкостей. Далее пространства между петлями образуют сложные и причудливые капилляры: отсюда—способность В. всасывать жидкости, удерживать их в своей толще и передавать их по направлению, где эта жидкость из ваты извлекается. Теснота и извилистость каналов, наполненных газом (или, соответственно, жидкостью), служат задержкой конвекцион. движений; отсюда—теплоизолирующие свойства

Табл. 1.—Функциональная классификация ваты.

Технич. эффект ваты	Цель применения ваты	Способ применения
Пружинящий	1. Распределение внутренних давлений 2. Защита от внешних усилий	Мягкая подстилка приборов, установок и т. д. Упаковка при перевозке. Хирург. и терапевтическая повязка
Глушащий	3. Задержка механич. толчков и сотрясений как внутр., так и внешних 4. Задержка звуковых колебаний как внутренних, так и внешних	Механическая изоляция Звуковая изоляция
Спяляющий	5. Механич. укрепление пропиток, потом застывающих 6. Механич. укрепление пропиток, остающихся полужидкими	Твердые изоляционные материалы Полужидкие изоляционные материалы
Контактный	7. Легкая изменчивость контактной электропроводности	Когереры Изменчивые сопротивления
Фильтрующий	8. Задержка мелких частиц с целью очистки от них фильтрата 9. Задержка мелких частиц с целью освобождения их от фильтрата	Фильтры для жидкостей в производстве и лабораториях. Фильтры газов для очистки воздуха и других газов. Медицинск. перевязки, задерживающие микроорганизмы
Всасывающий	10. Осушение жидкости с нек-рой области 11. Собираение жидкости с целью сохранения 12. Проведение жидкости в определенном направлении 13. Удержание жидкости в порах с целью овлажнения резервом влаги 14. Удержание в порах жидкостей со специальным назначением 15. Удержание в порах застывающ. жидкостей с целью образования тверд. тела	Фитили, сифоны Антисептическая вата и т. п.
Противоконвекционный	16. Задержка тепла 17. Задержка холода	Теплоизоляция Холодоизоляция

ваты. Многочисленность соприкосновений отдельных волокон может содействовать чрезвычайному усилению контактных электрич. эффектов (напр. эффект Бранли и эффект Ребуля). Наконец чрезвычайно большое значение удельной поверхности В. (отношение поверхности к объему), при наличии легкой проницаемости толщи В., ведет к особенностям электрофореза в В. Эти основные эффекты определяют области, в которых применяется В.; классификация применений представлена в табл. 1.

В виду многообразия применений В. технические условия на нее не во всех случаях тождественны; однако большинство требований распространяется на все случаи применения. Суммарный список важнейших встречающихся обычно требований таков: 1) тонина волокна, 2) длина волокна, 3) упругость волокна, 4) прочность волокна, 5) нехрупкость волокна, 6) нестарение волокна, 7) кажущийся удельн. вес В., 8) теплоустойчивость, 9) холодостойкость, 10) негигроскопичность или, наоборот, гигроскопичность, 11) неизменяемость от влаги, 12) стойкость по отношению к органическим растворителям, 13) кислотостойкость, 14) щелочестойкость, 15) огнестойкость, 16) химическая инертность вещества волокон, 17) отсутствие посторон. частиц, 18) незагрязненность жиром и т. д., 19) электропроводность волокна или электронепроводность, 20) нетеплопроводность волокна, 21) определенный цвет и 22) экономическая доступность ваты данного рода для данного применения.

Классификация В. по роду вещества, из которого состоят ее волокна, и толщина элементарного волокна различных родов ваты приведены в табл. 2 и 3.

Табл. 2.—Классификация ваты по веществу волокон.

	Минеральная	Растительная	Животная
Естественная	Асбестовая:	Хлопковая Линтер	Шерстяная Шелковая Пух
	хризотилитовая пальгорскит	Папья Пеньковая Сосновая Торфяная Растительный пух и т. д.	
Искусственная	Шлаковая Базальтовая Лавовая Кварцевая Стратитовая Стеклачная Металлическая	Целлюлозная, Лигнин Бумажная Вискозная и т. д.	Пока в промышленности не имеется

При обширном диапазоне разнообразия, геометрич., физич. и химич. характеристик волокон ваты свойства отдельных ее сортов м. б. весьма различны, — тем более, что в самой структуре В. заложена чрезвычайная зависимость ее свойств также и от внешних условий — среды, механич. усилий, темп-ры, влажности, электрич. поля и т. д. Но, с другой стороны, определенность и своеобразие В. как структуры дает основание полагать, что может быть найден ряд чисто формальных свойств этой дисперсной системы, присущих

Табл. 3.—Толщина волокна ваты.

Виды волокон и тонких нитей	Толщина в $\mu$
Волос грубошерстной овцы . . . . .	76—83
Низкий сорт мериносовой шерсти . . . . .	35—40
Самая тонкая мериносовая шерсть . . . . .	12—15
Пух кашемирной козы . . . . .	10—15
Хлопок . . . . .	12—40
Пенька . . . . .	16—30
Лен . . . . .	12—26
Шени . . . . .	10—21
Японское волокно . . . . .	4—18
Кристаллит капский . . . . .	9
Паутина . . . . .	2,5
Хризотил канальский . . . . .	1,0—1,5
Хризотил уральский . . . . .	0,75
Кварцевые нити Бойса . . . . .	0,3—1,0
Стратитовые нити . . . . .	подобны кварцевым
Волластоновская платиновая нить . . . . .	1,5
Металлические (Pb, Sb, Bi, Au, Ag, Cu, Te, Sn, Cd, Co) нити по способу Тейлора (1) . . . . .	0,1
Платиновая нить самая тонкая . . . . .	0,05

ей независимо от природы волокна и среды. Однако эта работа еще не проделана, и пока приходится ограничиваться в качестве примеров лишь несколькими предварительными указаниями на эмпирически отмеченную взаимозависимость свойств у нескольких отдельных видов ваты.

Объем волокон составляет сравнительно небольшую часть общего объема В. (табл. 4),

Табл. 4.—Содержание твердого вещества в вате.

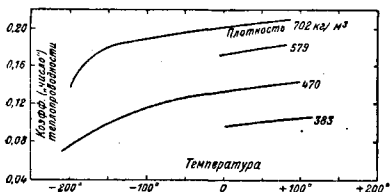
Род ваты	Содержание в 1 000 объемах ваты	
	объемов твердого вещества	объемов воздуха
Свободно лежащая шерсть . . . . .	56	944
Гусиный пух . . . . .	60	950
Расчесанная вата . . . . .	20	960
Волосяной войлок . . . . .	185	815
Тонкий асбест . . . . .	81	919
Воздушное пространство . . . . .	0	1 000

и потому уд. вес В. (так наз. кажущийся) мало зависит от уд. веса волокон, хотя последний обычно колеблется в пределах 1—3, а в отдельных случаях металлч. В. может достиг даже до 22. В гораздо большей степени уд. вес ваты меняется с давлением и следовательно он характеризует узость капиллярных ходов между волокнами. Поэтому с возрастанием уд. в. теплоизолирующие свойства В. повышаются, но лишь до известного предела, после к-рого существенное значение получает теплопроводность самого вещества волокон, в силу количественного скопления их и многочисленности контактов. По опытам Мадисона, теплоизоляционные свойства В. достигают наибольшего значения при уд. весе 0,14—0,19, причем различные минеральные составы по величине теплопроводности близки друг к другу. Зависимость теплопроводности асбеста от температуры, при различной плотности его, характеризуется кривыми Г. Грëбера (?). Как видно из этих кривых (фиг. 1), в пределах от  $-100$  до  $+100^\circ$  теплопроводность зависит

от температуры линейно и может быть выражена в этих пределах соотношением:

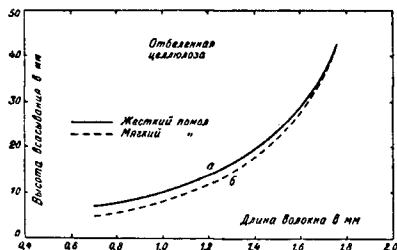
$$k_t = 0,29d + 10^{-4}t,$$

где  $k_t$ —число теплопроводности,  $d$ —плотность в  $\text{кг}/\text{м}^3$ , а  $t$ —температура в  $^{\circ}\text{C}$ . Капиллярная всасываемость ваты в зависимости от



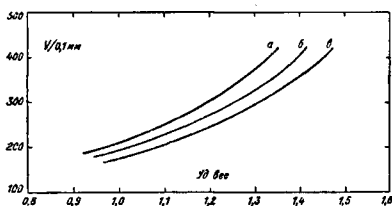
Фиг. 1.

длины волокна показана кривыми Гофмана-Якобсена [3], относящимися к отбеленной целлюлозе (фиг. 2); при этом кривая  $a$  соответствует жирному размолу волокон, а



Фиг. 2.

кривая  $b$ —тошему. Кривые А. Флемминга и А. Монкгауза характеризуют зависимость пробойной крепости прессишпана (т. е. войлока из растительных волокон) от его уд. веса (фиг. 3); кривая  $a$  относится к джуту



Фиг. 3.

и пенке,  $b$ —к хлопку, а  $c$ —к бумажным волокнам. Наконец кривые Л. Шюллера [5] показывают зависимость механич. прочности бумаги и хлопка от  $i^{\circ}$  (фиг. 4); кривые  $a$  относятся к бумаге в масле ( $a_1$ ) и в воздухе ( $a_2$ ), а кривые  $b$ —к хлопку в масле ( $b_1$ ) и в воздухе ( $b_2$ ).

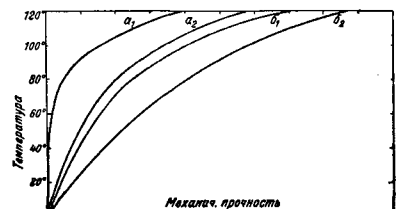
Содержа многочисленные капиллярные каналы, В. способна, при равновесии с окружающей газовой средой, скоплять в себе влагу, содержание которой зависит как от относительной влажности среды, так и от

рода волокон. Приведенная ниже табл. 5 дает сопоставление соответственных чисел.

Табл. 5.—Поглощение влаги волокнами ваты.

Относит. влажн. атмосферы (в %)	Поглощенная влага (в весовых процентах сухого вещества)				
	15	30	50	70	90
Гигроскопическая В.	8,9	10,1	20,6	22,2	25,8
Хлопчатобумажная ткань	2,99	4,56	6,7	9,6	13,5
Шелн-сырец	5,0	7,1	9,0	13,3	19,0
Бумажная масса (сосновал)	4,55	6,3	7,9	9,5	12,0
Пух	5,0	6,4	8,1	10,4	12,7
Асбестовое волокно	0,22	0,26	0,40	0,62	0,84
Стеклопная вата	0,09	0,09	0,17	0,23	0,40

Весьма важным представляется вопрос о старении ваты. Обладая значительной удельной поверхностью (напр. в хлопчатобумажной В. отношение поверхности в  $\text{см}^2$  к массе в г составляет от 2 000 до 3 333), причем поверхность доступна воздуху, сырости и другим влияниям, В. должна претерпевать усиленное воздействие химических агентов. Кроме того технические свойства В.



Фиг. 4.

существенно зависит от поверхностного натяжения волокон, и потому большое развитие поверхности ведет к усложненному изменению свойств ваты, в силу изменения молекулярных свойств поверхности. На вате



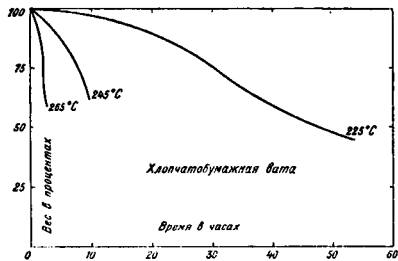
Фиг. 5.

органич. состава сказываются в первую очередь химические процессы (окисление и т. п.); на вате минерального состава—физическ. процессы (растекловывание, выветривание поверхности и т. д.); на вате шлаковой и металлической—те и другие. На основании работ Т. Кухираи и Т. Акахири [6] (кривые зависимости между весом хлопковой ваты и временем прогрева для различных температур приведены на фиг. 5 и 6), в Отделе

материаловедения Государственного экспериментального электротехнического института подобрана для старения хлопковой ваты приближенная формула

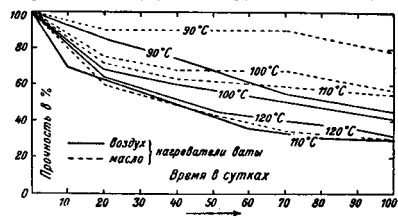
$$\lg \tau = \frac{7028}{T} - 909 e^{-\frac{11000}{w}} + 12000,$$

связывающая время старения  $\tau$  в час с абсолютной температурой  $T$  и с потерей веса  $w$  в процентах начального веса  $V$ . Экстраполяция этой формулы и аналогичных, полученных



Фиг. 6.

для других материалов (см. *Волокнистые изоляционные материалы*), позволяет предвидеть время, в которое при данной температуре произойдет определенная степень старения данного материала. Так, хлопковая вата при 105° потеряет 10% своего веса через 52 года 7 месяцев и 11 дней. Утрата материалов того или иного свойства, выраженная в процентах  $p$  начального значения этого свойства, может быть представлена далее как функция от потери веса через старения  $p = \varphi(w)$ . Зная функции  $\varphi$  (наприм.



Фиг. 7.

уменьшение прочности хлопковой  $V$  в зависимости от времени, представленное графически на фиг. 7), можно, в силу соотношения  $w$  с  $T$  и  $\tau$ , вычислить срок, в который  $V$  утратит  $p\%$  рассматриваемого свойства при заданной температуре.

Технологические данные о  $V$  различных видов приводятся в статьях о соответственных материалах [7]. Здесь же необходимо сделать несколько дополнительных замечаний.

**Минеральная  $V$ .** Из асбестовой  $V$  изготавливаются: 1) свечильни в тех случаях бытовой и лабораторной практики, когда требуется негорючесть филагги; 2) лабораторные фильтры, когда требуется тонкость пор и стойкость против  $K$ -т, щелочей и других агентов, разрушающих обычные филь-

тры; 3) микробиологические фильтры, когда требуется особая тщательность фильтрации,—наприм. асбестовый микро-мембран-фильтр Брейера (Вена) для фильтрации воды, изготовляемый из асбестовой звески имеет ок. 2/4 млн. пор на 1 мм<sup>2</sup> и задерживает самые мелкие микроорганизмы; 4) газовый фильтр Римаонци; 5) виниловые фильтры, дающие в 17 раз более быструю фильтрацию вина сравнительно с другими способами, задерживающие броидильные начала и имеющие ряд других преимуществ (наиболее пригоден здесь уральский асбест в германской обработке, или «фильтр-асбест» Института прикладной минералогии, тогда как канадский сообщает вину особый запах, австрийский или итальянский—хрупкий, а капский имеет грязный цвет); 6) асбестовые матрасы, из асбестовой ткани, с асбестовой набивкой (преимущественно капского асбеста), простеганные асбестом, применяются для тепловой изоляции паровозных и паровых котлов, труб и т. д., когда приходится бороться с излучением или поглощением теплоты, в частности—для сульфитных кипятильников бумажных фабрик (вес таких матрасов ок. 0,4 кг на 1м<sup>2</sup>); 7) химические препараты для наполнения стеклянных трубок, применяемых при нагревании газов. Асбестовая  $V$  применяется для покрытия серебром, палладием, платиной как катализаторами, медью и окисью меди для органических сжиганий, двуокисью свинца для задержания окиси азота, а также как «носитель» платины в контактной массе, для производства серной  $K$ -ты и т. д.

**Шлак**  $о$   $в$   $а$   $и$   $В$ . [8], называемая также негорючей или минеральной ватой, шлаковой шерстью, волокнообразным шлаком, изготовляется из доменных шлаков. Боковая струя пара, пересекая струю расплавленного шлака, распялывает ее в тончайшие стекловидные волоски, подобные стеклянным нитям, но более темные и химически менее стойкие. Содержа сернистые металлы, они разлагаются под влиянием воздуха и сырости, выделяя сероводород. Поэтому рекомендуется предварительно сплавлять шлаки с 9% гипса-сырца, что доводит содержание серы до 0,02%, или, по предложению Э. Д. Эльберса,—с пережженным гипсом, что еще более понижает содержание серы. Шлаковая вата применяется в качестве наиболее дешевого и огнестойкого тепло- и звукоизоляционного материала для заполнения стенок, для одежды паропроводов, котлов и труб, проводящих горячее дутье, и т. д.

**Стекланная  $V$ .** [8]. Производство ее держится в секрете, в общих же чертах таково: оттянутый на паяльном столе кончик стеклянного створа прикрепляют к вращающемуся барабану; стекло подвергается постоянному нагреву, а непрерывно вытягиваемая стекляннная нить наматывается на барабан и снимается с него уже в готовом виде. Стекланная вата идет на химические кислотоупорные фильтры, изоляционные и невоспламеняющиеся ткани, а также для различных украшений.

**Растительная  $V$ .** Сосновая  $V$ , называемая также древесной ватой, лесной или

сосновой шерстью, получается из игл хвойных деревьев—сосны, ели, пихты, кедра и пр. После пропарки паром в деревянных бочках для извлечения эфирного масла иглы варят в течение нескольких часов с содою и известью или с едким натром. Разваренные иглы разбивают затем на волокна в особых аппаратах—голендерах, прессуют и упаковывают в тюки. Сосновая вата имеет вид пыльных комьев темнобурого или табачного цвета, она хорошо отбеливается и тогда может быть белой, с виду похожей на хлопчатобумажную вату. Под микроскопом волокно сосновой ваты представляется в виде ровной прямой клетки, длина которой равна длине самой иглы и доходит до 75 мм (иглы ели дают волокна более короткие). Внутри клетки имеется очень узкий канал, иногда содержащий зернышки. Сосновая В. бывает разных сортов, от тончайших до грубых. Довоенная цена ее около 5 р. за 1 кг. Она применяется как медицинское средство от ревматизма, идет в шерстяные и бумажные ткани для костюмов, в фланель, бумагу для фуражек, для набивки матрацев, диванов и для одеял.

Шерсть древесная — наструганное при помощи особых машин тонкими узкими и длинными ленточками дерево, на что идут преимущественно отбросы лесопильного и лесостроительного производства. В зависимости от размера стружки и от назначения древесной шерсти различают следующие сорта: 1) упаковочная, применяемая вместо соломы и сена; длина стружки 25—30 см, толщина  $\frac{1}{6}$ — $\frac{1}{16}$  мм, ширина 1—7 мм; 2) подстилочная стружка—длиннее и толще предыдущей; идет на подстилку скоту вместо соломы; 3) набивочная — в роде упаковочной; идет на набивку мебели, матрацев, экипажных подушек; 4) древесная корпия—самая тонкая древесная шерсть; применяется в медицине; 5) крашенная—для прокладок между оконными рамами; 6) обтирочная—для окантования машинных частей.

Л и г н и — очень тонкая, непроклеенная, рыхлая, б. ч. белая бумага, изготовляемая из чистой древесной, хорошо отбеленной целлюлозы. Этот лигнин (т. е. «перевязочное средство») не имеет ничего общего с лигнином в химич. смысле, как инкрустирующее составную часть дерева. Лигнин может заменять гигроскопическую В. при перевязке ран и при операциях, а также при упаковке хрупких предметов.

Л и н т е р, л и н т е р о в а н н о е в о л о к н о, — коротковолосая хлопковая В., получаемая с семян хлопчатника (*Gossypium*, семейства *Malvaceae*), — хлопковый пух; получается на особых машинах (линтерах) при предварительной обработке хлопковых семян в масляной промышленности.

Б у м а ж н а я В. —изготавливается из рыхлой бумажной массы, состоящей исключительно из хлопковых волокон. Бумажная масса перед пропусканьем ее по сити бумажной машины так разрыхляется струей горячего воздуха, что волокна ее потом не могут плотно соединиться. Эту войлочную массу, остающуюся рыхлою, сушат горячим воздухом и пропускают через поверхности с острыми и через щетки-валцы. Перевязочная бумажная В. пропитывается антисептиками; применяется вместо медицинской В.

зочная бумажная В. пропитывается антисептиками; применяется вместо медицинской В.

В. г и р о с к о п и ч е с к а я, или х и р у р г и ч е с к а я (*Gossypium depuratum vel hygrosopicum*), — готовится из обыкновенной хлопковой ваты кипячением ее в слабом растворе соды для возможно более полного обезжиривания. Иногда хлопковую В. обрабатывают для той же цели бензином, а затем уж промывают содовым раствором. Гигроскопическая В. должна быть снежно-белой, совершенно чистой, без запаха и не изменять цвета влажной нейтральной лакмусовой бумажки. Содержание золы в гигроскопической В. не должно превышать 0,6—0,8%. Сжатая между пальцами и брошенная в воду гигроскопическая В. должна немедленно погружаться, тогда как не обработанная содою В. плавает на воде. Гигроскопическая В. составляет главный перевязочный материал современной хирургии; она идет для перевязки ран либо в чистом виде либо пропитанная разными медикаментами. Так, пропитка раствором хлорного железа дает желтую кровоостанавливающую вату (*Gossypium haemostaticum*), пропитка сулемою, борной кислотой, фенолом, иодоформом и т. д. дает соответственные антисептические ваты.

Ц е л л у л о з н а я В. —также получается из хлопковой посредством последовательной обработки щелочью, соляною кислотой, водою, спиртом и эфиром. Получающаяся снежно-белая масса поступает на рынок либо пухобразной либо в виде проклеенных листов, идущих на фильтровальную бумагу для лабораторных работ. Другой способ получения целлюлозной ваты состоит в обработке очищенного хлопка водным раствором щелочи, потом хлором и бромом и промывкою в воде и эфире. Исходным материалом для целлюлозной ваты могут быть также дерево и солома, обрабатываемые сульфитным или сульфатным способами. Целлюлозная вата бывает желтовато-грязноватого цвета, а после побелки—белого. Обычно прессуется в виде рыхлой пакки.

П а к л я —чесанное льняное волокно, но короткое, перепутанное, с примесью кострихи и иногда сорной травы; бывает различной чистоты. Специально расчесанная пакля идет на льняную В. Чистое льняное расчищенное волокно применялось ранее в хирургии под названием корпии, но в настоящее время оно вытеснено гигроскопической ватой. Отбеленные льняные очесы, или у г а р бумажных ниток, продаются как суррогат хлопковой ваты. В отличие от льняного, хлопковое волокно при погружении в масло не просвечивает и имеет кутикулу, нерастворимую в аммиачной окиси меди.

П е н ь к о в а я пакля бывает разных видов. Получаемая от мяты пеньки—называется костылевка или конопатка и имеет вид коротких перепутанных волокон; получаемая от трепки—треповая, кулепчатая пакля; получаемая от чески—чесальная пакля, очесы, пакля-волос, талущка, имеет довольно длинное волокно. Существуют и другие виды пакли из волоконных растений: кендырная, джутовая, манильская и т. д.

Растительный пух (капок) и растительный шелк, называемые также растительной шерстью, шелко-пухом и пухом древесным.—В. из коротких и нежных волокон, добываемых из семянных коробочек различных, преимущественно тропических, растений. Растительный пух дают растения семейства Bombaceae, а растительный шелк — семейство Atlepiadaceae. Эти виды ваты идут на набивку подушек, диванов и т. д., но большого промышленного значения не имеют. Отличия этих волосков от хлопка: окрашивание иодом и серною кислотою в желто-бурый цвет (хлопок окрашивается в голубой), круглый поперечный разрез (хлопок имеет плоский) и отсутствие шпорообразных изгибов.

**Животная вата.** Шерстяная вата готовится из очесов, получаемых при обработке

Табл. 6.—Удельный вес и теплопроводность ваты разного рода.

Род ваты	Удельный вес		Теплопроводность	
	истинный	кажу-щийся	при t°	в mJ на см²
Воздух неподвижный . . . . .	0	0,00129	0	0,23
Шлаковая вата . . . . .	2,5—3	0,15	30	0,42
		0,20	30	0,45
		0,25	30	0,48
		0,30	30	0,52
Стеклоплатная вата . . . . .	2,4—3,7	0,22	50	0,418
			100	0,590
			200	0,851
			300	0,813
Стальная вата . . . . .	7,7	0,152	55	0,803
		0,101	55	0,875
		0,078	55	0,904
Хлопчатая бумага, туго упакованная	1,50—1,55	0,08	—150	0,378
			0	0,558
			150	0,755
Капок (растительный пух), свободно упакованный	—	0,015	20	0,35
» туго упакованный	—	—	20	0,50
Древесная вата	—	0,08	35	0,42
Войлок из древесных волокон . . . . .	—	0,33	30	0,52
Свалянные льняные волокна . . . . .	—	0,18	30	0,47
Прочесанная бумага	—	—	20	0,83
Свалянные растительные волокна	1,48—1,52	0,18	30	0,47
Хлопковый пух, свободно упакованный . . . . .	—	0,071	30	0,45
			70	0,454
Соломенные волокна пресованные	—	—	20	0,468
Шелковые обрезки	1,25	0,101	0	0,442
			50	0,524
			100	0,595
Шерсть . . . . .	1,28—1,33	0,09	0	0,372
			60	0,497
			30	0,364
Шерсть чистая . . . . .	»	0,09	30	0,364
Шерсть чистая, очень свободно упакованная	»	0,04	30	0,423
Шерсть слегка жирная . . . . .	»	0,14	0	0,384
			50	0,488
			100	0,582
		0,8	75	0,77
Шерстяное одеяло	»	0,08	30	0,43
Шерстяной войлок	»	0,15	40	0,63
		0,33	30	0,52
Волосяной войлок	»	0,27	30	0,36

всякой шерсти на гребнечесальных машинах. Эти очесы называются также выческами и шерстяною паклей. Они состоят из перепутанной мелкой и коротковолосяной шерсти. Другой вид ватообразного шерстяного отброса—тертая шерсть, кноп, или шерстяная пыль. Он получается при стрижке шерстяных тканей или истирании и резании шерстяных лоскутков и идет на уплотнение и отжигание сукна.

Имея сжатое сечение, волнистую линию оси и чешуйчатую поверхность, шерсть легко вялется в прочный войлок или в более тонкую кошму. Эти войлоки, из овечьей, собачьей, верблюжьей, коровьей и т. п. видов шерсти, употребляются как теплоизоляция для обшивки стен под штукатурку и т. д. Однако при употреблении шерсти необходимо учитывать ее гигроскопичность: в сухом нагретом волокне удерживается до 12% влаги, а в очень сырое время года до 30—40%; черная шерсть гигроскопичнее светлой и белой. Более нежные тонкие и короткие волоски—подшерстка (так назыв. подпушина, пуши)—дают шерстяной пух. Животный пух—верблюжий, кроличий, песцовый и т. д.—имеет еще большую гигроскопичность, чем шерсть. От птичьего пуха он отличается прямым, без бороздки, строением волосков. Не менее отличается от шерсти длинный, прямой, жесткий и гладкий волос с крайним выражением которого служит щетина. При расчесывании волоса, например конского, протягиванием прядей его через гребень получаются очески; такковы очески конского волоса и свиной пух.

Сопоставление удельного веса, истинного и кажущегося, с теплопроводностью различных видов ваты дано в табл. 6; здесь теплопроводность выражена в  $10^{-8}$  J на см<sup>2</sup> (ск., °C, см), что соответствует 0,239 cal на см<sup>2</sup>. В табл. 7 приведены относительные значения теплопроводности некоторых видов ваты. См. *Волокнистые изоляционные материалы и Ватное производство*.

Табл. 7.—Относительная теплопроводность ваты.

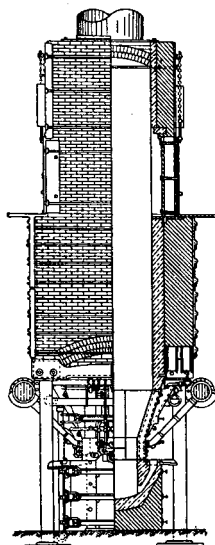
Теплоизоляционный материал	Относительное значение теплопроводности
Шлаковая вата . . . . .	100
Волосяной войлок . . . . .	117
Хлопковый . . . . .	122
Овечьей шерсть . . . . .	126
Воздушное пространство . . . . .	280

Лит.: 1) Taylor, «Phys. Rev.», Ithaca, A. Lancaster, 1924, May, v. 23, 6; 2) Gröber H., «Z. d. VDI», 1910, p. 1319—24; 3) Ober H., «Arbeitsfähigkeit v. Isolier- u. Baustoffen», «Mitteil. an Forschungsbearbeitern», E., 1911, Heft 54; 4) Hoffman F. und Jakobson P., «Papierfabrikant», Berlin, 1924, p. 227; 5) Fleming A. and Monkhouse A., «The Electrician», L., 1921, v. 87, p. 672; 6) Schüller L., «ETZ», 1916, p. 535; 7) Kujira T. and Akahira T., «Scient. Papers of the Inst. of Physic. and Chem. Research», Tokyo, 1925, v. 2, p. 223—252; 8) Павленко М., Товароведение, Москва, 1915; 9) Schiller P., «Dingler's Journal», Stuttgart, 1877, t. p. 70; Am. II, 623390, G. II, 316745, G. II, от 11 июля 1877 и доб. пат. 3513; Thomas R., «Braunkohle», Halle, 1919, B. 18, p. 27; 10) Matthews J. M., Bleaching and Related Processes, as Applied to Textile Fibers and other Materials, New York, 1921.



**ВАТЕР ПРЯДИЛЬНЫЙ**, см. *Прядение*.

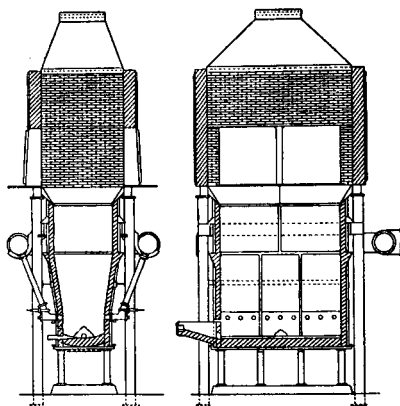
**ВАТЕР-ЖАКЕТ**, название, присваиваемое медно- и свинцово-плавильным шахтным печам, стенки которых представляют собой охлаждаемые водой пустотелые коробки из котельного железа. Они устроены так, обр., что внутренняя и наружная стенки согнуты и свариваются или склеиваются швом заклепок, расположенных по наружной стороне каждой стенки; т. о. получаются плотные швы, и устраняется возможность их раскрытия и взрывов от проникания воды во внутренние части печи. Вода, циркулирующая в коробках, способствует наращиванию на стенках В.-ж. твердого слоя из проплавляемых материалов, образуя так назыв. настель, гарниссаж, который является таким образом предохранительным слоем, заменяющим огнеупорную кирпичную кладку. В.-ж., как и другие медноплавильные и свинцово-плавильные шахтные печи, бывают круглого сечения (для медных В.-ж. диаметр в области фурм 0,9—1,4 м, для свинцовых 1—2,5 м) или прямоугольного (в прямоугольных В.-ж. для свинцовой плавки ширина в области фурм колеблется в пределах 1,1—1,3 м и длина—в пределах 1,5—4,5 м; в ватер-жакете для медной плавки ширина 0,9—1,4 м и дл. 4,5—15,3 м). Жакеты печи имеют обычно толщину внутренней стенки 10—14 мм, наружной 6—8 мм; расстояния между стенками кессонов 100—140 мм. На фиг. 1 изображен разрез свинцово-плавильной ватер-жакетной печи с внутрен. тиглем и сифоном Арентса, а на фиг. 2—вертикальные разрезы ватер-жакетной медноплавильной печи.



Фиг. 1.

Для подвода дутья в жакетах устраивают соответствующие отверстия фурмы путем закатывания коротких труб, к которым дутье из трубопровода подводится специально. Удобными для регулирования соплами. Водяные коробки или кессоны ватер-жакета снабжаются трубами для подвода и отвода воды, расположенными так, обр., чтобы кессоны были совершенно заполнены водой и тем были бы устранены пространства, наполненные паром (в противном же случае возможно прогорание жакетов). Вода обычно подводится к середине кессона и выводится сверху. Темп-ра отходящей воды 35—60°; т. о. потеря тепла на охлаждение стенок 4—16% тепла, содержащегося в топливе. Полезная высота В.-ж., т. е. высота от горизонта фурм до поверхности шихты,

в случае медной плавки 2,1—2,9 м и для свинцовой плавки 4,5—5 м. Высота печи есть функция требуемой для ведения процесса  $t^\circ$ . Потребная темп-ра для свинцовой плавки 1 050—1 200° и для медной плавки 1 150—1 350°. Высота печи зависит от химического состава проплавляемой шихты, характера топлива, величины кусков шихты и



Фиг. 2.

от предварительной подготовки последней. Если при плавке свинцовых и медных руд восстановительный эффект высок, т. е.  $Fe_2O_3$  восстанавливается не до  $FeO$ , как это требуется, а до  $Fe$ , то это ведет к образованию так назыв. железных жуков. В случае мелкой руды высота печи делается меньше, чем в случае крупной. Существенной деталью устройства жакетов является угол наклон заплечиков. В свинцовых печах, где требуется более восстановительная атмосфера, заплечики имеют уклон 75—100 мм на каждые 300 мм высоты. При мелкой шихте наклон заплечиков должен быть больше, чем при крупной. Повышенный наклон заплечиков уменьшает скорость газов в шахте печи и улечучивание свинца.

В.-ж. в верхней своей части обычно снабжен шахтой из огнеупорного кирпича, поддерживаемой особыми колоннами, и имеет колпак и трубу для отвода газов. Колонник обычно открыт, и газы смешиваются с воздухом прежде, чем они достигнут пылеуловительной камеры и дымовой трубы. Колонниковые газы содержат обычно мало окиси углерода и потому не утилизируются. Нижняя часть печи имеет внутренний тигель или передовой горн, выложенные огнеупорным материалом (см. *Вангрет*). Внутренний тигель применяется по преимуществу в свинцовой плавке. В медной плавке, чтобы устранить образование настелей, расплавленные массы штейна и шлаков выпускаются в передовой горн, где и происходит их разделение. Если кессоны В.-ж. доходят до лещади (постель горна), то футеровка горна излишня, а лещади выкладывается огнеупорным материалом (магнезитовым кирпичом). Давление дутья, применяемое в В.-ж.,

небольшое и зависит от темп-ры, потребной в печи, что находится в прямой зависимости от хим. состава руды и ее крупности.

При свинцовой плавке давление дутья 155 мм Hg (шихта более крупная и высота печи больше). При медной плавке давление дутья 103,5 мм Hg. Количество проплавляемой шихты в ватер-жакетной печи при плавке медных и других цветных металлов руд принято определять на единицу поперечного сечения в области фурм; проплав зависит от химич. состава шихты, крупности кусков и качества топлива. При свинцовой плавке проплавляется 50—60 т/м<sup>2</sup>, при медной 60—85 т/м<sup>2</sup>. Расход топлива уменьшается с увеличением проплава на единицу площади сечения в области фурм. Ватер-жакетная печь обычно имеет солидный фундамент и плиту, поддерживающую лешадь или внутренний горн. Внутренний горн в случае свинцовой плавки солидно блиндирован для удержания больших количеств свинца. В свинцовой плавке свинец (или, при наличии благородных металлов, веркблей) выпускается через сифон Арендса (фиг. 1). Жакеты ватер-жакетных печей недороги и при хорошей воде несут службу 3 года. Стальные жакеты прочнее железных. Для выплавки свинца обычно устанавливают один ряд низких жакетов. Медноплавильные печи обычно имеют жакеты во всю высоту печи (ординарный или двойной).

Преимущества ватер-жакетных печей перед печами кирпичной кладки следующие: 1) их легче и быстрее строят, 2) легче задувать и выдувать, 3) в них легче устранять настыли, 4) состав шлака не оказывает влияния на стойкость стенок печи, 5) число фурм может быть увеличено, и т. о. работа может быть форсирована.

Лит.: Hofman H. O., General Metallurgy, N. Y., 1913; Hofman H. O., Metallurgy of Lead, N. Y., 1918; Hofman H. O., A u w a r d C. R., Metallurgy of Copper, N. Y., 1924. В. Вайкович.

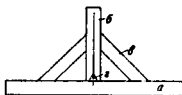
**ВАТЕРЛИНИЯ**, линия пересечения корпуса судна горизонтальными плоскостями. Техническое обозначение WL. Различаются: грузовая В.—для посадки судна при полной его нагрузке; спусковая В.—для судна, спущенного на воду; действующая В.—при каком-нибудь положении судна; теоретическая В.—горизонтально продольные сечения поверхности судна, показываемые на теоретическом чертеже; расчетная В.—на которую рассчитывается углубление судна. Обводы В. оказывают влияние на сопротивление воды движению судна, а также на другие его качества (см. *Остойчивость судов*). Площадь  $S$  грузовой В. равна произведению длины судна  $L$  на ширину  $B$  и на коэффициент полноты  $a$ , т. е.  $S = a \cdot L \cdot B$ , где  $a$  меняется в пределах от 0,55 (для очень острых) до 0,90 (для очень полных коммерческих и военных судов). Установление предельной грузовой В. для коммерч. судов есть вопрос безопасности плавания. Закон предписывает каждому морскому грузовому судну иметь твердо установленную грузовую ватерлинию.

**ВАТЕР-МАШИНА**, см. *Прядение*.

**ВАТЕРНАЯ ПРЯЖА**, см. *Пряжа, Прядение*.

**ВАТЕРПАС**, прибор для установления горизонтальности плоских поверхностей при

строительных работах, при установке машин на фундамент и для снятия профиля местности. Самый простой В. (плотничий)



представляет совершенно прямой гладко выстроганный брус  $a$ , длиной до 1 м, к которому посредине под прямым углом прикреплен наклонными подпорками  $b$  второй брус  $b$  или дощечка, длиной до 0,5 м; вдоль короткого бруска прорезана бороздка в направлении, перпендикулярном нижнему краю длинного бруска, оканчивающаяся небольшим сквозным отверстием; верху бруска  $b$  укрепляется конец шнура  $c$  металлической гирькой  $z$  на другом конце, свободно проходящей в отверстие. Плоскость или линия горизонтальны, если в поставленном на них В. шнур с гирькой пойдет вдоль бороздки и гирька будет свободно качаться. Для выверки прибора ставят В. концами бруска  $a$  на два колышка, вбитые в землю (или на ровный пол, отмечая мелом или карандашом положение бруска  $a$ ), и следят при этом, чтобы шнурок проходил вдоль бороздки; затем поворотом ватерпаса на 180° меняют положение концов бруска  $a$  и ставят ватерпас на те же колышки (или вдоль прочерченной линии на полу). Если шнурок отвеса снова совпадает с бороздкой, то ватерпас верен. Точность плотничного ватерпаса при хорошем выполнении прибора достигает 0,1°.

В более точных технических установках горизонтальность проверяется В. с горизонтальной стеклянной трубкой, наполненной жидкостью (спиртом, эфиром), с пузырьком воздуха, как в *уровне* (см.). Такой ватерпас-уровень вделывают в деревянную или металлическую линейку.

**ВАТИН**, редко сработанная ткань с начесом без другой ашпурты. Ватин работает на трикотажных машинах: рашелях, веретелках, мальзах. Употребительная заправка: хлопчатобумажн. основа № 24/2—860 ниток и 2 шерстяных основы № 1,5 (по русской нумерации), по 230 ниток каждая. Шерстяная основа готовится из полугрубой шерсти с примесью шерстяных оческов. Ширина товара—140 см. См. *Вязально-трикотажное производство*.

**ВАТНОЕ ПРОИЗВОДСТВО**, один из видов текстильных производств, вырабатывающий вату. По номенклатуре вата подразделяется на: 1) одеждуную (бумажную и шерстяную), употребляемую для верхней одежды, одеял, в Туркестане—для халатов, 2) клееную—для подкладки в картузах и пришиве костюмов и 3) медицинскую: гигроскопическую, представляющую химически чистую целлюлозу и служащую в качестве материала, который впитывает в себя жидкие вещества, и компрессную, служащую для компрессов. Сырьем для одежной бумажной, клееной и компрессной ваты служат след.: 1) хлопок—для высших сортов бумажной и компрессной ваты, 2) разного рода хлопчатобумажные угары с бумагопрядильных (очесы, орешки, прядильная подметь) и ткацких фабрик (концы уточные и штихтованные, путанка, ремиза, ткацкая

подметь), 3) линтер хлопковый и маслособыйный (с хлопкоочистительных и маслособойных заводов), 4) чахбут, т. е. старая вата из халатов и одеял узбеков (Средняя Азия), 5) обрезки бумажные с швейных фабрик и мастерских, 6) отваренное и отбеленное старое тряпье и марлевые бинты для так называемой тряпичной ваты. Наконец при выработке низших сортов ваты употребляют еще разного рода льняные угары (очес, охлопок, пакля, нитки и другие) в обогащенном (котонизированном) виде. Компрессная вата представляет лучший сорт бумажной одежной ваты. Гигроскопическая вата вырабатывается или из чистого хлопка (глазная вата) или из смеси с высокосортовыми угарами, как то: самочесы, колычанка, линтер хлопковый 1-го сорта. Шерстяная вата вырабатывается или из чистой натуральной шерсти («пленка» из меринсовой, козий пух, верблюжья шерсть) или из смеси с разными шерстяными угарами, как например очесами, искусственной шерстью, т. е. расщипанным тряпьем и концами. Для придания шерстяной вате большей пышности и упругости обычно прибавляют коротковолосые китайские хлопья местных семян, жесткие и по своему виду схожие с шерстью. Для имитации дорогих сортов ваты (козий и верблюжий пух) обычно подкрашивают разные сорта угаров в соответствующий цвет. Большой ассортимент сырья позволяет производить большие манипуляции со смесями при выработке того или иного сорта ваты. Характерные смеси для основных сортов приведены в табл. 1, 2 и 3.

Табл. 1.—Смеси для медицинской ваты (в %).

Наименование сырья	Гигроскопич.		Компрессная или хлопковая стандарт I
	глазная	обыкновен.	
Хлопок . . . . .	100	75	75
Линтер хлопк. № 1 . . . . .	—	25	25
Концы шпан. без. I с . . . . .			
Мягкие угары высш. сорта . . . . .			
Выход ваты . . . . .	85	80	90*

\* В зависимости от сорта хлопка выход различен — от 95% (при хлопке американских семян) до 80% (при местных семенах).

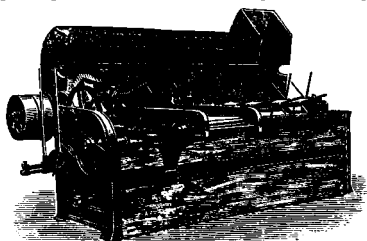
Табл. 2.—Смеси для одежной бумажной ваты (в %).

Наименование сырья	Стандарт II	Стандарт III	Стандарт V
Линтер хлопковый № 2 . . . . .	15	—	—
» маслособый . . . . .	10	25	25
Очесы и пух . . . . .	15	—	—
Концы II и III с клееные . . . . .	20	20	10
Орешки I сорта очищ. . . . .	25	—	—
» II . . . . .	—	10	15
» III . . . . .			
Подметь ткацкая . . . . .			
» придельная . . . . .	—	20	15
Выход ваты . . . . .	75	70	65

Табл. 3.—Смеси для одежной шерстяной ваты (в %).

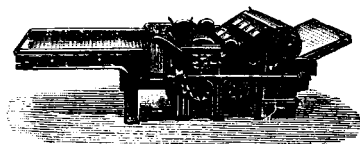
Наименование сырья	Пленка	Верблюжий пух	Козий пух	Венг
Козий пух . . . . .	—	—	75	—
Меринсовая шерсть . . . . .	75	—	—	—
Верблюжий очес . . . . .	—	80	—	—
Овечий очес . . . . .	—	—	—	40
Концы сакоксские расщипанные . . . . .	25	—	25	—
Искусств. шерсть . . . . .	—	—	—	30
Качки верблюж. . . . .	—	—	—	10
Хлопок китайский . . . . .	—	20	—	20
Выход ваты . . . . .	90	80	70	65

Процесс производства ваты заключается: 1) в предварительной обработке сырья и 2) в чесании и упаковке, причем сырье для гигроскопическ. ваты помимо механической очистки подвергается и химич. обработке. Предварительная механич. обработка сырья



Фиг. 1. Трепальная машина.

состоит из разрыхления, очистки и расщипки разных степеней в зависимости от характера сырья, его засоренности и сорта вырабатываемой ваты. Хлопок и линтер хлопковый разрыхляют и очищают на крейтоне одностояковом или двухстояковом в зависимости от засоренности. Орешки очищают на специальном пыльном волчке (willow), периодически загружаемом сырьем, которое при помощи специального регулятора может подвергаться очистке в большей или меньшей степени. Чахбут можно очищать и разрыхлять на крейтоне, но лучшую очистку обычно получают на спиральной трепальной машине, легко разрывающей чахбут, который поступает в машину в виде плотного, слежавшегося ватного холста (фиг. 1). Линтер маслособыйный как коротковолокнистый материал пропускают только через

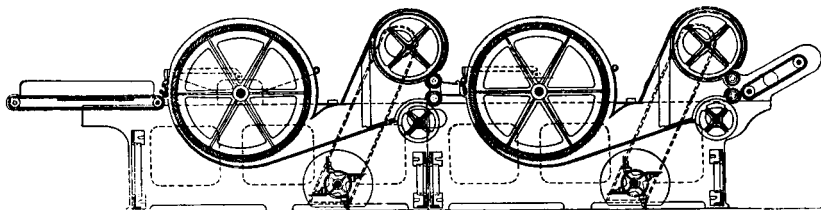


Фиг. 2. Трепальная машина.

ординарную трепальную машину с двумя билами (фиг. 2). Жесткие угары подвергают расщипке на специальных щипальных машинах; полученный продукт называется

«щипкой», шипаным хлопком. Так, уточную путанку, основные концы и новые бумажные обрезки пропускают через многобарабанные щипальные машины. Для предварительной грубой расщипки пропускают сначала через однобарабанную машину с грубыми и редко насаженными на планки колками, так назыв. русский щипок; цель его не только грубо расщипать, растащить кон-

аппарат, барабан и валики которого обтянуты пилозубчатой лентой, или так называемой проволокой Гарнетта, затем сырье поступает на обтянутую кардолентой № 16—18 чесальную с валиками. Друсета дает возможность получить наиболее длинное, неперебитое, а следовательно наиболее дорогое волокно. После очистки разные сорта сырья в определенных пропорциях смешиваются



Фиг. 3.

цы и тем самым повысить производительность остальных барабанов, но и, в виду того что в жестких угарах часто попадают гайки, гвозди и другие железные части, избежать поломки барабанов многобарабанных щипальных машин. В зависимости же от номера пряжи ordinaria и крученая нитки пропускаются через 6—10 барабанов. Так, путанку из пряжи бязевых номеров пропускают через 6 барабанов, а путанку высоких номеров, и к тому же крученую, приходится пропускать через 9—10 барабанов. Для получения равномерно расшипанной нитки необходимо отдельно сортировать крученку, бязевые номера, миткалевые и т. п. Обычно на фабриках употребляют 3- или 6-барабанные машины (фиг. 3). Старое бумажное тряпье шпилют на специальных двохвалковых волчках, которые сконструированы таким образом, что нерасщипанные кусочки тряпья собираются в специальном отделении, откуда они и выбираются для допикни. Для окончательной расщипки сырье поступает на 3-барабанный щипок. Натуральная шерсть очищается и растрепывается на спиральной трепальной, а коротковолокнистые оцесы, — на пыльном волчке (willow) или на несколько упрощенной «американке». Жесткие шерстяные угары, концы и шерстяное тряпье расщипывают на однобарабанном волчке, в результате чего получают так называемую искусственную шерсть. Высокоротные мериносовые камвольные или же саксонские концы или трикотажные обрезки после грубой расщипки расчесывают на грубой чесальной машине, так называемой друсете (фиг. 4), имеющей предварительный для растаскивания форрейс-

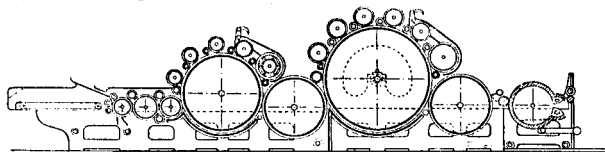
сначала ручную, а затем на специальных волчках механически (барабан и валики волчков обиты кривыми железными колками); смеска для лучшего промешивания может пропускаться два раза, но для низких сортов ваты достаточно и одного раза. Часто смешивающий волчок соединен с питателем. Смешение на фабриках производится и на крейтоне и на спиральной трепальной, но первая машина дает лучшие результаты. Ниже в табл. 4 приведены основные технические данные, характеризующие работу очистительных машин.

Табл. 4.—Основные технические данные по очистительным машинам.

Название машины	Габарит		Число ДР	Проволока, в 1 ч. в кг	Вес нетто в кг	Число об/м.
	длина в мм	ширина в мм				
Крейтон одностояночный с питателем . . .	5 900	2 000	8	160	3 810	1 000
Крейтон двухстояночный с питателем . . .	7 820	2 000	12,5	170	4 660	1 000
Пыльный волчок (willow) . . . . .	3 500	2 650	5	130	2 400	350
Спиральная трепальная . . . . .	3 250	1 700	3	120	1 000	500
Трепальная простая (ординарная) . . . . .	4 200	2 050	6	190	2 500	1 500
Щипок 1-барабанный . . . . .	3 500	1 850	9	48	1 900	350
Щипок 3-барабанный . . . . .	7 540	1 850	24	130	4 900	800
Щипок 6-барабанный . . . . .	13 800	1 850	45	260	9 400	800
Волчок двохвалный . . . . .	6 820	1 540	25	35	3 550	700
Волчок однобарабанный . . . . .	3 580	1 540	12	30	1 750	800
Друсета с самовесом . . . . .	6 500	3 150	5,5	11	7 000	150
Смеска волчок с питателем и ваточной решеткой . . . . .	6 850	2 275	8,5	520	5 000	165

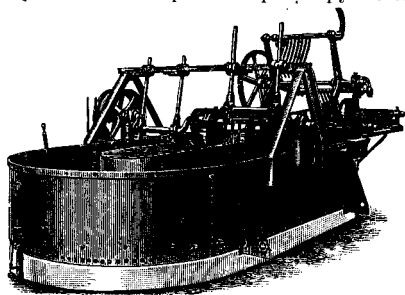
Для выработки гигроскопической ваты сырье сначала подвергают предварительному разрыхлению и очистке, а затем отварке в так называемых бучильных котлах. Последняя операция необходима для того, чтобы удалить жировые вещества. Бучильные котлы (см.) загружают сырьем и одновременно заливают раствором каусти-

ка (едкого натра,  $\text{NaOH}$ ) 2,5—3% В<sub>6</sub>, с прибавкой контакта (1% от веса сырья); давление в котле доводится до 3—4 atm; сырье отваривается в продолжение 8—9 ч. Во время



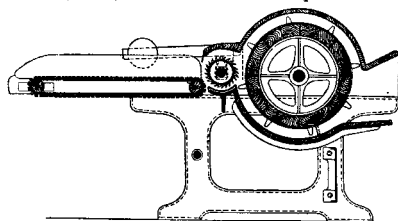
Фиг. 4.

процесса отварки происходит омыление жиров и воска природного происхождения. После варки сырье промывается сначала в котле для удаления продуктов омыления (известковых, железных, глиноземных и других мыл), а затем и на специальной промывной овальной машине (фиг. 5). После промывки в черной мойке отваренное сырье загружается



Фиг. 5.

в деревянные или бетонные баки, где сначала «кислится» в течение 1,5 часа раствором серной кислоты 0,2% В<sub>6</sub>, затем подвергается промывке в продолжение 1,5 ч., отбелке хлорноватистокислым натрием ( $\text{NaClO}$ ) 0,2—0,3% В<sub>6</sub> в течение 12 часов, далее промывке водой, второй кислотке серной к-той 0,7—0,8% В<sub>6</sub> и тщательно промывается



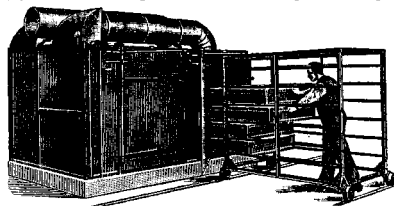
Фиг. 6.

в овальной мойке. В результате этих операций получается совершенно чистый продукт слегка желтоватого цвета; обычно для получения чистого белого оттенка вату подсинивают. Свообразное суждение рынка о высоком качестве гигроскопической ваты по ее хрусту заставляет фабрики обрабатывать товар горячим раствором (0,6—0,7%) мыла в продолжение 1 ч., что производится в бе-

тонном баке. Хруст получается при последующей промывке в белой мойке с уксусной к-той (0,1 г на 1 л). Под влиянием кислоты происходит разложение мыла с образованием жирной к-ты, которая и дает хруст. Далее обработанное сырье идет на расстренку в «мокрый шпик» (фиг. 6), откуда—в сушилку (фиг. 7).

Соответственным образом очищенное и смешанное сырье в виде готовой смеси (сортировки), а для гигроскопической

ваты после отбелки, поступает на ватные чесальные машины. В качестве таковых используются валочными машинами, позволяющими перерабатывать совместно неоднородные по длине волокна. Обычно употребляли старые валочные чесальные с бумагопрядильных фабрик с рабочей шириной по кардоленте в 1 000 мм и с производительностью за 8 ч., в зависимости от сорта ваты, в 50—70 кг. Настил на решетку производится или вручную или с холстов. Новейшие ватные машины являются уже более мощными благодаря тому, что их строят более широкими (до 1 800 мм). На фиг. 8 представлен разрез ватной машины с настилом смеси на решетку помощью самовеса. Последний представляет собой питатель, в котором помощью вертикальной решетки *A* и сбрасывающего валика *B* смесь насыпается в двухстворчатое корыто *V*. Имеющийся регулятор позволяет установить тот или другой вес сбрасываемого сырья. Через

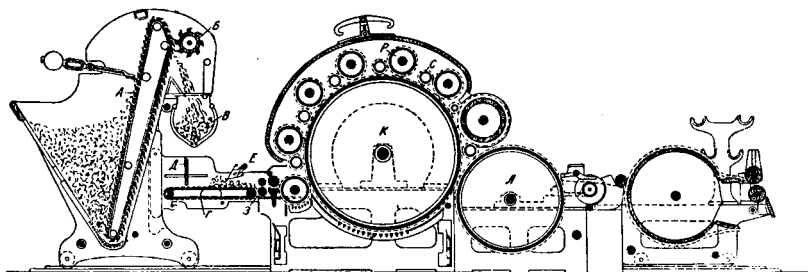


Фиг. 7.

определенные промежутки корыто автоматически раскрывается, и сырье падает на питающий столик *Г* ватной машины. При этом помощью вертикального скребка *Д* и угольника *Е* смесь уплотняется и далее подводится к приемным рифленным валикам. Через питающий валик *З* смесь подводится к главному барабану *К*, рабочим валикам *Р* и курьерчикам *С*, в системе к-рых и происходит процесс чесания и некоторой параллелизации волокон. С барабана волокна снимаются пеньером, или вальцом, *Л*, перед которым помещается бегун (летун, фанец), который своими длинными иглами кардоленты поднимает волокна изнутри кардоленты барабана и тем облегчает переход волокон на пеньер. Под барабаном обычно ставится колосниковая решетка, сквозь которую проваливается сор, но на которой задерживаются от падения хорошие волокна. Валики и бегун от пыли прикрыты крышками. С пеньера ватка в виде тонкого сдоя

снимается гребенкой, имеющей качательное движение. На ватной машине с двумя пенъерами ватки с каждого пенъера складываются в одну и производительность такой машины выше на 70—80%. Двухпенъерные машины применяются при выработке

свивается, раздирается, чем предохраняется кардолента от преждевременной порчи и износа. Снимаемая гребенкой ватка навивается на обыкновенный барабан, с которого одной и той же определяемой на-глаз толщины холст ваты снимается вручную или



Фиг. 8.

одежной бумажной и шерстяной ваты, гл. обр. низких и средних сортов, однопенъерные—при выработке высших сортов медицинской и хлопковой ваты. В случае, если вату выработывают из конков, трепья и прочих жестких угаров, расщипать к-рые очень

Табл. 5.—Употребительные номера кардолент.

Сорта ваты	Барабан		Пеньер		Число про- чесов
	1-й че- салки или авантрена	2-й че- салной	1-й че- салной	2-й че- салной	
Гигроскопическ.	22	24	24	26	2
Компрессионная хлопковая	22	—	24	—	1
Одежная бумажная	22	—	24	—	1
Одежная шер- стяная мидаль	22	24	24	26	2
Одежная шер- стяная полу- грубая	20	22	22	24	2

хорошо не представляется возможным без того, чтобы не испортить хорошего волокна, применяют т. н. форрейс-аппараты (предварительные пилки), которые устанавливаются перед главным барабаном и все валки которых обтянуты пиллозубчатой проволокой или лентой Гарнетта; попадающееся плохо расщипанное сырье помощью пилки раста-

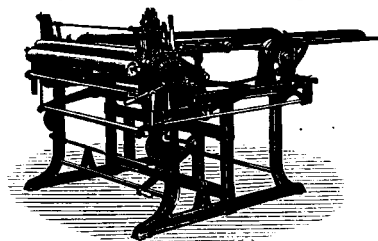
же навивается на деревянный барабан с автоматически раскрывающейся стенкой, которая разрежет ваточный холст и навивает его на скалку. Толщина холста устанавливается счетчиком, соединенным с регулятором, открывающим стенку барабана. Вышние сорта одежной шерстяной и медицинской ваты работаются в два прочеса, т. е. пропускаются через чесальную машину два раза, прочие же сорта ваты получают один прочес. Чтобы избежать излишней работы по снятию ватного холста и накладыванию его на столик 2-й ватной машины, в настоящее время применяют более сложные ватные машины, состоящие из форрейс-аппарата, обтянутого лентой Гарнетта, затем авантрена и основной чесальной. Авантрен отличается от основной чесальной только меньшим диаметром барабана и меньшим числом пар рабочих валиков, обтянутых кардолентой. Употребительные номера кардоленты (по немецкой нумерации) приведены в табл. 5. Основные технические данные по ватным машинам приведены ниже в табл. 6 (для завода Гартман в Хемнице).

Снятые с барабанов ватных машин холсты (п л а н к и) ваты поступают в упаковочную для паковки в кипы по 32 кг для одежной бумажной ваты, что производится на специальных прессах с механическим или электрическим приводом; производительность пресса от 150 до 250 кг/ч. Одежную шерстяную вату упаковывают в пакки по 0,5 кг,

Табл. 6.—Основные технические данные по ватным машинам.

Название машины	Рабочая ширина в мм	Габарит		Число Р	Производ. в кг/ч	Нетто-вес, при железных валликах, в кг	Число оборотов барабана в минуту	Примечание
		длина в мм	шири- на в мм					
Ватная однопенъерная без самовеса с диам. главного барабана 1 050 мм . .	1 500	4 130	2 550	3,0	11	3 570	170	Производительность в зависимости от сорта ваты (шерстяная и низкие сорта бумажной, наиболее тяжелые)
	1 650		2 720	3,3	12	3 830	170	
	1 750		2 820	3,5	13	3 950	170	
Ватная двухпенъерная без самовеса с диам. главного барабана 1 230 мм . .	1 500	4 500	2 550	4,5	18	4 800	150	
	1 650		2 720	4,3	20	5 150	150	
	1 750		2 820	5,0	21	5 400	150	

а последние — в фанерные ящики по 20 кг. Гигроскопическую вату упаковывают или в пакки по 2 кг или же в пакки по 500, 250, 100 и 50 г; для этой цели служат специальные машины: т. н. рулонная (фиг. 9) свертывает гигроскопическую вату с прослойками белой бумаги в длинные пакки различной



Фиг. 9.

толщины в зависимости от веса упаковки, затем на резальной машине эти длинные пакки режутся на более короткие соответственно требуемому весу. В СССР на бумажную одежную вату имеются стандарты в числе семи, в основание коих положены цвет, засоренность, спеленность. Установить для стандартов определенные смеси чрезвычайно затруднительно в виду того, что манипуляцией самых различных угаров возможно получить в общем однотипные сорта ваты. Вата I стандарта, сработанная из чистого хлопка, представляет собою совершенно чистый, белый, без всякой засоренности продукт, пышный и легкий. Последний стандарт обнимает ваты, сработанные из низкосортных маслянистых угаров, темного цвета, сильно засоренные, тяжелые по весу, легко мнущиеся. Одежная шерстяная вата стандартов не имеет. Наибольшим спросом на рынке пользуется вата в е р б л ю ж и й п у х, выработанная из верблюжьего очеса с примесью или меринского или саксонских концов в высших сортах, а как имитация — сработанная из расщипанных фильтр-прессных салфеток с примесью крашеного хлопка. Вата к о з и й п у х принадлежит к высшим сортам и работает из козьего пуха, очищенного от грубого волоса — песики. Средние сорта ваты вырабатываются из искусственной шерсти (кашемир, тибет—70%) и с примесью китайского хлопка местных семян, делающего вату пышной и упругой. Основные требования, предъявляемые к вате одежной: малая теплопроводность, упругость, пышность, хорошая сцепляемость волокон, немаслянистость, чистота, легкость. Все эти качества зависят главным образом от сортов сырья, из которых сработана вата. Хороший прочес также повышает чистоту ваты и делает ее более пышной. Гигроскопическая вата подразделяется на глазную, сработанную из высокосортного хлопка, и обыкновенную — из хлопка с линтером. Как клинчатый материал она должна обладать максимальной способностью к смачиванию, водоустойчивости и водонепроницаемости. При этих условиях посторонние вещества не могут

перейти на организм, а, наоборот, будут всасываться в вату. Гигроскопич. вата д. б. приготовлена из длиноволокнистого материала с хорошо расщипанными концами, совершенно очищена от коробочек и сора и не должна пылить; допускается содержание свободной к-ты не более 0,08%, жира не более 0,03% и золы не более 0,3%. Пачечная вата в виде тонких слоев перекладывается бумагой. Для гигроскопической ваты особенно серьезны следующие пороки: п е р е т р а в л и в а н и е при отбелке вследствие образования окси- и гидроцеллюлозы, причем волокно делается хрупким и пылит; и л о х а я п р о м ы в к а, в результате чего остается серная кислота; к числу пороков надо, с медицинской точки зрения, причислить и х р у с т, требуемый однако рынком.

По данным промышленной переписи 1910—1912 годов, всего в пределах СССР было выработано 15 500 т одежной бумажной ваты. В 1925/26 году государственной синдицированной и несиндицированной промышленностью было выработано 10 496 т, а в 1926/27 году—16 600 т одежной и 1 000 т гигроскопической ваты, при этом было израсходовано 21 800 т сырья. Всего в СССР имеется около 900 ватных машин, из них на бумагопрядильных ф-ках 334 машины, остальные на специальных ватных ф-ках. Крупнейшие специальные ватные фабрики сосредоточены в трестах: Московском вигоновом (ф-ка в Серпухове) и Спас-Клепиковском (Рязан. губ.). Ватные отделы при бумагопрядильных вырабатывают вату исключительно из своих фабричных угаров, а специальные ватные ф-ки—гл. обр. из хлопка, линтера, чахбута, трыпья и в меньшей мере из мячких и жестких фабричных угаров. Средняя калькуляция ваты слагается из элементов себестоимости в следующих процентных соотношениях (табл. 7).

Табл. 7.—Соотношение элементов себестоимости ватного производства (в %).

Статьи расхода	Вата гигроскопическая в кипах	Вата хлопчатобум. одежная I сорта
Сырье . . . . .	66,22	71,13
Материалы производств. . . . .	2,79	—
» пачочные . . . . .	1,18	2,59
Заработная плата произв. рабочим . . . . .	5,05	4,99
Начисления и накладные расходы на зарплату . . . . .	3,00	3,00
Цеховые расходы . . . . .	13,76	10,92
Общезаводские расходы . . . . .	8,00	7,37
<b>Фабричная себестоимость . . . . .</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>

Экономика ватного производства см. *Ткацкое производство.*

Лит.: В у х о в о в И. С., Угарное и вигоное прядение. Производство одежной и гигроскопич. ваты. М., 1923; Промышленная перепись 1910—12 гг., изд. Мин. торговли и пром.

**Техника безопасности.** В ватном производстве применяются пыльные волчки, конепрепальные и настилочно-трепальные машины и чесальные машины валчик. системы. Новейшие пылин. или сорные волк-машины

снабжаются загрузочными и выпускными автоматически действующими аппаратами и мощными эксгаустерами для удаления пыли; в волчках старой конструкции необходимо устраивать автоматическое приспособление, препятствующее попаданию рук рабочего в пальцы вращающегося барабана. В трепальных машинах настольной системы самое опасное место—б и л о, или т р е п а л о,—должно быть ограждено крышкой с автоматическим запором, а перед приемными рифлеными цилиндрами должен находиться деревянный предохранительный валик, ограждающий руки рабочего при заправке холста. Кроме того д. б. устроены защитные приспособления против повреждения рук при заправке холста под навивающую скалку, против попадания рук под плосильные валы передка машины и под колосники. В концепционных машинах доступ к быстровращающимся колечкам барабанам д. б. огражден крышками с автоматическим запором, а приемные рифленые цилиндры должны иметь приспособление для быстрого останова и обратного хода их при попадании в них рук рабочего. В чесальных машинах опасные части—приемный валик (задний вальня), барабан, передний вальня, рабочие валики и бегунки—д. б. закрыты ограждающими крышками (деревянными), открывание к-рых на ходу машины не должно допускаться; приемный валик наглухо закрывается крышкой. Чистильный валик, бегун, или волчок, спереди барабана д. б. в виду опасности (800 об/мин.) закрыт глухим футляром. При питании чесальных машин не холстами, а внастилку, вручную (что иногда встречается), опасным является подсовывание смеси под приемные валики (иногда покрытые игольчатой кардой), а потому валики д. б. ограждены по длине особыми предохранительными щечками. В новых чесальных ваточных машинах должны быть автоматически действующие ограждающие передний вальня крышки. В В. п. опасными являются работы по прочесыванию вальня (а если нет бегуна, то и по прочесыванию барабана) особыми чистильными щечками; эти работы м. б. поручаемы только вполне опытным рабочим-чесалам. Кроме того во всех машинах В. п. все опасные зубчатые, ременные, веревочные передачи и все выступающие концы быстровращающ. валов должны ограждаться футлярами, решетками и колпаками, надежно укрепленными на местах.

Лит.: Шварблович А., Техника безопасности в бумагопрядильном и ткацком производстве, Москва, 1926; Шварблов Н., Техника безопасности, Москва, 1926.

А. Шварблович.

**ВАТОЧНИК**, л а с т о ч н и к, л и с т о в е н ь (Asclepias syriaca L.), многолетнее растение из сем. ласточниковых (Asclepiadaceae). Цветет на 3-й, 4-й год после посева. Внутри семенных коробочек В. образуется шелковистый пух, к-рый используется как примесь ко льну, шерсти и проч. Попытки использовать этот пух для пряжи оказались неудачными в виду непрочности получаемого волокна. Стебель В. содержит лубяное волокно, отделяющееся при мочке; выделению его мешает млечный сок стебля. Вообще техника выделения волокна В. совершенно не разработана. В. культивирует-

ся также и как медоносное растение. В СССР В. в небольших размерах разводится в юго-западной части Украины; в последнее время в СССР к нему проявляют интерес.

**ВАТТ**, единица мощности,—электрическая мощность, поглощаемая при прохождении тока силой в один ампер через проводник с сопротивлением в один ом. Один В. равен электрическому напряжению в один вольт, помноженному на силу тока в один ампер. Один В. равен также механической мощности в один междунароный джоуль в одну секунду. Принятое в СССР обозначение: вт или W. В промышленности часто применяют также единицы мощности кратные В., киловольт и мегаватт. В старых книгах для обозначения ватта встречается еще выражение «уатт» или «уатс». См. *Спр. ТЭ*, т. 1.

**ВАТТМЕТР**, прибор для измерения электрической мощности, расходомер в каком-нибудь участке электрической цепи. В технике и в лабораторной практике применяется ваттметр двух типов: электродинамический и индукционный.

Электродинамический В. основан на взаимодействии токов и состоит из двух обмоток (фиг. 1): неподвижной *a*, несущей весь ток цепи *I*, и подвижной *b*, несущей ток *i*, пропорциональный напряжению цепи. Подвижная обмотка соединяется последовательно с большим безиндукционным сопротивлением и включается параллельно приемнику. Ток к подвижной обмотке подводится по двум спиральным пружинкам *c*, которые в то же время создают вращающий момент, противодействующий повороту обмотки. При sinusoidalных токах, если *E*—эффективное напряжение, *I*—эффективная сила тока однофазной цепи и  $\varphi$ —угол сдвига фаз между током и напряжением, мощность *P*, потребляемая в цепи, выражается произведением

$$P = I \cdot E \cdot \cos \varphi. \quad (1)$$

В электродинамических ваттметрах взаимодействие двух магнитных потоков  $\Phi_1$  и  $\Phi_2$ , созданных токами *I* и *i* в обмотках, образует момент вращения

$$M = k_1 \cdot \Phi_1 \cdot \Phi_2 \cdot \cos (\varphi - \alpha) = k_2 \cdot I \cdot i \cdot \cos (\varphi - \alpha). \quad (2)$$

Здесь  $\alpha$ —угол отставания тока *i* в подвижной обмотке В., имеющей индуктивность *L*. Благодаря наличию угла  $\alpha$  момент *M* не вполне пропорционален мощности *P*; поэтому расчет прибора необходимо вести так, чтобы создаваемая углом  $\alpha$  ошибка ваттметра не превосходила пределов точности отсчета. Так как

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{L \cdot \omega}{r}, \quad (3)$$

то угол  $\alpha$  можно уменьшить введением большого добавочного сопротивления в цепь подвижной обмотки. Это сопротивление изготовляется из материала с ничтожным температурным коэффициентом и делает прибор нечувствительным к изменениям  $t^\circ$  окружающей среды. Из преобразования ф-лы (2)

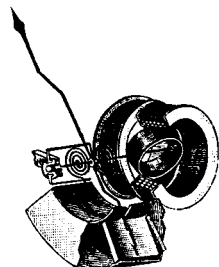


$$M = k_2 \cdot I \cdot i \cdot \cos(\varphi - \alpha) = k_2 \cdot I \cdot E \cdot \frac{\cos(\varphi - \alpha)}{\sqrt{r^2 + (L \cdot \omega)^2}} = k_2 \cdot I \cdot E \cdot \frac{\cos(\varphi - \alpha)}{r \sqrt{1 + \left(\frac{L \cdot \omega}{r}\right)^2}} \quad (4)$$

следует, что это же добавочное сопротивление делает прибор малочувствительным и к изменению частоты тока, так как при малом значении дроби  $\frac{L \cdot \omega}{r}$  можно принять

$$\sqrt{1 + \left(\frac{L \cdot \omega}{r}\right)^2} \approx 1. \text{ Электродинамич. В. является}$$

прецизионным прибором и применяется г.т. обр. в лабораторной практике. Достоинства его: большая точность (до 0,25%), пригодность для постоянного и переменного тока, независимость показаний от частоты тока, формы кривой напряжения и темп-ры. Недостатки: легкая конструкция, слабые

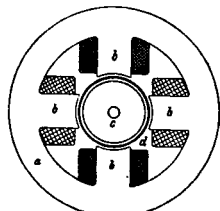


Фиг. 2.

магнитные поля, небольшой вращающ. момент и, вследствие этого, сильное влияние внешнего поля на показания ваттметра. Для уменьшения этого влияния и приспособления электродинамическ. В. к условиям работы на распределительных щитах применяются железный кожух, защищающий механизм В. от действия внешнего поля или

устанавливают весь магнитопровод из железа, усиливая таким образом поле и вращающий момент. Механизм электродинамического ваттметра представлен на фиг. 2.

Индукционный В. отличается от электродинамическ. тем, что ток в подвижную систему не подводится извне, а индуцируется токами в неподвижных обмотках (фиг. 3). Индукционный ваттметр состоит из кольцеобразного сердечника *a* с двумя парами выступающих внутрь полюсов *b*, охватывающих центральный цилиндрический сердечник *c*; оба сердечника набраны из листового железа. В зазоре между полюсами и цилиндром вращается на опорах тонкостенный алюминиевый барабан *d*. На каждом полюсе кольцеобразного сердечника расположена обмотка; обмотки диаметрально противоположных полюсов соединены последовательно. Одна пара обмоток несет весь ток цепи, другая —



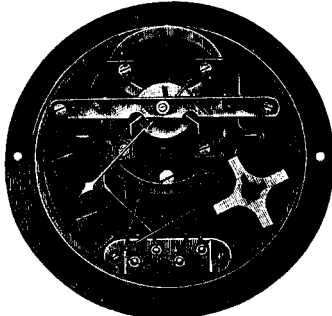
Фиг. 3.

ток, пропорциональный напряжению цепи, причем в этой обмотке искусственно создается отставание тока от напряжения на 90°. При включении такого В. в цепь переменного тока пульсация двух полей, смещенных на 1/4 периода во времени и на 90° в пространстве, создает вращающееся поле,

кое индуцирует ток в барабане и приводит его во вращение. Противодействующий момент развивается спиральными или цилиндрическими пружинками. Вращающийся момент индукционного ваттметра выражается следующей ф-лой:

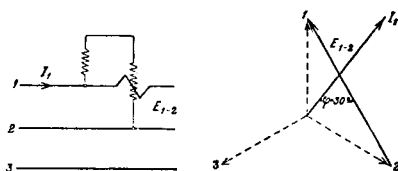
$$M = k_3 \cdot \frac{c}{e} \cdot \Phi_1 \cdot \Phi_2 \cdot \cos \varphi = k \cdot \frac{c}{e} \cdot E \cdot I \cdot \cos \varphi, \quad (5)$$

где  $c$  — частота тока и  $e$  — уд. сопротивление материала барабанов. Индукционный В. не



Фиг. 4.

м. б. отнесен к классу прецизионных приборов, так как показания его зависят от формы кривой напряжения, от частоты тока и от  $t^\circ$  среды. Индукционный В. пригоден только для переменного тока и градуируется на определенную частоту. Достоинства его: прочная и сильная конструкция, слабое влияние внешних полей. Поэтому индукционный ваттметр является прекрасным



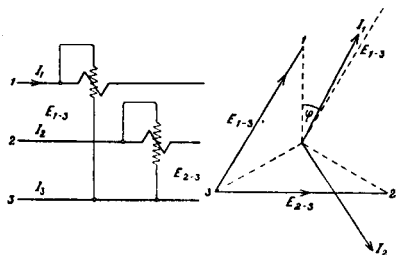
Фиг. 5.

технич. прибором и с успехом применяется на распределительных щитах. Механизм индукционного В. показан на фиг. 4.

Обычно ваттметры выполняются на умеренные токи и напряжения: 100—200 А, 120 В. Для напряжения до 600 В применяются внешние добавочные сопротивления в цепи напряжения.

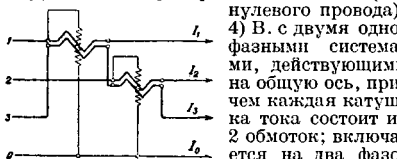
Для токов больше 200 А и напряжений выше 600 В получили применение пятиамперные ваттметры на 100—120 В в соединении с трансформаторами тока и напряжения. Для измерения мощности трехфазного тока имеются различные специальные конструкции ваттметра: 1) однофазный ваттметр, включаемый на линейный ток и фазовое напряжение; ваттметр измеряет фазовую мощность, но градуируется на мощность  $P$  трехфазного тока:  $P = \sqrt{3} E \cdot I \cdot \cos \varphi$ , он годен только для равномерной нагрузки; 2) однофазный ваттметр, включаемый на

линейный ток и линейное напряжение по схеме фиг. 5; в цепь напряжения включается дроссель, дающий добавочный сдвиг фазы тока в обмотке напряжения на  $30^\circ$ ; В. градуируется на мощность трехфазного тока, но дает правильные показания только при



Фиг. 6.

равномерной нагрузке всех трех фаз; применяется в сетях с недоступной нулевой точкой; 3) В. с двумя однофазными системами, действующими на общую ось; включается на два линейных тока— $I_1$  и  $I_2$  и два линейных напряжения— $E_{1-3}$  и  $E_{2-3}$  по схеме фиг. 6; ваттметр измеряет мощность трехфазного тока; годен для неравномерной нагрузки и для трехпроводной системы (без нулевого провода);



Фиг. 7.

4) В. с двумя однофазными системами, действующими на общую ось, причем каждая катушка тока состоит из 2 обмоток; включается на два фазовых напряжения— $E_{1-0}$  и  $E_{2-0}$  и три

тока по схеме фиг. 7; В. измеряет мощность трехфазного тока; годен для неравномерной нагрузки и для четырехпроводной системы (трехфазная с нулевым проводом).

Лит.: Ермаков В. Д., Основы электротехники, часть 1, М.—Л., 1927; Kei n a t h G., Die Technik elektrischer Messgeräte, В. 1, München—Berlin, 1928; D r y s d a l e, Electrical Measuring Instruments, v. 1, 2, London, 1924. Н. Александров.

**ВАТТНАЯ ПРОВОДИМОСТЬ**, отменяемое название для обозначения величины, на которую нужно помножить напряжение переменного тока, чтобы получить активную составляющую тока. См. *Переменные токи*.

**ВАТТНЫЙ ТОК**, отменяемое название для обозначения активной и составляющей ее переменного тока, совпадающей по фазе с напряжением. См. *Переменные токи*.

**ВАТТ-СЕКUNДА**, единица электрической энергии,—един международный джоуль. Одна В.-с. равна электрич. энергии, выделяемой в одну секунду в проводнике с сопротивлением в один ом при прохождении неизменяющегося тока в один ампер.

**ВАТТ-ЧАС**, единица электрич. энергии, применяемая при расчетах между производителями и потребителями электрич. энергии и равная 3 600 международным джоулям, или ватт-секундам. Обозначение: втч или Wh. Один В.-ч. равен энергии, выде-

ляемой в течение одного часа источником мощностью в один W. В старых книгах встречается название «уатт-час» для обозначения ватт-часа. См. *Спр. ТЭ*, т. 1.

**ВАФЕЛЬНОЕ ПРОИЗВОДСТВО**, выпечка (в виде пластинок или в ином виде) тонкой массы, состоящей гл. обр. из муки, молока, яичных желтков, масла, сахарной пудры и воды. Наряду с кустарным В. п. имеются средние и крупные фабрики, производящие эти изделия. В СССР при некоторых крупных кондитерских ф-ках имеются отделения для производства вафель, хорошо оборудованные приводными печами и машинами. Главный процесс В. п.—подготовка теста. В мелких кустарных производствах для сбивания вафельного теста применяют ручные сбивальные машинки; в средних же и в крупных В. п. применяются приводные машины разной конструкции. Более мощные приводные сбивальные машины—такие же, как и для замешивания теста при *бисквитном производстве* (см.), но со значительно большим числом оборотов.

Рецептов изготовления вафель очень много, и все они отличаются между собой гл. образом большим или меньшим содержанием молока, яичных желтков, сахара и масла. Дешевые сорта вафель изготавливаются без желтков и масла, а иногда и без сахара, или же эти продукты добавляются в очень небольшой пропорции. В Зап. Европе вместо коровьего масла часто применяют свиное сало, кокосовое масло или маргарин, а вместо цельного молока пользуются сухим или конденсированным молоком. Выпечка вафель в кустарных заведениях производится б. ч. при помощи ручных форм, в небольших, специально устроенных переносных железн. печах, отапливаемых углем или газом. В последнее время строятся специальные газовые вафельные печи большого размера, в к-рых формы автоматически открываются для выгрузки выпеченных вафель и автоматически же заполняются вафельной массой. Для вафель с начинкой последнюю изготовляют из разных материалов—из мармелада, пралине или кокосового масла и сахарной пудры, для вкуса прибавляют лимонную к-ту и разного рода фруктовые или ягодные эссенции.

Лит.: Besselich N., Die Biskuit-, Keks- u. Waffeln-Fabrikation f. Hand- u. Kraftbetrieb, 2 Aufl., Trier, 1918; P a u l K., Die Kakao-, Schokoladen- und Zuckerwaren-Fabrikation, 2 Auflage, Trier, 1920.

**ВАШГЕРД**, аппарат для обработки в текучей воде, в целях обогащения, руд в виде зерен, песка или ила. В., иначе столы, представляют собой слабо наклонную плоскость, по к-рой текет струя воды. Общий принцип действия В. состоит в расслаивании обрабатываемого материала на тяжелый концентрат в нижнем слое и легкие части (хвосты) в верхнем слое. Вашгерды разделяются на следующие классы: 1) с качающейся поверхностью, 2) с перемещающейся поверхностью (движущаяся бесконечная лента, вращающийся стол), 3) с неподвижной поверхностью. Вообще В. бывают очень разнообразных типов: прямоугольные, косые, круглые, с гладкой или рифленой поверхностью, имеющей уклон в продольном, поперечном или диагональном направлении,

со всякого рода качаниями—продольными, поперечными, вертикальными и сложными круговыми. Наиболее распространенным аппаратом является стол Виллефлея (Wilheuy). См. *Обогачение полезных ископаемых*.

**ВАШЕТЫ**, тяжелые (35—50 кг парного веса) кожи, двойные или очень чисто и глубоко строганные. *Двойные кожи* (см.) тяжелых производятся непосредственно после золки, причем после дубления кожи достигают в неводных местах. При dvoйном распиливается наиболее прочная внутренняя часть кожи. Полученные таким образом ващеты, в окрашенном или лакированном виде, прежде употребляют для покрытия экипажей и т. п. больших поверхностей. С течением времени В. стали применять (после хромового дубления и отделки) на обувь; однако за недостатком тяжелого сырья на мировом рынке ващеты особого распространения не имеют.

Лит.: Schmidt J. und Wagner A., *Gerbertechnische Auskunftsbuch*, p. 985—988, Durlach, 1905. Г. Поваркин.

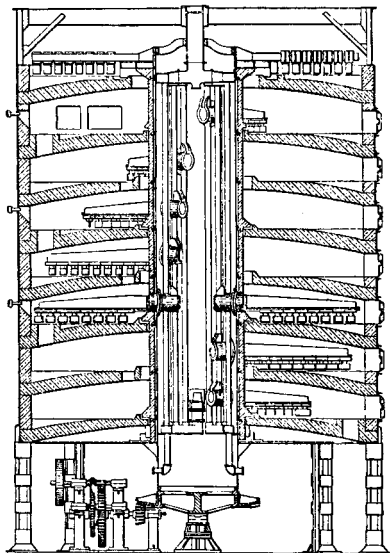
**ВВОД** в радиотехнике, часть антенной системы, выполняющая электрическое соединение между снижением антенны и приборами или разбеднительными рубильниками внутри помещения радиостанции. В зависимости от градиента потенциала, получающегося на снижении антенны, конструкция вводов встречается двух категорий: для передающих и для приемных радиостанций. Вводы передающих радиостанций устраиваются, в общем, согласно правилам, существующим для вводов в технике высоких напряжений (см. *Электрические вводы*), причем напряжение в случае обычного включения в антенну удлинительной катушки м. б. рассчитано по формуле  $V = \omega \cdot L \cdot I$ , где  $L$ —полная самоиндукция удлинительной катушки. Ввод в приемных радиостанциях д. б. возможно более удален от всякого рода несовершенных диэлектриков (дерево, камень и т. д.) и проводников с целью уменьшения вредного загущания, вносимого такими средами в антенный контур; на практике употребительны вводы через оконные стекла и т. д.

Вводы в электротехнике, см. *Электрические вводы*. В. Баженов.

**ВЕББА МАШИНА**, см. *Трение*.

**ВЕДНА ПЕЧЬ**, печь для механического обжига сернистых руд, по преимуществу медных. Родоначальники этого рода печей—печь Мак-Дугеля (Англия, 1870 г.) и Герресгофа (Америка, 1896 г.) и печь Эванс-Клепетко (Evans-Klepetko). В. п. (фиг. 1) представляет собой цилиндр, диам. 6 м и высотой 9,5 м, разделенный на части рядом расположенных друг под другом на расстоянии 850 мм подов (числом 6—9), имеющих поочередно отверстия то на периферии, то в центре. Поды печи одновременно являются сводами нижележащих отделений. Через центр печи проходит вертикально расположенный, охлаждаемый воздухом, пустотелый вал, обычно имеющий диаметр 0,65 м (в случае охлаждения водой диам. вала меньше); на каждом из подов вал снабжен парой ручек, унизанных гребками. Гребки имеют угол поворота к поддерживающей их ручке

в 45° и, соответственно расположению, при вращении вала передвигают обжигаемый материал то к отверстиям на периферии, то к отверстиям в центре, обусловливая этим перемещение материала, слоем в 75—85 мм, по соответствующим подам; скорость движения гребков 1—2 об/м. Вал печи делают из 12-мм стальных листов и покрывают его слоем в 100 мм из огнеупорной массы и изолирующего материала (Silocel или Nopraireil). Этот вал, будучи открытым с обоих концов, нагревается не больше, чем кожих печи. Печь обычно имеет 7 подов для обжига и один под для подогрева загружаемого материала. Кожих печи склепывают из стальных 12-мм листов и внутри выкладывают огнеупорным кирпичом. Печь устанавливают на колоннах в 2 м высотой и



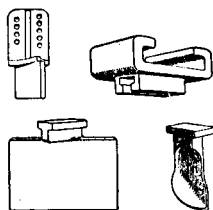
Фиг. 1.

снабжают в верхней части автоматическим питателем, а в нижней—автоматической разгрузкой и механизмом для вращения вала и системы гребков.

Охлаждение ручек гребков и центрального вала производится водой, подводимой системой труб в пустотелые ручки гребков (Эванс-Клепетко), или сжатым воздухом (Герресгоф). Воздушное охлаждение имеет то преимущество, что часть воздуха м. б. подведена в подогретом виде через отверстия, специально устроенные в гребках, что увеличивает производительность печи и понижает расход топлива в случае обжига руды с малым содержанием серы. Вся система устроена так, чтобы быстро производить смену гребков и частей центрального вала и ручек. Детали гребков даны на фиг. 2.

При обжиге медной руды с содержанием S в 35% производительность печи диам. 6 м равна 70 т в 24 часа, причем содержание S

понижается до 7%; при диаметре 4,5 м производительность—40 т. Для приведения в движение всей системы потребно 6—7 НР, из к-рых для гребков—2 НР. Для охлаждающей ручек расходуется около 125 л воды в 1 м. или 60—65 м<sup>3</sup> воздуха при давлении 88 мм водяного столба. Для обслуживания ряда печей в смену задолжается лишь 2 чел. (исключая подкатуку сырой и откатуку обожженной руды). Газы из В. п. содержат ок. 2,85% SO<sub>2</sub>, t° их 200°. Газы уводятся в ловушки (2% пыли)



Фиг. 2.

и далее в сернокислотное отделение.

Особенностью обжигательной печи является то, что до обжига смешивают вместе с обжигаемой рудой (гл. обр. концентратами) флюсы, потребные для дальнейшей плавки обожженной руды в отражательных печах америк. типа. Обожженная руда поступает в отражательную печь при t° ок. 500—600°. Перед пуском В. п. разогревают дровами или нефтью в продолжение 3—4 дней.

Лит.: Hofman H. O. and Hayward C. R., Metallurgy of Copper, 2 ed., N. Y., 1924. В. Ванюков.

**ВЕДЖВУДОВЫ ИЗДЕЛИЯ**, керамические неглазурованные изделия из тонких цветных каменных масс, полученные впервые в Англии Веджвудом (Wedgwood), на заводе «Этрупия», в конце 60-х гг. 18 века. Вследствие большого успеха и распространения этих изделий другие европейские з-ды также ввели у себя производство самых разнообразных цветных каменных масс. Вырабатывались гл. обр. художественные изделия со скульптурной обработкой: рельефы, бюсты, статуи, вазы и посуда. Особенно типичны для В. и.: 1) базальтовые массы черного цвета, при полировке назыв. Egyptian, и 2) Jasper (яшма)—рельефы из тонкой белой массы на цветном бархатистом фоне, голубом, синем, иногда на зеленом и реже на розовом, фиолетовом и сером. Основная масса для джеспера характерна обилием тяжелого шпата (сернокислое барита) и восприимчивостью к нежным окраскам. Ее примерные составы:

Тяжелого шпата . . . . .	150	150	50	160
Каолина . . . . .	35	—	15	60
Пластик. глины . . . . .	45	75	35	90
Кремня . . . . .	35	—	10	40
Глины . . . . .	6	—	—	8
Коричнева . . . . .	50	75	—	—
Железной кости . . . . .	—	—	25	—

В первом случае—окраска всего нежнее и мягче. Масса красится в голубой цвет—прибавкой до 0,5% окиси кобальта, в зеленый—до 1% окиси хрома, бирюзовый—смесь их (по 0,3%) или окисью меди, бледно-зеленый (яблочный)—окисью никеля. Окись железа (до 6%) в присутствии извести (1%) дает желтые массы. Голубую и зеленую окраску гораздо экономичнее класть в виде ангоба (см.), формуя изделия из белой массы и погружая их после сушки в барботин из той же массы, растертой с краской. Для со-

ставления красных масс и черных базальтовых, окрашенных смесью марганца и железа, можно брать охры, красные терракотовые глины. Примерные составы таковы:

Пластик. глины . . . . .	100	100	100	—
Красной глины . . . . .	—	—	—	100
Железной охры . . . . .	100	100	—	—
Железного оксида . . . . .	—	35	10	—
Черного марганца . . . . .	30	100	40	20

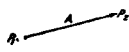
Лит.: Селезнев В. И., Производство и украшение глиняных изделий (керамика), СПб., 1894; Вогел и Гатт А., Traité des arts céramiques ou des poteries, 3 édition, v. 1—2, 1877; Jewitt L., The Wedgwood: Being a Life of Josiah Wedgwood, L., 1865; Meteyard E., The Life of Josiah Wedgwood, v. 1—2, London, 1866. А. Филлипов.

**ВЕЗУВИАН**, идокраз, калифорнит, вилуит, H<sub>4</sub>Ca<sub>12</sub>Al<sub>6</sub>Si<sub>10</sub>O<sub>43</sub>. Тв. 6,5, уд. в. 3,34—3,45; кристаллы квадратной системы. Окрашен в различные оттенки зеленого или коричневого (везувий), реже голубого или красного цвета. Как ограночный материал В. имеет мало значения; плотные массы его идут на крупные изделия. Сплошной зеленый В. в Китае идет для подделки нефрита. В. встречается в различных местах: в Якутии (вилуит—«вилуийский изумруд»), Калифорнии, штате Нью Йорк (ксантит), Швейцарии, Тироле, Норвегии (колофонит, циприн голубой), Финляндии (фругордит), Венгрии и в других странах.

**ВЕКТОРНОЕ ИСЧИСЛЕНИЕ**, отрасль математики, занимающаяся непосредственными вычислениями над направленными величинами. В. и. дает возможность гораздо проще и нагляднее выразить многие соотношения между физич. и даже чисто геометрич. величинами, чем это имеет место при вычислениях в координатах.

Величина, которая вполне определяется одним числен. заданием, называется скалярной величиной, или скаляром (она измеряется по одной шкале); если для определения величины необходимо еще указать ее направление, то такая величина называется вектором (например перемещение, скорость, сила). Геометрически вектор изображается при помощи направленного отрезка или стрелки P<sub>1</sub>P<sub>2</sub> (фиг. 1). Точка P<sub>1</sub> называется началом, точка P<sub>2</sub>—концом вектора; расстояние P<sub>1</sub>P<sub>2</sub> определяет длину вектора. Векторы обозначают в печати при помощи жирных букв; длину вектора, или его абсолютную величину (модуль), обозначают, помещая знак вектора между прямыми черточками или же при помощи соответствующей нежирной буквы, например |A| или A обозначают длину вектора A. Иногда обозначают вектор, помещая над соответствующей буквой черточку или стрелку, напр.  $\vec{a}$ ; этим обозначением пользуются преимущественно в рукописях. В Германии б. ч. обозначают векторы готич. буквами. Два вектора равны между собой, если они имеют одинаковое направление и одинаковую длину. Вектор равен нулю, если его начальная и конечная точка совпадают; в этом случае нельзя говорить о направлении вектора.

Чтобы сложить несколько векторов, их переставляют так, что к концу первого вектора приводят начало второго, к концу второго—начало третьего, и т. д. Вектор,



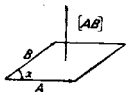
Фиг. 1.

соединяющий начало первого вектора с концом последнего, называется векторной суммой данных векторов. Сложение векторов обозначается обыкновенным знаком +. Определенная т. о. векторная сумма не зависит от порядка слагаемых и вообще допускает все формальные преобразования, свойственные алгебраическ. сумме. При двух слагаемых это правило сложения тождественно правилу параллелограмма, по которому складываются скорости и силы (сложение векторов в пространстве впервые применил итальянец Bellavitis в 1838 г.). В чтении векторов есть действие, обратное сложению. Можно однако определить вектор  $-B$  как вектор, равный по длине и противоположный по направлению вектору  $B$ . Тогда вычесть  $B$  значит прибавить  $-B$ , т. е.  $A + (-B) = A - B$ .

Умножить вектор  $A$  на число  $\lambda$  значит получить новый вектор  $\lambda A$ , параллельный  $A$  и по длине равный  $|\lambda A|$ ; если  $\lambda < 0$ , то направления  $A$  и  $\lambda A$  противоположны. В в. и. различают два вида произведений векторов: скалярное и векторное. Скалярное произведение двух векторов есть число; оно равно произведению из длины одного вектора на проекцию второго в направлении первого. Для изображения скалярного произведения двух векторов пишут эти векторы рядом без всякого знака между ними:  $AB = AB \cos \alpha$ , где  $\alpha$  — угол между  $A$  и  $B$ . Легко видеть, что скалярное произведение обладает переместительностью и распределительностью относительно суммы:

$$AB = BA, A(B + C) = AB + AC.$$

Во всех случаях  $-AB \leq AB \leq AB$ . Если  $AB \neq 0$ , то  $AB = 0$ , то  $A \perp B$ . По определению,  $AA = A^2 = A^2$ . Квадрат вектора равен квадрату его длины. Если  $m^2 = 1$ , то  $m$  называется единичным вектором. Примером скалярного произведения является работа  $T$  постоянной силы  $F$ , действующей под углом  $\alpha$ , при перемещении  $s$  материальной точки:  $T = F s = F s \cos \alpha$ . Другие обозначения скалярного произведения:  $(A, B)$ ,  $(A, B)$ . Векторное произведение двух векторов  $A$  и  $B$  есть вектор  $S$ , перпендикулярный плоскости  $AB$ , направленный в сторону движения правого винта при вращении его от  $A$  к  $B$  (правило шупора) и равный по длине площади параллелограмма, построенного на  $A$  и  $B$ . Векторное произведение обозначается помещением сомножителей в квадратные скобки без какого-либо знака между ними (см. фиг. 2):  $S = [AB] = -[BA]$ ; при этом  $S = AB \sin \alpha$ ;  $SA = 0$ ,  $SB = 0$ ;  $[A(B + C)] = [AB] + [AC]$ . Векторное произведение обладает распределительностью относительно сложения, но оно антикоммутативно, т. е. меняет свой знак при перестановке сомножителей. Векторное произведение вектора самого на себя равно нулю:  $[AA] = 0$ . Другие обозначения для векторного произведения:  $(A \times B)$ ,  $(A \wedge B)$ ,  $\overline{AB}$ ,  $\underline{AB}$ . В произведении нескольких векторов  $AB \cdot C$  озна-



Фиг. 2.

чает вектор  $C$ , помноженный на скалярное произведение  $AB$ ; точка отделяет число  $AB$  от вектора  $C$ , т. о.  $AB \cdot C$  и  $A \cdot BC$  — два совершенно различных вектора. Если помножить векторное произведение  $[AB]$  скалярно на третий вектор  $C$ , то получается смешанное произведение:

$$[AB]C = [BCA] = [CA]B = -[CB]A,$$

равное по абсолютной величине объему параллелепипеда, построенного на векторах  $A, B, C$  (фиг. 3). Это произведение обозначается иногда без скобок, просто:

$V = ABC$ . Если  $V > 0$ , то векторы  $A, B, C$  образуют правую связку,  $[AB]$  составляет острый угол с  $C$ . Если  $V < 0$ , то  $A, B, C$  образуют левую связку. Если  $ABC = 0$ , то  $A, B, C$  параллельны одной и той же плоскости — они компланарны. Всегда  $-ABC \leq ABC \leq ABC$ . Если  $ABC = ABC$ , то  $A, B, C$  взаимно перпендикулярны и образуют правую связку. При умножении вектора произведения  $[AB]$  векторно на  $C$  получится новый вектор

$$[[AB]C] = B \cdot AC - A \cdot BC.$$

(Эта основная ф-ла в первый раз была приведена Граммом в 1862 г.) Если  $A, B, C$  взаимно перпендикулярны, то  $[[AB]C] = 0$ . Из этих формул легко выводятся преобразования произведений из четырех векторов:  $[AB][CD] = AC \cdot BD - AD \cdot BC$ ;  $[[AB][CD]] = C \cdot ABD - D \cdot ABC = B \cdot ACD - A \cdot BCD$  и т. п.

Деление векторов в обычном смысле невозможно, потому что одно скалярное или векторное произведение недостаточно определяет искомый вектор; например если в равенстве  $Ax = a$  даны  $a$  и  $A$ , то  $x = \frac{a}{A^2} A + [Ay]$  или  $x = \frac{ay}{Ay}$ , где  $y$  — произвольный вектор. Если дано  $[va] = A$ , то  $v = \frac{[aA]}{a^2} + va$ , где  $v$  — произвольный скаляр. Для полного определения вектора д. б. три скалярных уравнения:  $Ax = a$ ;  $Bx = \beta$ ;  $Cx = \gamma$ ; тогда  $x = aA' + \beta B' + \gamma C'$ , где  $A', B', C'$  — три вектора, обратных (взаимных) данным векторам  $A, B, C$ . Эти обратные векторы определяются формулами:

$$A' = \frac{[BC]}{ABC}, B' = \frac{[CA]}{ABC}, C' = \frac{[AB]}{ABC}$$

и удовлетворяют поэтому таким соотношениям:  $AA' = BB' = CC' = 1$ ;  $ABC \cdot A' B' C' = 1$ ;  $AB' = AC' = 0$  и т. д. Эти ф-лы позволяют разложить любой вектор  $A$  на составляющие по трем заданным направлениям, определяемым тремя единичными векторами  $m, n, p$ . Для этого образуем обратные векторы  $m', n', p'$ ; тогда

$$A = Am' + An' + Ap' \cdot p.$$

Следует заметить, что вместе с тем

$$A = Am \cdot m' + An \cdot n' + Ap \cdot p'.$$

Если требуется разложить  $A$  на два составляющих вектора, параллельно и перпендикулярно единичному вектору  $n$ , то получается

$$A = n \cdot An + [nAn].$$

Разложение  $A$  на составляющие параллельно  $p$  и перпендикулярно  $s$  дает (при  $ps \neq 0$ )

$$A = p \cdot \frac{As}{ps} + \frac{[Asp]}{ps}.$$

Для определения точки  $P$  в пространстве относительно выбранной произвольно в пространстве точки  $O$  служит радиус-вектор  $r$ , который совпадает по величине и направлению с вектором  $OP$ . В отличие от рассмотренных до сих пор векторов радиус-вектор зависит не только от положения конечной точки  $P$ , но также и от положения начальной точки  $O$ . Уравнения, подчиняющие радиус-вектор определенным условиям, дают решение ряда задач геометрии и механики, например  $(r-r_1)A=0$  — уравнение плоскости, проходящей через точку  $r_1$  перпендикулярно к  $A$ ; уравнение  $(r-r_1)(mn)=0$  есть уравнение плоскости, проходящей через точку  $r_1$  параллельно  $m$  и  $n$ ;  $[rn]=M$  (при  $n^2=1$ ) есть уравнение прямой, параллельной  $n$ , проходящей от начала  $O$  на расстоянии  $M$ , причем плоскость, проходящая через  $O$  и через эту прямую, перпендикулярна к  $M$ . Если имеется ряд материальных точек  $P_i$ , радиус-векторы которых равны соответственно  $r_i$ , а массы  $m_i$ , то центр тяжести такой системы определяется радиусом-вектором

$r = \frac{\sum m_i r_i}{\sum m_i}$ . Если твердое тело вращается с угловой скоростью  $\omega$  вокруг оси, проходящей через начальную точку  $O$  в направлении единичного вектора  $n$ , то это вращение характеризуется вектором угловой скорости  $\omega = \omega n$ . Тогда линейная скорость  $v$  движения любой точки  $P$  этого тела, радиус-вектор которой  $r$ , определяется по формуле:  $v = [\omega r]$ . Если на эту точку  $P$  действует сила  $F$ , то момент этой силы относительно точки  $O$  равен вектору  $M = [rF]$ . Следовательно, для того чтобы  $M$  оставалось постоянным, конец радиуса-вектора  $r$ , т. е. точка приложения силы  $F$ , может перемещаться только параллельно  $F$ .

Для действительного численного задания вектора необходимо выбрать какую-либо систему координат, относительно которой определяется вектор, так как абсолютного направления в пространстве не существует. Выберем три взаимно перпендикулярных единичных вектора  $i, j, k$ , параллельных координатным осям  $OX, OY, OZ$  и образующих правую связку,  $ijk = +1$ . Тогда  $i^2 = j^2 = k^2 = 1$ ,  $ij = jk = ki = 0$ ;  $[ij] = k$ ,  $[jk] = i$ ,  $[ki] = j$ . Теперь можно разложить любой вектор параллельно единичным векторам  $i, j, k$ :  $A = Ai \cdot i + Aj \cdot j + Ak \cdot k = A_x i + A_y j + A_z k$ , где  $A_x = Ai$ ,  $A_y = Aj$ ,  $A_z = Ak$  — проекции, или координаты, вектора  $A$ . Равным образом:

$$B = B_x i + B_y j + B_z k; \quad C = C_x i + C_y j + C_z k.$$

Нетрудно видеть, что

$$A + B = (A_x + B_x) i + (A_y + B_y) j + (A_z + B_z) k;$$

$$AB = A_x B_x + A_y B_y + A_z B_z; \quad A^2 = A_x^2 + A_y^2 + A_z^2.$$

Два последних выражения являются определенными геометрически независимыми от выбора координатных осей; они сохраняют поэтому неизменное значение при вращении координатных осей, или, как говорят, они инвариантны относительно вращений координат-

ных осей. Далее можно вывести следующие соотношения:

$$[AB] = (A_y B_z - A_z B_y) i + (A_z B_x - A_x B_z) j + (A_x B_y - A_y B_x) k = \begin{vmatrix} i & j & k \\ A_x & A_y & A_z \\ B_x & B_y & B_z \end{vmatrix};$$

$$[AB]C = \begin{vmatrix} A_x & A_y & A_z \\ B_x & B_y & B_z \\ C_x & C_y & C_z \end{vmatrix}.$$

Эти формулы позволяют выражать векторные соотношения в координатах и наоборот, например  $Xa + Yb + Zc$  — скалярное произведение вектора с проекциями  $X, Y, Z$  на вектор с проекциями  $a, b, c$ .

Весьма важное значение имеют т. н. вектор функции, а в особенности линейные вектор функции, выражающие один вектор линейной функцией другого. Такие функции встречаются в теории упругости, в гидродинамике, в теории векторных полей, в механике систем. Так, упругая сила  $P$ , действующая на единицу поверхности деформированного тела, — линейная вектор функция единичного нормального вектора  $n$ , перпендикулярного к площадке, на которую действует сила

$$P = ni \cdot \sigma_1 + nj \cdot \sigma_2 + nk \cdot \sigma_3.$$

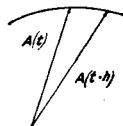
Такие вектор функции изучаются в аффинном, или тензорном исчислении (см.).

Векторный анализ. Функции скалярного параметра. Если данный вектор зависит от скалярного параметра, например от времени  $t$ , то для изучения этой функциональной зависимости сравнивают различные положения конца вектора при неподвижном начале. Когда  $t$  непрерывно изменяется, конец вектора  $A(t)$  описывает некоторую кривую (см. фиг. 4). По определению, геометрическая производная вектора  $A(t)$  есть предел след. выражения:

$$\frac{dA}{dt} = \lim_{h \rightarrow 0} \frac{A(t+h) - A(t)}{h}.$$

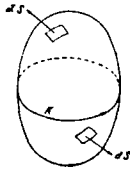
Очевидно, что производная вектора постоянной длины перпендикулярна к этому вектору. Рассмотрим кривую, радиус-вектор всех точек которой  $r$  является функцией дуги кривой  $s$ . Тогда производная  $\frac{dr}{ds} = t$ , где  $t$  — единичный касательный вектор к кривой, описываемой концом  $r$ . Далее  $\frac{dt}{ds} = kn$ , где  $k$  — кривизна кривой, а  $n$  — единичный вектор главной нормали. Векторы  $t$  и  $n$ , по определению, образуют соприкасающуюся плоскость кривой, а  $b = [tn]$  — единичный бинормальный вектор. Можно также показать, что  $\frac{db}{ds} = -\kappa n$ , где  $\kappa$  —

скаляр; число  $\kappa$  называют кривизной кривой. Если радиус-вектор зависит от двух независимых скалярных переменных, т. е.  $r = (u, v)$ , то конец этого вектора описывает поверхность. И наконец, если радиус-вектор зависит от трех независимых скалярных переменных  $u, v, w$ , то конец  $r$  описывает часть пространства. Переменные  $u, v, w$  называются криволинейными координатами конца вектора  $r$ .



Фиг. 4.

Скалярные и векторные поля. Если скаляр  $p$  имеет во всех точках некоторого пространства определенные значения, то тогда это пространство является полем скаляра  $p$ . Для изучения изменения  $p$  в его поле необходимо знать, как будет изменяться  $p$  при перемещении в любом направлении из его начального положения. Для этого поступают следующим образом: 1) окружают данную точку  $M_0$  оболочкой и разбивают эту оболочку на элементы поверхности  $dS$ , причем величина вектора  $dS$  равна площади  $dS$ , а направление определяется



Фиг. 5.

единичным вектором внешней нормали  $n$ ; 2) образуют для каждого элемента поверхности произведение  $p dS$  и вычисляют сумму этих произведений по всей оболочке  $\oint p dS$ ; 3) делят на объем  $V$ , заключенный внутри оболочкой; 4) стягивают эту оболочку вокруг точки  $M_0$  таким образом, чтобы объем  $V$  стремился к нулю (см. фиг. 5). В пределе получается пространственная производная скалярной функции  $p$ , обозначаемая в виде

$$\nabla p = \lim_{V \rightarrow 0} \frac{1}{V} \oint p dS.$$

$\nabla p$  — вектор, называемый также градиентом  $p$ . Проекция этого градиента на любое направление, характеризуемое единичным вектором  $m$ , равняется производной  $p$  в этом направлении:  $m \nabla p = \frac{dp}{dm}$ ; например, если  $p$  есть давление в любой точке жидкости, то  $\oint p dS$  — сила давления, действующая на оболочку, окружающую точку  $M_0$ . Тогда  $-\frac{1}{V} \oint p dS$  есть средняя сила, действующая на единицу объема внутри оболочкой, а  $-\nabla p$  есть сила, действующая на единицу объема в точке  $M_0$ . Вместо  $\nabla p$  иногда употребляют обозначение  $\text{grad } p$ .

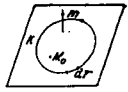
Пространственные производные в векторных полях образуются точно таким же образом. Если имеется поле вектора  $A$ , то, по определению, потоком вектора  $A$  через оболочку, которая окружает точку  $M_0$ , называется выражение  $\oint A dS$ . (Если бы  $A$  изображало в каждой точке скорость движения жидкости, вытекающей в единицу времени через оболочку.) Разделив на объем и переходя к пределу ( $V \rightarrow 0$ ), получаем поток на единицу объема в точке  $M_0$ , называемый дивергенцией вектора  $A$ . Обозначение:  $\text{div } A$  или

$$\nabla A = \lim_{V \rightarrow 0} \frac{1}{V} \oint A dS.$$

Так, если  $v$  изображает в каждой точке скорость движения несжимаемой жидкости, то поток вектора  $v$  через любую замкнутую поверхность равен нулю, поэтому  $\text{div } v = 0$ . Если в интеграле по оболочке заменить скалярное произведение  $A dS$  векторным, то получится новая пространствен-

ная производная, называемая ротором вектора  $A$ . Эта пространственная производная есть вектор, обозначаемый следующим образом:  $\text{rot } A = [\nabla A] = \lim_{V \rightarrow 0} \frac{1}{V} \oint [A dS]$  (иногда

применяется и такое обозначение:  $\text{curl } A$ ). Проведем через точку  $M_0$  плоскость, перпендикулярную к единичному вектору  $m$  (см. фиг. 6). Окружим точку  $M_0$  замкнутой линией  $k$ . Разобьем контур  $k$  на элементы  $dr$ , направление которых связано с вектором  $m$  по правилу штыпора, и образуем для каждого элемента скалярное произведение  $A dr$ . Если бы вектор  $A$  изображал силу, то  $A dr$  было бы элементарной работой. Сумма произведений вида  $A dr$ , взятая по всему контуру, называется циркуляцией вектора  $A$ , или линейными интегралом  $\oint A dr$ . Если разделить



Фиг. 6.

циркуляцию вектора  $A$  на площадь  $S$ , окаймленную контуром  $k$ , то для бесконечно малой площади  $S$  мы имеем:

$$\frac{1}{S} \oint A dr = m \text{rot } A.$$

Проекция ротора  $A$  на нормаль к данной плоскости равна циркуляции вектора  $A$  к этой плоскости, деленной на окаймленную площадь. Так, в электростатическом поле циркуляция вектора электрического поля равна нулю для любого контура. Поэтому в электростатическом поле  $\text{rot } E = 0$ . Пространственную производную вектора  $A$  можно также образовывать и при помощи следующего единичного вектора  $m$ :

$$m \nabla \cdot A = \lim_{V \rightarrow 0} \frac{1}{V} \oint m dS \cdot A.$$

Этот вектор равен производной вектора  $A$  в направлении  $m$ . Пользуясь символом  $\nabla$ , видим, что для обозначения любой пространственной производной при помощи интеграла по оболочке надо написать подинтегральное выражение, заменив в нем вектор  $dS$  символом  $\nabla$ ; этот символ называют «набла», или дифференциальным оператором Гамильтона. Если выразить пространственные производные в декартовых координатах, то дифференциальный оператор Гамильтона может быть изображен в виде символического множителя

$$\nabla = i \frac{\partial}{\partial x} + j \frac{\partial}{\partial y} + k \frac{\partial}{\partial z}.$$

Таким образом

$$\nabla \varphi = i \frac{\partial \varphi}{\partial x} + j \frac{\partial \varphi}{\partial y} + k \frac{\partial \varphi}{\partial z},$$

$$\nabla A = \frac{\partial A_x}{\partial x} + \frac{\partial A_y}{\partial y} + \frac{\partial A_z}{\partial z},$$

$$[\nabla A] = \begin{vmatrix} i & j & k \\ \frac{\partial}{\partial x} & \frac{\partial}{\partial y} & \frac{\partial}{\partial z} \\ A_x & A_y & A_z \end{vmatrix}.$$

$$m \nabla \cdot A = m_x \frac{\partial A}{\partial x} + m_y \frac{\partial A}{\partial y} + m_z \frac{\partial A}{\partial z} \text{ и т. д.}$$

Применение векторных  $\nabla$ -л очень облегчает понимание различий преобразований; напр. помещенные в Т. Э., т. I, стр. Аэродинамика, стр. 829, три урния (где  $X, Y, Z$  —

проекция вектора силы  $F$ ;  $u, v, w$ —проекции вектора скорости  $v$ ) могут быть записаны в векторальной форме в виде ур-ия:

$$\frac{1}{c} \nabla p = F - v \nabla \cdot v - \frac{\partial v}{\partial t},$$

а четвертое уравнение примет вид:

$$\frac{\partial v}{\partial t} + \nabla(\varphi v) = 0.$$

Ур-ия ст. 830 той же статьи, где  $\xi, \eta, \zeta$ —проекции вектора  $\frac{1}{2} \text{rot } v$ , запишутся в виде:

$$F - \frac{1}{c} \nabla p - \nabla v^2 = [\text{rot } v \cdot v].$$

С дифференциальным оператором  $\nabla$  можно обращаться как с вектором, если соблюдать нек-рые предосторожности (например различать величины, подвергаемые действию оператора  $\nabla$ , от величин, не подвергаемых этому действию). Тогда легко получить целый ряд полезных преобразований, напр.:

$$\nabla(\varphi \psi) = \varphi \nabla \psi + \psi \nabla \varphi;$$

$$\nabla \cdot AB = A \nabla \cdot B + B \nabla \cdot A + [A \text{ rot } B] + [B \text{ rot } A];$$

$$\nabla \varphi A = \varphi \nabla A + A \nabla \varphi;$$

$$\nabla[AB] = B[\nabla A] - A[\nabla B] = B \text{ rot } A - A \text{ rot } B.$$

Последн. формулу можно записать и так:

$$\text{div}[AB] = ([\nabla A])B - ([\nabla B])A;$$

здесь кругл. скобки ограничивают действие оператора  $\nabla$ . Действие дифференциального оператора не распространяется через круглые скобки; например скаляр

$$(C \nabla \cdot A)B = A(B \nabla \cdot C) - B(C \nabla \cdot A)$$

равен скалярному произведению из вектора  $B$  на производную  $A$  в направлении  $C$ , по множенную на  $C$ . Вектор

$$(\nabla \cdot A)B = B \nabla \cdot A + [B \text{ rot } A]$$

есть градиент скалярного произведения  $AB$ , в котором  $B$  считается постоянным. Поэтому надо считать неправильными обозначения вида  $(\Delta \nabla)B$  и заменять их выражениями  $\Delta \nabla \cdot B$ , а также  $(A \text{ grad})B$  или  $[A \text{ grad}]B$ , где символ  $\text{grad}$  стоит вместо  $\nabla$ . Символ  $\text{grad}$  должен применяться только как сокращение слова «градиент» в применении к скалярным функциям.

Приведем примеры некоторых пространственных производных. Если  $r$ —радиус-вектор, а  $c$ —постоянный единичный вектор, то

$$\text{grad } r = \frac{r}{r}; \quad \text{div } \frac{r}{r} = \frac{2}{r}; \quad \text{rot } r = 0;$$

$$\text{div}(c \cdot rc) = 1; \quad \text{grad}(cr) = c;$$

$$\text{rot}[cr] = 2c; \quad \text{div } r = 3;$$

$$c \nabla \cdot r = c; \quad \text{grad } f(r) = f'(r) \frac{r}{r};$$

$$[[c \nabla]r] = -2c.$$

Дифференцируя пространственные производные, получаем вторые производные, напр.

$$\text{div grad } \varphi = \nabla \nabla \varphi = \nabla^2 \varphi.$$

Символ  $\nabla^2$  называется дифференциальным оператором Лапласа и в декартовых координатах выражается так:

$$\nabla^2 = \frac{\partial^2}{\partial x^2} + \frac{\partial^2}{\partial y^2} + \frac{\partial^2}{\partial z^2}.$$

Далее

$$\text{rot grad } \varphi = [\nabla \nabla] \varphi = 0.$$

Вторыми производными от вектора будут:  $\text{grad div } A = \nabla \cdot \nabla A$ ;  $\text{div rot } A = [\nabla \nabla] A = 0$ ;

$$\nabla \nabla \cdot A = \nabla^2 A = \text{grad div } A - \text{rot rot } A.$$

В более сложных случаях можно при по-

мощи индекса при  $\nabla$  обозначать тот вектор или скаляр, на который действует дифференциальный оператор, например:

$$\nabla^2(AB) = A \nabla^2 B + B \nabla^2 A + \nabla A \nabla B \cdot AB.$$

Здесь  $\nabla A$  действует только на  $A$ , а  $\nabla B$ —только на  $B$ . Можно также для выделения величины, не подвергающейся дифференцированию, снабжать ее подстрочным знаком  $\top$  (копец), например

$$n \nabla \cdot (m \nabla \cdot A) = m \nabla \cdot (n \nabla \cdot A).$$

Вычислим некоторые вторые производные:

$$\nabla^2 r = \frac{2}{r}; \quad \nabla^2 r^2 = 6; \quad \nabla^2 r^2 = p(p+1)r^{p-2}; \quad \nabla^2 \ln r = \frac{1}{r^2}.$$

Среди функций, удовлетворяющих уравнению  $\nabla^2 \varphi = 0$ , отметим функции

$$\frac{1}{r}; \quad \ln |[cr]|; \quad \ln(z+r),$$

где  $z$  и  $r$ —цилиндрич. координаты,  $\varphi$ —азимут. Если на нек-рых поверхностях в поле скалярных или векторных величин происходят резкие изменения этих величин, то тогда рассматривают поверхности произвольные этих величин. Если  $n$  обозначает единичный вектор, нормальный к поверхности разрыва, а индексы 2 и 1 отмечают значения величин  $\varphi$  и  $A$  по обе стороны поверхности разрыва, то поверхностный градиент  $\text{Grad } \varphi = n(\varphi_2 - \varphi_1)$ ; поверхностная дивергенция  $\text{Div } A = n(A_2 - A_1)$ ; поверхностный ротор  $\text{Rot } A = [n(A_2 - A_1)]$ . Можно показать, что поверхностные производные являются пределом соответствующих пространственных производных; так например, если считать поверхность разрыва пределом слоя толщиной  $h$ , то произведение  $h \text{ div } A$  стремится к поверхностной дивергенции:

$$\lim h \text{ div } A = \text{Div } A,$$

при  $h$ , стремящемся к 0.

Кроме дифференциальных формул не менее важны интегральные формулы. Следует отметить теорему Гаусса, связывающую поток вектора  $A$  через замкнутую поверхность с объемным интегралом его дивергенции, расположенным по объему, заключенному внутри этой оболочки:

$$\oint A \, dS = \int_V \text{div } A \, d\tau;$$

в частности:

$$\oint dr = 0; \quad \oint dS \nabla \cdot A = \int_V \nabla^2 A \, d\tau; \quad \oint r \, dS = 3V;$$

$$\oint B \cdot A \, dS = \int_V (B \nabla \cdot A + A \text{ div } B) \, d\tau.$$

Циркуляция вектора  $A$ , по теореме Стокса, равна потоку ротора этого вектора через любую поверхность, окаймлен. этим контуром:

$$\oint_k A \, dr = \int_S \text{rot } A \, dS;$$

в частности:

$$\oint \text{grad } \varphi \, dr = 0; \quad \oint dr = 0;$$

$$\oint_k \varphi \, dr = \int_S [dS \text{ grad } \varphi];$$

$$\oint_k [dr A] = \int_S [[dS] \nabla A].$$

Эти формулы чрезвычайно полезны при разрешении задач из области теории поля,



теории потенциала, дифференциальной геометрии и т. д. Так, если в поле вектора  $\mathbf{A}$  обозначить его направление при помощи единичного вектора  $\mathbf{t}$ , так что  $\mathbf{A} = At$ , то этот вектор  $\mathbf{t}$  будет касательным к силовым линиям, дифференциальное уравнение которых  $[\mathbf{A} d\mathbf{r}] = 0$ . Если существуют ортогональные поверхности, пересекающие под прямым углом все силовые линии, то вектор  $\mathbf{t}$  есть единичный нормальный вектор этих поверхностей. Тогда  $\text{div } \mathbf{t} = H$ , где  $H$  в каждой точке равно средней кривизне ортогональной поверхности. Далее  $\text{rot } \mathbf{t} = k\mathbf{b}$ , где  $k$  — кривизна, а  $\mathbf{b}$  — бинормаль силовой линии. Производственные производные вектора  $\mathbf{A}$  равны в этом случае:

$$\text{div } \mathbf{A} = AH + t \nabla A; \quad \text{rot } \mathbf{A} = Akb - [t \text{ grad } A].$$

В частности, если вектор  $\mathbf{A}$  удовлетворяет условиям:  $\text{div } \mathbf{A} = 0$ ,  $\text{rot } \mathbf{A} = 0$ , то его длина  $A$  удовлетворяет дифференциальным ур-ням:

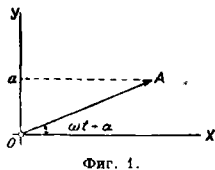
$$\frac{1}{A} \frac{\partial A}{\partial t} = -H; \quad \frac{1}{A} \frac{\partial A}{\partial n} = k,$$

где  $\frac{\partial A}{\partial t}$  и  $\frac{\partial A}{\partial n}$  обозначают производные скаляра  $A$  в направлении  $\mathbf{t}$  и главной нормали  $\mathbf{n}$ ;  $\nabla^2 A = -2K$ , где  $K$  — полная гауссова кривизна ортогональной поверхности. Эти формулы весьма полезны для исследования полей, удовлетворяющих дифференциальному уравнению Лапласа.

Векторный анализ является незаменимым орудием для изучения и исследования векторных полей, дифференциальных свойств кривых и поверхностей, гидродинамики, аэродинамики, теории упругости и т. п. Однако полного развития этот метод достигает только при одновременном использовании тензорным (двандым, аффинорным) анализом.

Лит.: Френкель Я. И., Курс векторного исчисления, Л., 1925; Черданцев И. А., Основы векторного и тензорного анализа, 2 издание, Москва—Ленинград, 1925; Шпильрейн Я. Н., Векторное исчисление, М.—Л., 1925; Ignatowsky W., Die Vektoranalysis und ihre Anwendungen in d. theoretischen Physik, B. 1—2, Lpz., 1926; Spielrein J., Lehrbuch der Vektorrechnung, 2 Auflage, Stuttgart, 1926; Gans R., Einführung in die Vektoranalysis mit Anwendungen auf die mathematische Physik, Leipzig, 1923. Я. Шпильрейн.

**ВЕКТОРНЫЕ ДИАГРАММЫ**, графическое изображение периодич. величин при помощи векторов. Чтобы изобразить колебание



Фиг. 1.

$y = A \sin(\omega t + \alpha)$ , откладывают в плоскости  $XOY$  под углом  $(\omega t + \alpha)$  отрезок, равный амплитуде колебания:  $OA = A$  (см. фиг. 1).

Когда время  $t$  растет, этот отрезок вращается с постоянной угловой скоростью  $\omega$ , и его проекция  $Oa$  на ось  $OY$  равняется мгновенному значению колебания:

$$Oa = A \sin(\omega t + \alpha) = y.$$

Когда приходится сравнивать несколько простых колебаний одного периода, удобнее изображать их неподвижными векторами. Пусть например имеются колебания:

$$y = A \sin \omega t, \quad z = B \sin(\omega t - \varphi).$$

Тогда откладывают в любом направлении отрезок  $OA = A$  и отстоящий от него на угол  $\varphi$  отрезок  $OB = B$  (фиг. 2). Для получения мгновенных значений этих колебаний проектируют векторы  $OA, OB$  на прямую  $Ot$ , вращающуюся в отрицательном направлении с той же скоростью  $\omega$  (ось времени). Здесь фаза колебания  $y$  принята за начало фаз ( $y = 0$  при  $t_0 = 0$ ). Ось времени занимает при  $t_0 = 0$  положение  $OT \perp OA$  и в любой момент времени  $t$  составляет с  $OT$  в отрицательн. направлении угол  $\omega t$ . Тогда проекции  $Oa, Ob$  векторов  $OA, OB$  на ось  $Ot$  равняются заданным колебаниям:  $Oa = y, Ob = z$ . Сумма этих двух колебаний

$$x = y + z = A \sin \omega t + B \sin(\omega t - \varphi)$$

изображается геометрической суммой  $OC$  векторов  $OA$  и  $OB$ . Это результирующее колебание  $x$  имеет амплитуду  $C = OC$  и отстает от колебания  $y$  на угол  $\varphi = AOC$ . Мы определили т. о. графически колебание

$$x = C \sin(\omega t - \varphi).$$

В. д. применяются в акустике, оптике и особенно в электротехнике. Построим например В. д. электр.

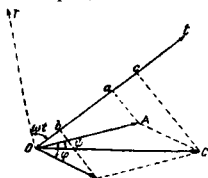
напряжения на зажимах дроссельной катушки с сопротивлением  $R$  и индуктивностью  $L$ , через которую проходит данный ток силы  $i = I \sin \omega t$ . Отложим вектор  $OI = I$  (фиг. 3). Тогда напряжение

катушки разлагается на активную составляющую, равную  $OA = RI$ , и реактивную составляющую  $AB = L\omega I$ , опережающую ток на  $\frac{\pi}{2}$ .

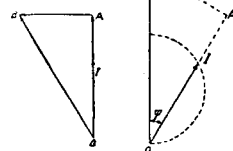
Когда изменяется индуктивность  $L$  катушки при неизменном сопротивлении  $R$ , то конец В. д. вектора  $OB$ , изображающего напряжение, описывает полуэллипс  $AB$ . Это и есть В. д. напряжений, дающая при заданной силе тока амплитуду и фазу напряжения в функции от  $L$ . Нетрудно построить соответствующую В. д. тока. При заданном напряжении

$$u = U \sin \omega t$$

сила тока  $i$  изображается вектором  $OI$ , конец к-рого перемещается по полуокружности при изменении  $L$  (соответствующее омическ. падение напряжения  $IR = OA$  и угол при  $A$  — прямой, опирающийся на  $OU$ ; см. фиг. 4). Эта В. д. также м. б. получена из диаграммы напряжения путем *инверсии* (см.). В. д. может применяться и для графическ. решения задач переменного тока. Пусть напр. (фиг. 5) перемен. напряжение и включено на дроссельную катушку  $AB$  с сопротивлением  $r_1$  и индуктивностью  $L_1$ , соединенную последовательно с катушкой  $BC$  сопротивле-



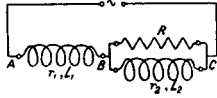
Фиг. 2.



Фиг. 3.

Фиг. 4.

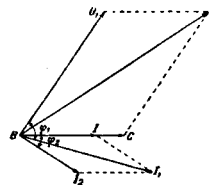
ния  $r_2$  и индуктивности  $L_2$ , шунтированной чистым омич. сопротивлением  $R$ . Возьмем произвольно отрезок  $BC = U_2$ , равный напряжению на зажимах шунтированной катушки. Тогда сила тока  $i$  в сопротивлении  $R$  изображается вектором  $BI = \frac{BC}{R}$  (фиг. 6),



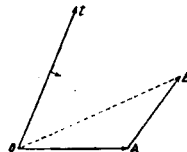
Фиг. 5.

а сила тока  $i_2$  в катушке—вектором  $BI_2 = \frac{BC}{\sqrt{r_2^2 + L_2^2 \omega^2}}$ , отстающим от  $BC$  на угол  $\varphi_2$ ,

определяемый из формулы  $\operatorname{tg} \varphi_2 = \frac{L_2 \omega}{r_2}$ . Сумма этих токов изображается вектором  $BI_1$ , который изображает также ток  $i_1$ , проходящий в катушке  $AB$ . По этому току построим вектор напряжения на зажимах  $A-B$ , равный  $BU_1 = I_1 \sqrt{r_1^2 + L_1^2 \omega^2}$  и опережающий  $BI_1$  на угол  $\varphi_1$ , определяемый из ф-лы  $\operatorname{tg} \varphi_1 = \frac{L_1 \omega}{r_1}$ . Сумма напряжений  $AB$  и  $BC$  изображается геометрич. суммой векторов  $BU_1$  и  $BC$  и должна равняться заданному напряжению. Отсюда определяется масштаб всей В. д., а следовательно и все токи и напряжения в отдельных частях схемы. В. д. могут применяться и для несинусоидальных периодических величин путем замены их эквивалентными синусоидальными величинами (см. *Переменные токи*).



Фиг. 6.



Фиг. 7.

Наконец В. д. могут применяться для сложения колебаний различной частоты, причем в этом случае векторы, изображающие отдельные колебания, не остаются неподвижными. Если ось времени  $Ot$  (фиг. 7) вращается со скоростью  $\omega$ , соответствующей частоте колебания  $OA \sin \omega t$ , то вектор  $AB$ , изображающий колебание  $AB \sin \omega_1 t$ , должен вращаться навстречу оси времени с угловой скоростью  $\omega_1 - \omega$ . В этом случае результирующее непериодическое колебание

$$OA \sin \omega t + AB \sin \omega_1 t$$

изображается проекцией на ось времени вектора  $OB$ . В. д. применяются также для изображения затухающих колебаний.

Лит.: Круг К. А., Основы электротехники, М., 1926; Черданцев И. А., Теория переменных токов, М.—Л., 1924.

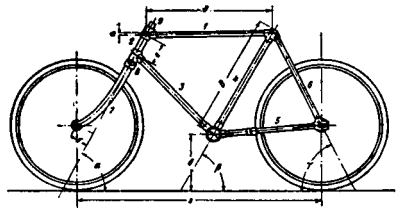
**ВЕЛЛИНГТОНИЯ**, *Sequoia gigantea*, хвойное дерево из сем. Cupressineae Rich., произрастает в Сьерра-Неваде и Калифорнии. В. достигает исключительной долговечности, до 4 000 лет, при необычайных размерах: высота—до 120 м, диам.—до 20 м. Прекрасная легкая древесина В. (уд. вес от 0,34 до 0,42) обладает прочной ядровой красновато-коричневой частью и светлой заболонью до

10 см толщины; употребляется в столярном деле; 1 м<sup>3</sup> воздушно-сухой древесины весит всего 340—350 кг. В настоящее время вывоз древесины В. из Америки прекратился.

Лит.: Керн Э. Э., Деревья и кустарники М.—Л., 1925; Мауг Н., Fremdländische Wald- und Parkbäume für Europa, p. 410—414, Berlin, 1906.

**ВЕЛОДРОМ**, см. Трех.

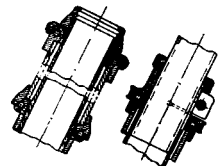
**ВЕЛОСИПЕДНОЕ ПРОИЗВОДСТВО**. Велосипедом называется двух- или трехколесный экипаж, приводимый в движение ногами ездока. В современном велосипеде различают следующие основные части: 1) раму с передней вилкой и рулем, 2) колеса с пневматич. шинами и 3) двигательный механизм, состоящий из педалей, кривошипов, зубчатых колес и бесконечной цепи.



Фиг. 1.

1. Рама. Рама современного велосипеда изготовляется из стальных труб и состоит из переднего четырехугольника (фиг. 1), образуемого трубами 1, 2, 3 и 4, и заднего треугольника, образуемого нижней вилкой 5 и задней стойкой 6. Передняя вилка состоит из двух перьев 7, соединенных посредством коронки 8 со стержнем 9. Труба 2, называемая головкой рамы, служит втулкой для стержня передней вилки, вращающегося на шарикоподшипниках (фиг. 2). Трубы соединяются в раму специальными муфтами помощью пайки медью или электрической сварки. Различают внутреннюю и

внешнюю пайку: в первом случае муфты находятся внутри труб, а во втором случае трубы входят в соответствующие патрубковые муфты. Внутренняя пайка труднее, но зато она дает более изящные и гладкие рамы. В заднем треугольнике нижняя вилка соединяется всегда наглухо с остальными частями, задняя же стойка обыкновенно прикрепляется к подседельной муфте посредством стяжного болта, а внизу соединяется с концевыми вилками пайкой или винтами. Размеры рамы при заданном диаметре колес определяются следующими величинами: длиной  $B$



Фиг. 2.

(фиг. 1), длиной  $0$ , наклоном верхней трубы  $\alpha$ , высотой каретки над уровнем земли  $e$ , длиной головки рамы  $e$ , выносом передней вилки  $b$  и наконец тремя углами ( $\alpha$ ,  $\beta$  и  $\gamma$ ), образуемыми с горизонтом головкой рамы, подседельной трубой и задней стойкой. Длина  $B$  технически называется

«высотой рамы» и определяет размер велосипеда в зависимости от роста седока. Все вышеуказанные размеры меняются в связи с модой и требованиями публики. В настоящее время нормальными размерами считаются:  $B$  (высота рамы) для детских велосипедов от 450 до 500 мм, для дамских от 500 до 600 мм и для мужских от 550 до 600 мм. Длина  $\delta$  около 600 мм ( $\delta \approx B$ ), наклон  $\alpha$  для городских машин 0—10 мм, для дорожных 20 мм, для гоночных 35 мм и больше. Головку рамы в современных машинах делают возможно малой, для придания раме большей жесткости. Вынос передней вилки  $b = 60$ —80 мм; высоту каретки берут в 275—300 мм (для гоночных машин часто больше); углы  $\alpha = 65$ —68° (обыкновенно около 68°),  $\beta = 60$ —70°,  $\gamma = 60$ —62°. При наблюдении всех этих размеров общая длина хода мужского велосипеда  $s$  состоит от 1100 до 1200 мм. От высоты каретки  $v$  зависит наибольший допустимый наклон, а следовательно и скорость машины на поворотах (при данной длине кривошипов и педалей), и вместе с тем—общая высота велосипеда. В треновых гоночных машинах размер  $v$  приходится делать настолько значительным, что сохранение нормальной высоты достигается удлинением всей рамы. Величина  $\alpha$  влияет на распределение веса ездока на оба колеса; длина хода  $\delta$  также оказывает сильное влияние на ездовые качества велосипеда.

Материалом для рам служат трубы из мягкой (для дорожных и легкодорожных машин) или полутвердой (для гоночных и полугоночных машин) стали, тянутые по способу Эргарта, вальцованные по системе Маннесмана, а также сваренные автогенным или электрическим путем. Условия, которым должна удовлетворять сталь, приведены в табл. 1.

Табл. 1.—Свойства стали для велосипедных рам.

Сорт стали	Химический состав в %				
	C	Mn	Si	P	S
Мягкая . . . . .	0,1—0,2	0,6	0,3	>0,07	>0,06
Полутвердая . . . . .	0,2—0,4	0,7	0,3	>0,05	>0,06
Сорт стали	Механические свойства отожженного материала				
	сопр. на разрыв в $\frac{\text{кг}}{\text{мм}^2}$	удлинение в %		выдерживает загиб на 180° вокруг стержня $\varnothing$	
		$l = 5d^*$	$l = 10d^*$		
Мягкая . . . . .	34—42	30	25	4d	
Полутвердая . . . . .	42—50	24	20	6d	

\*  $l$ —длина образца,  $d$ —его диаметр.

Независимо от способа изготовления все идущие на В. п. трубы подвергаются протягиванию в холодном состоянии на стальной оправке через ряд последовательно уменьшающихся стальных полированных колец (холодотянутые трубы), чем дости-

гается, во-первых, правильность размеров, а во-вторых, улучшение механических качеств материала. Главные трубы рамы (верхняя, нижняя и подседельная) имеют diam. 25,4 мм (для гоночных и полугоночных) или 28 мм (для дорожных и легкодорожных машин); толщина стенок д. б. 0,5—0,6 мм для легких, 0,7—0,8 мм для средних и до 1,5 мм для тяжелых машин. Головка рамы (если она не делается из одного куска) д. б. толще остальных, а именно: для легких машин—diam. 32—35 мм и толщ. стенок 1,2—1,5 мм, а для тяжелых—соответственно 35—40 мм и 2,0—2,2 мм.

Соединительные муфты изготавливаются штамповкой из листовой стали с последующей сваркой или пайкой швов или же отливкой из ковкого чугуна. Материалом для штамповки муфт служит мягкая сталь с содержанием: около 0,09—0,12% С и около 0,4% Mn;  $\leq 0,03\%$  Si; 0,01% P и 0,035% S; при испытании листовой стали толщиной в 1,5 мм прибором Эриксона глубина отпечатка д. б. не меньше 10 мм. Толщина штампованных муфт делается в зависимости от веса велосипеда 1,5—2,5 мм. Материалом для литых муфт служит ковкий чугун хорошего качества, имеющий до отжига следующий химический состав: 3,2—3,8% С; 0,8—1,2% Si;  $\geq 0,1\%$  Mn;  $< 0,2\%$  S и  $< 0,1\%$  P. После отжига нормальной пробы (12 мм  $\varnothing$ ) в течение 8 суток она должна показывать в поперечном разрезе следующую металлографическую картину: до 0,5 мм от поверхности—чистый феррит, на глубине 0,5—3,0 мм—феррит, перлит и углерод отжига (Temperkohle), середина (не более 6 мм diam.)—перлит, цементит и углерод отжига. Механические качества ковкого чугуна (проба 12 мм диаметром): сопротивление на разрыв 32 кг/мм<sup>2</sup>, предел упругости 18 кг/мм<sup>2</sup>, удлинение  $\geq 2\%$ . Отливку производят в песчаные формы; отжигу подвергают в течение 6—8 суток.

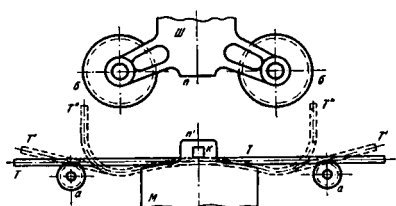


Фиг. 3.

Резка труб производится на отрезном станке. На фиг. 3 изображен отрезной станок новейшей системы, дающий до 400 отрезков в час, совершенно ровных и без заусенцев. Ширину пьерб передней вилки часто делают убывающей книзу; для этого круглую трубу сначала суживают к одному концу на специальном станке (наподобие описанного ниже станка для уточнения спиц), затем изгибают по лекалу и плюшат под прессом в матрице.

Второй операцией, производимой над трубами, является изгибание их для руля, задней стойки и для рамы дамских велосипедов. Для этого их заливают канифолью или применяют особые гибкие стальные стержни. Трубы изгибают по лекалам от руки или в прессах и на специальных станках. Приспособление, употребляемое для изгибания руля в эксцентриковом прессе с большим ходом, изображено на фиг. 4. Оно состоит из нижней матрицы  $M$ , опирающейся снизу на сильные пружины из неопускающихся роликов  $aa$  и связанных с верхним штампом  $III$

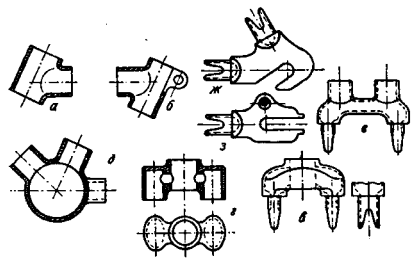
опускающихся роликов бб. Труба Т кладется на матрицу и закрепляется клином ж. Ролики бб, двигаясь вместе со штампом



Фиг. 4.

Ш вниз, придают трубе сначала средний выгиб (положение Т'), после чего поверхности л и л' соприкасаются и штамп, двигая всю матрицу вниз, протаскивает трубу между роликами аа, придавая ей требуемую форму Т''.

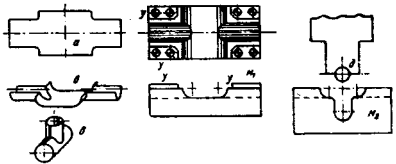
Некоторые фасоны литых муфт изображены на фиг. 5: а—верхняя муфта головки, б—подседельная муфта, в и г—коронки,



Фиг. 5.

д—штулка каретки, е—мост задней вилки, ж, з и з—концевые вилочки; из этих литых деталей в, е, жс и з предназначены для внутренней пайки, а, б, г и д—для наружной. Тяжеловесность и относительная ненадежность литых муфт заставили искать способа делать их из того же материала, что и трубы.

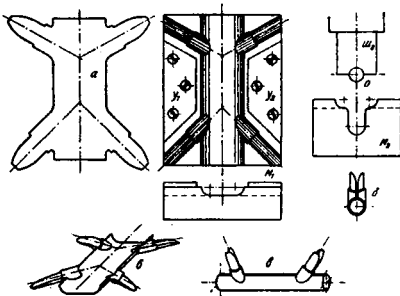
Значительное распространение получил способ штампования муфт из листового стали указанных выше свойств. Каждый завод выработал свои приспособления и свои методы работы. Примером может служить



Фиг. 6.

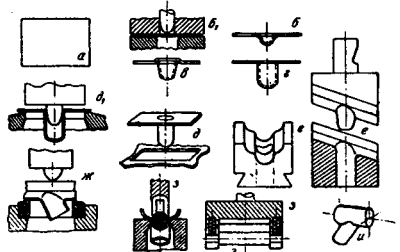
штампование рулевой муфты, последовательные стадии которого представлены на фиг. 6: высечка бланкета а, изгиб его в

матрице М<sub>1</sub>, куда он кладется между упорками у и получает форму б; окончательный изгиб в матрице М<sub>2</sub> помощью оправки д в форму е. Штампование более сложной части, головки рамы, изображено на фиг. 7: сначала вырезается бланкет а, кладется между



Фиг. 7.

упорами у<sub>1</sub> и у<sub>2</sub> в матрицу М<sub>1</sub> и прессуется соответствующим штампом, придающим ему вид б; затем его издают в матрицу М<sub>2</sub>, где штамп ш<sub>2</sub> опускающейся вниз оправкой о придает ему окончательную форму в. Оставшиеся после штампования швы свариваются автогенным или электрич. способом или же паяются медью; в последнем случае необходимо применять гораздо более тугоплавкий припой, чем для последующей пайки рамы. Часто применяется штампование вместе с вытягиванием; на фиг. 8 изображено такое

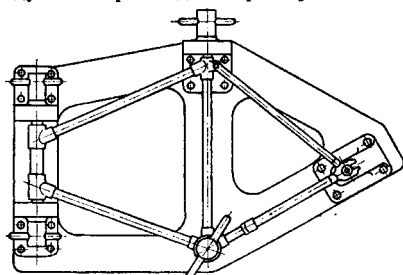


Фиг. 8.

изготовление косоугольной муфты: высечка бланкета а, вытягивание стакана в три хода б, в, г на матрицах образца б<sub>1</sub>, обрезка краев д штампом д<sub>1</sub>, изгиб в матрице е, обрезка штампом жс и окончательный загиб краев в матрице помощью оправки з<sub>1</sub> и штампа з; окончательная форма муфты—и.

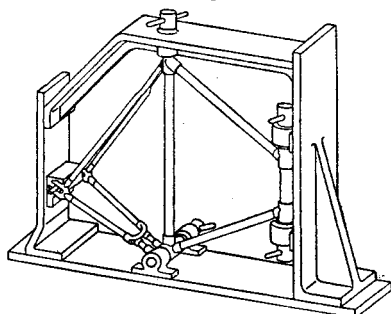
Следующая операция по изготовлению рамы — с б о р к а. Необходимая в массовом производстве точность сборки м. б. достигнута лишь применением соответствующих приспособлений (см. фиг. 9 и 10). После сборки рамы в каждом соединении трубы с муфтой просверливается отверстие диам. 1,5—2,5 мм, в которое загоняется коническая шпилька, обеспечивающая неизменяемость положения частей при последующей пайке. После этого рама вынимается из калибра и идет в пайку.

Окончательное соединение частей рамы между собой производится тремя различными



Фиг. 9.

способами: пайкой, автогенной или электр. сваркой. Наиболее употребительным способом остается до наст. времени пайка медью



Фиг. 10.

или нейзильбером. В табл. 2 приведены рецепты некоторых употребительных припоев.

Табл. 2.—Составы припоев.

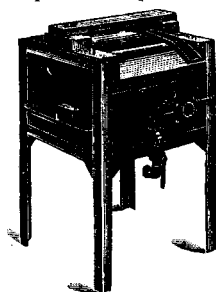
Сорт	Состав в %				t° плав.
	Cu	Zn	Ag	Ni	
Очень тугоплавкий . . .	60	40	—	—	840
Тугоплавкий . . .	54	46	—	—	770
Тугопл. серебряный . . .	50	46	4	—	740
Средний тугоплавкий . . .	51	49	—	—	700
Серебряный . . .	43	49	9	—	720
Тугопл. нейзильберный . . .	38	50	—	12	—
Легкопл. нейзильберный . . .	35	57	—	8	—
Легкоплавкий медный . . .	45	55	—	—	660
Очень легкоплавкий . . .	42	58	—	—	620

В мелких мастерских пайка производится от руки помощью бунзеновской горелки специальной формы; в более крупных производствах для этого служат газовые паяльные столы (фиг. 11), нагревающие подлежащее спайке место сразу с обеих сторон и препятствующие излишнему рассеиванию теплоты при помощи поставленных по бокам огнеупорных кирпичей. В массовом производстве и этот способ оказывается недостаточно производительным, и в таком случае прибегают к пайке в газовых печах или способом погружения. Печь первого типа

для пайки вилок изображена на фиг. 12. Печь второго типа применяется гл. образом для рам; она имеет сверху два отверстия: одно из них служит для предварительного подогрева спаиваемого места, второе лежит над графитовой ванной, в к-рой помещается расплавленный припой, покрываемый для уменьшения потерь от окисления угольным порошком. Места, к-рые желательно защитить от припоя, перед погружением покрывают иногда графитовой или др. замазкой.

Из двух остальных способов, электрической и автогенной сварок, первая более распространена и при правильном выборе материала труб и муфт достаточно надежна. Сварка производится впритык по способу расплавления на нормальных машинах мощностью ок. 10 kW, снабжен. лишь спец. зажимами.

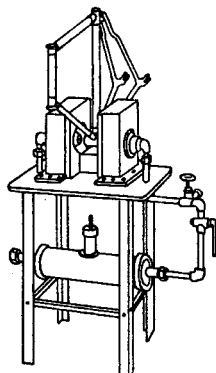
В общем приведенные способы можно характеризовать сл. обр.: пайка газовыми горелками надежна, но дорога, т. к. мало производительна (опытный мастер паяет до 20 передних вилок в ч.); пайка в специальных и газовых печах надежна и дешева (до 50 вилок в ч.); пайка погружением очень надежна и производительна (до 60—80 паяк в ч.), но вызывает значительный расход припоя и работу по очистке; электрич. сварка дешева, производительна, не всегда надежна и затрудняет правильную сборку; автогенная сварка мало производительна и ненадежна.



Фиг. 12.

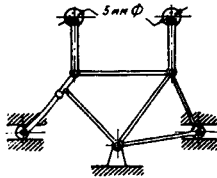
Очистка рамы от излишков припоя производится вручную, но в последнее время рекомендуется электролитич. способ (Langbein - Pfannhäuser-Werke, Лейпциг): спаянные предметы опускают в ванну, растворяющ. только припой, причём анодами служат сами обрабатываемые предметы, а катодами — латунные листы; работа ведется при плотностях тока в 3—5 A/dm<sup>2</sup> и продолжается 15—30 минут. Делавшиеся неоднократно попытки заменить пайку и сварку рамы механическими способами соединения (свинчиванием, раскаткой и т. д.) до сих пор не получили сколько-нибудь заметного распространения.

На всех образцов. 3-дах рама после спайки подвергается испытанию на прочность

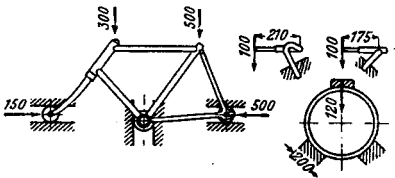


Фиг. 11.

статической или динамич. нагрузкой. Последний способ предпочтительнее, но в виду его длительности (несколько часов и даже дней) он м.б. применять лишь на выдержку. Схема его представлена на фиг. 13. Рама зажимается в середине неподвижно, тогда как оси переднего и заднего колес могут перемещаться в горизонтальн. направлении; к подседельной и верхней рулевой муфте прикрепляются длинные шатуны, верхние концы которых совершают 200—300 колебаний в минуту с амплитудой в 5—6 мм. Машина служит только для сравнительных испытаний, причем счетчик отмечает число колебаний, выдержанных рамой до поломки. Испытание статическ. нагрузкой производится по схеме, приведенной на фиг. 14, где указаны размеры и направления нагрузок при испытании рамы, руля, подседельного крюка и обода переднего колеса (для заднего колеса нагрузка увеличивается до 150 кг). После всех этих испытаний части не должны обнаруживать остающихся деформаций.



Фиг. 13.



Фиг. 14.

По испытанию рама направляется в отделку. Загрунтовка особой эмалью производится кистями, пульверизаторами или погружением в ванну с краской; последний способ наиболее производителен и допускает применение поточной работы. Краске дают стекать в продолжение 10—15 минут, после чего рама поступает в сушильную печь, где она сохнет при 150—170° в течение 1½—2 ч. Затем ее в 2—3 приема окончательно покрывают эмалью, причем она каждый раз поступает для сушки в печь (для черной эмали при 140—160° на 1½—2 часа, для цветной при 60—100° несколько дольше). В массовом производстве рамы передвигаются от одной ванны к другой и через сушильные печи на бесконечных цепях или подвесных однорельсовых дорогах.

**2. Колеса.** Обода делают деревянные или стальные; несколько типичных профилей первых изображены на фиг. 15 (1, 2 для однотрубных, 3 и 4 для двухтрубных шин). Материалом для них служат преимущественно гикори и ясен. Профили стальных ободов чрезвычайно разнообразны; некоторые из них приведены на фиг. 16. Наиболее употребительны: 1—



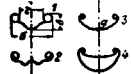
Фиг. 15.

для шин типа Денлоп и 3—для шин с бортами. Ходовые диаметры резиновых шин: для детских велосипедов—560 мм, редко—610 мм; для прочих—660 и 710 мм. Нормальные размеры ободов для шин в 710 мм приведены в табл. 3. Число отверстий для спиц—36, их диаметр—4,5 мм.

Табл. 3.—Размеры ободов.

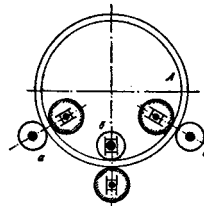
Ширина шин	Периферический размер в мм по дну обода для типов шин:		Размер сечения в мм (фиг. 16, 1)		
	Денлоп	с бортами	б	в	г
30 мм (1¼ дм.)	1995 <sup>+2,5</sup> <sub>-1,2</sub>	1960 <sup>+2,5</sup>	30	13 ± 0,5	20
30 * * *	*	*	33	13,5 ± 0,5	20
38 * (1½ дм.)	*	*	33	13 ± 0,5	23
38 * * *	*	*	38	16,5 ± 0,5	25
44 * (1¾ дм.)	*	*	43	15 ± 0,5	30

Материалом для ободов служит хорошо сваривающаяся, не слишком твердая сталь такого же состава, как и для штампованных муфт. Она валцуются холодным способом в длинные ленты соответствующего сечения. В последнее время для шин с бортами употребляют часто обода, имеющие посредине небольшой выступ (фиг. 16, 3, а), придающий сечению большую жесткость, а также скрывающий до некоторой степени головки nipples. Стальная лента, намотанная на катушки, пропускается через специальные валцы, придающие ободу надлежащий профиль и изгибающие его одновременно в кольцо. За последней парой валцов находятся ножницы, которые отрезают ленту надлежащей длины. Производительность машины около 150 ободов в час. Стык сплавляется, а чаще сваривается впритык расплавлением на электрических сварочных машинах сопротивления. Мощность машины около 15 kW, а продолжительность одной сварки от 15 до 20 секунд.



Фиг. 16.

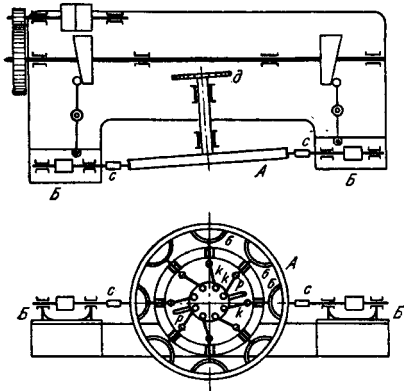
Остающийся после сварки шов удаляют обработкой наждачным колесом вручную или на специальных станках, служащих одновременно для выверки круговой формы обода. Схема действия такого станка представлена на фиг. 17: два неподвижных а и один переставной ролики б вместе с тремя наждачными кругами придают ободу А окончательную форму. После этого приступают к сверлению отверстий для спиц. Применяемые здесь сверлильные станки обычно являются специальной конструкцией велосипедных заводов. При одном повороте рукоятки р (фиг. 18) обод А зажимается распорками в, которые соединены с шатунами к. Зажимная муфта помещается на одной оси с делительным



Фиг. 17.

ролик б вместе с тремя наждачными кругами придают ободу А окончательную форму. После этого приступают к сверлению отверстий для спиц. Применяемые здесь сверлильные станки обычно являются специальной конструкцией велосипедных заводов. При одном повороте рукоятки р (фиг. 18) обод А зажимается распорками в, которые соединены с шатунами к. Зажимная муфта помещается на одной оси с делительным

кругом  $\delta$  и составляет требуемый расхождением спиц угол с осями двух сверлильных шпинделей  $c$ , входящих в бабки  $B$  и приводимых в движение ремнем от потолочного привода. Станок пригоден для сверления как металлических, так и деревянных

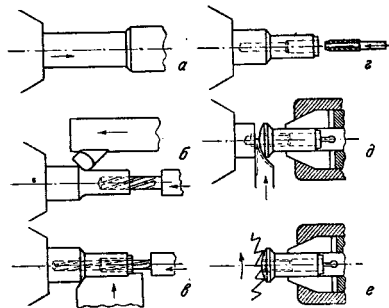


Фиг. 18.

ободов. Время сверления обода составляет около 6 м.; один рабочий может одновременно обслуживать 3—4 станка. После сверления обода поступают в отделку.

В настоящее время употребляются исключительно т. н. тангентные спицы, работающие только на растяжение и имеющие поэтому по сравнению с обыкновенными очень слабое сечение. Они изготавливаются из специальной стальной проволоки (Speichendraht), тнутой холодным способом, толщ. 1,8—2,0 мм. Спицы делают или одинаковой

толщины по всей длине или с утончением по середине до 1,5—1,6 мм. Нормальные длины спиц равны 285, 295, 305 и



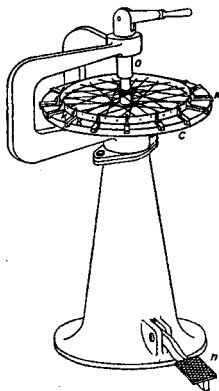
Фиг. 19.

315 мм. Проволока непосредственно с кругов поступает в специальную машину, где она выпрямляется, режется, снабжается головкой и изгибается; производительность машины—около 3 500 спиц в час. Утончение

средней части производится на специальных станках с молоточками, которые подвергают спицу многочисленным, сравнительно слабым, но частым ударам (до 20 000 в минуту), вследствие чего происходит вытягивание спицы и одновременно улучшаются механические качества материала. Нарезка спиц иногда производится на специальных винторезных станках, но в последнее время ее стали делать почти исключительно накатыванием на специальных машинах. Производительность таких машин составляет до 2 500 спиц в час. Ниппеля делают латунные или стальные. Латунь, с содержанием около 70% Cu и 30% Zn, прессуется из проволоки в матрицах для получения надлежащей формы, после чего на специальных станках просверливается отверстие, нарезается резьба, фрезеруется квадрат и пропиливается прорез; иногда квадрат делается при самом прессовании, и тогда оставшая обработка ведется на автоматических токарных станках. Стальные ниппеля делают таким же образом или их вытачивают из пруткового материала на автоматических токарных станках.

На германских заводах материалом для ниппелей служит так называемая сталь для автоматов следующего химического состава: 0,07—0,12% C;  $\leq$  0,2% Si; 0,5—0,6% Mn; 0,1—0,15% P и 0,1—0,15% S (содержание P и S указано не предельное, но желательное); сопротивление на разрыв 40—45 кг/мм<sup>2</sup>, удлинение 22—28%. Нормальные размеры ниппеля и ход обработки изображены на фиг. 19, где:  $a$ —движение прутка,  $b$ —обдирка наружной поверхности и сверление большого отверстия,  $c$ —шлихтование наружной поверхности и сверление малого отверстия,  $g$ —нарезка резьбы,  $d$ —отрезание и прием ниппеля зажимным приспособлением, подводящим его к круглой пиле,  $e$ —выпиливание прорези. Затем ниппеля полируются во вращающихся бочках и никелируются.

Весьма ответственной работой является сборка колес. Для ускорения этой работы на всех крупных заводах применяются специальные станки (фиг. 20). Втулку со вставленными уже в нее спицами надевают на ось  $o$ , после чего кладут обод на круглый вращающийся стол  $c$  и зажимают центрующе посредством шек  $k$ ,  $k$ -рые приводятся в движение от педали  $n$ . Навинчивание и предварительную затяжку ниппелей производят либо вручную, либо помощью механической отвертки, с передачей через фрикционную муфту от электромотора; в первом случае равномерность затяжки зависит от опытности мастера, во втором—она



Фиг. 20.

обеспечивается постоянством максимального вращающего момента, передаваемого муфтой. Производительность такого станка при работе механич. отвертками 6—10 колес в ч. После сборки колеса поступают для окончат. выверки к мастерам-специалистам, т. к. эта работа требует особой опрятности и сноровки.

Все три главные оси велосипеда (передняя, задняя и ось каретки) вращаются на шарикоподшипниках. Несущие ось шарикопомещаются между двумя соответственным образом сформированными поверхностями. Смотря по величине угла между осью вращения и касательной в точке катания шариков мы различаем четыре рода шарикоподшипников (фиг. 21): I—нормальные ( $\alpha=0^\circ$ ), II—с внутренним конусом ( $0^\circ < \alpha < 90^\circ$ ), III—упорные ( $\alpha=90^\circ$ ) и IV—с внешн. конусом ( $90^\circ < \alpha < 180^\circ$ ). Первый род применяется в последнее время все чаще и особенно во втулке каретки, второй и четвертый—во всех трех втулках, а третий—в головке рамы. Наиболее совершенной является первая форма, так как здесь происходит чистое катание шариков без скольжения. Теоретически наивыгоднейшая форма конусных подшипников (фиг. 22, а и б),—когда обе касательные или прямые, проходящие через обе точки катания шариков, пересекаются на оси подшипника. Это условие весьма трудно выполнимо на практике, почему обыкновенно конусу и чашке придают форму в. Употребительные размеры радиусов закруглений конуса  $r_1=0,70d$ , чашки  $r_2=1,17d$ , а глубина канавок  $g=0,17d$ ; угол  $\alpha$  делается нормально около  $45^\circ$  (фиг. 22). В конусных подшипниках один из четырех элементов (два конуса и две чашки) должен быть подвижным для возможности регулировки, после чего все части втулки должны быть надежно, образом закреплены.

Материалом для корпуса втулок служит обыкновенно та же сталь, что и для автоматов, в тех случаях, когда некоторые части втулки должны быть цементированы и закалены, употребляется специальная сталь для цементации, имеющая следующий химич. состав:  $0,3-0,35\% C$ ;  $\leq 0,8\% Mn$ ;  $\leq 0,35\% Si$ ;  $\leq 0,05\% P$  и  $\leq 0,05\% S$ . Требуемые механические свойства представлены в табл. 4.

Табл. 4.—Свойства стали для втулок.

Материал	Предел упругости в $кг/мм^2$	Сопротивление на разрыв в $кг/мм^2$	Удлинение в %	Ударная работа в $кгм/см^2$
Тянутый . . . . .	25—35	33—50	28—32	—
Отжогенный . . . . .	22—28	36—44	30—35	28
Закаленный в воде при $850^\circ$ (без цементации) . . . . .	35—50	55—75	20—12	20

Этот же сорт стали употребляют для осей, конусов и чашек (для последних в том случае, если их закаливают после цементации). Для лучших машин конуса и чашки закаливают в целом, для чего берут специальную хромовую сталь следующего химич. состава:  $0,9-1,1\% C$ ;  $1,4-1,6\% Cr$ ;  $0,2-0,3\% Mn$ ;  $0,2-0,3\% Si$ ; со след. механич. качествами в отожженном состоянии: предел упругости  $32-40 кг/мм^2$ ; удлинение  $20-16\%$ ; после закалки в масле при  $820-840^\circ$  твердость по Бринелю  $620-650$ , сопротивление на изгиб до  $120-140 кг/мм^2$ .

Шарики для различных втулок употребляются следующих размеров (в дм.):

Для головки . . . . .	$\frac{1}{8}$ — $\frac{1}{4}$
• передей . . . . .	$\frac{1}{16}$ — $\frac{1}{8}$
• передней втулки . . . . .	$\frac{1}{16}$ — $\frac{1}{8}$
• задней втулки . . . . .	$\frac{1}{16}$ — $\frac{1}{8}$
• втулки каретки . . . . .	$\frac{1}{16}$ — $\frac{1}{8}$
• задней втулки багажных 3-колесных машин . . . . .	$\frac{1}{4}$ — $\frac{3}{8}$

Конструкции передней втулки даны на фиг. 23, размеры втулки—в табл. 5.

Табл. 5.—Размеры втулки (в мм).

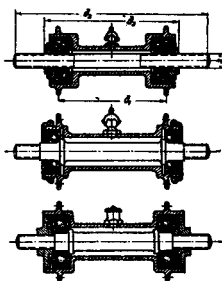
Наименование размеров	Для велосипедов	
	нормального	3-колесного
Расстояние между фланцами для спиц, $d_1$ . . . . .	38	38
Диаметр оси, $d$ . . . . .	7,5	10,0
Длина оси, $d_2$ . . . . .	110—115	130
Длина втулки, $d_3$ . . . . .	82—90	90—95

Задние втулки без свободного хода совершенно сходны по конструкции с передними, с той лишь разницей, что их диаметр немного больше и с правой стороны они снабжаются нарезкой для навинчивания зубчатки и контргайки. Нарезка нормально имеет наружный диаметр в  $34,9$  мм; диаметр по двум нарезкам— $33,9$  мм, число ниток—24 на  $1^\circ$ , резьба правая. Контргайка делают с левой нарезкой наружного диаметра  $32,7$  мм, внутреннего диаметра  $31,77$  мм, 24 нитки на  $1^\circ$ . Одним из существенных размеров задней втулки является расстояние цепной линии от средней плоскости заднего колеса; нормальными размерами являются 33, 35 и 38 мм, причем последняя величина наиболее употребительна. Нормальные размеры задних втулок приведены в табл. 6.

Большинство современных велосипедов снабжается т. н. свободным ходом, т. е. такой задней втулкой, к-рая допускает передачу усилия только в одном направлении, благодаря чему велосипед продолжает на ходу катиться вперед и при остановленных педалях. На фиг. 24 изображена втулка свободного хода системы Торпедо. При вращении зубчатки  $p$  вперед, в направлении,



Фиг. 22.



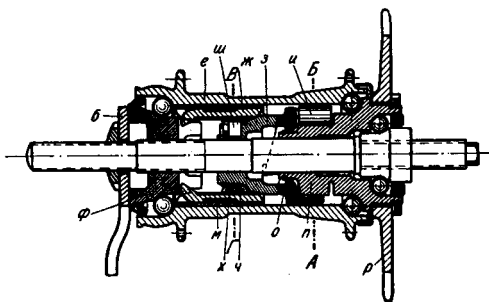
Фиг. 23.



Табл. 6.—Размеры задних втулок (в мм).

Род машины	Расстояние выс. полн. лентки	Длина втулки	Длина оси	Род под- шипников
Нормальн. велосип.	33	95	130	Наруж- ные ко- нуса
»	35	95	135	
»	38	100	140	
Тендемы	50	118	160	Вну- тренние конуса
Нормальн. велосип.	33	88	120	
»	35	88	125	
»	38	98	135	

указанном на разрезе А-В стрелкой, тело храповика *н* вращается в том же направлении, причем ролики *и*, заклиниваясь между храповиком и корпусом втулки *е*, передают рабочее усилие на заднее колесо. Если при

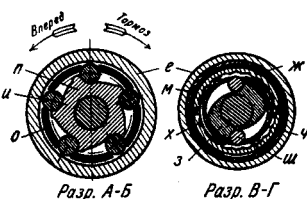


Фиг. 24.

вращаемся вперед колесе мы остановим зубчатку, то втулка *е*, продолжая вращаться в том же направлении, откатит ролики вглубь канавок храповика и таким образом нарушит сцепление между зубчаткой и колесом. При вращении же педалей, а следовательно и зубчатки, в обратном направлении ролики, упираясь в вырезы клетки *о*, начнут вращать последнюю в том же направлении. Клетка *о* имеет на левом конце (см. продольный разрез) винтовые поверхности, соприкасающиеся с винтовыми поверхностями промежуточной втулки *з*; пока последняя вращается вместе с клеткой *о* вперед, ролики *и* (см. разрез В-Г) удерживаются в глубине вырезов промежуточной втулки кольцом *ч*, скользящим с легким трением (благодаря пружинкам *х*) в тормозной втулке *жс*. Последняя удерживается от вращения двумя выступами, входящими в вырезы левого конуса *б*, снабженного в свою очередь рычагом *б*, соединенным с рамой велосипеда. При вращении промежуточной втулки *з* в тормозящем направлении ролики *и* выдвигаются кнаружи и, входя в одну из канавок тормозной втулки *жс*, удерживают втулку *з* от дальнейшего вращения в этом направлении; в этот момент вступают в действие винтовые поверхности, которые продвигают втулку *з* влево, благодаря чему состоящая из двух половин, удерживаемых вместе пружиной *м*, тормозная втулка *жс* наводится на конусные поверхности *б* и *з*, распирающие ее и вызывающие т. о. тормо-

жение заднего колеса. Иногда заднюю втулку снабжают еще двумя сменными скоростями, позволяющими уменьшать передачу при подъеме на гору или на плохой дороге.

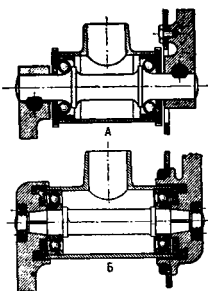
Конструкции втулок каретки также весьма разнообразны; некоторые типич. примеры их даны на фиг. 25. Наиболее употребительна система А с внутренними конусами и закреплением кривошипов клиньями. Нормальные размеры втулки каретки определяются следующими требованиями: расстояние между внешними поверхностями кривошипов не должно превосходить 125 мм; расстояние между цепной линией и средней плоскостью рамы должно быть равно 33, 35 или 38 мм соответственно задней втулке; наружный диам. корпуса каретки—41 мм. Вал каретки не должен обнаруживать остаточных деформаций после нагрузки в 150 кг



на плече, равном длине кривошипа. Нормальный диаметр вала для обыкновенных велосипедов 16 мм, для тяжелых машин—18,5 мм.

При изготовлении частей для втулок большинство их подвергается цементации и закалке. В более крупных частях, которые должны быть цементированы не по всей поверхности, части, подлежащие остаться мягкими, покрываются замазкой из глины в 5—8 мм, в последнее же время стали покрывать тонким слоем меди (галваническим способом). При употреблении стали, о которой говорилось выше, цементация продолжается 5—8 ч. при  $t^{\circ}$  850—900°.

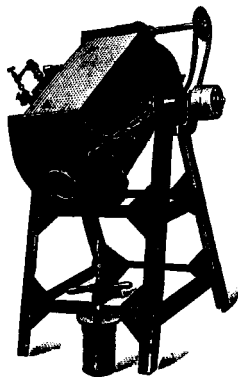
Закалку можно производить или непосредственно из печи для цементации или, еще лучше, дать всему медленно остыть и затем закалывать особо. Мелкие части с выгодой цементуются при помощи газа в специальных вращающихся печах по типу изображенной на фиг. 26. Подлежащие цементации предметы загружаются в печь (смотря по размеру ее, от 20 до 400 кг за раз), которая затем доводится до  $t^{\circ}$  750—780°, при-



Фиг. 25.

чем через рабочее пространство печи пропускается содержащий углерод газ (обычно карбюрированный бензином или бензолом аммиак), который и производит цементацию. Печь вращается со скоростью 1—6 об/мин., чем достигается равномерность цементации. Продолжительность последней равна  $\frac{1}{2}$ —2 час., в зависимости от требуемой глубины цементации. Закалку производят непосредственно из печи, для чего под конец понижают темп-ру до 850°. При этом способе на 100 кг цементированных изделий расходуется около 8 кг нефти, 12 м<sup>3</sup> аммиака, 0,6 кг бензина (для карбюрации) и ок. 1 $\frac{1}{2}$  ч. рабочего времени. После закалки рабочие поверхности втулок, конусов и чашек подвергаются шлифованию наждачными кругами с водой на специальных шлифовальных станках. Подлежащую никелированию наружную поверхность втулок после шлифовки обезжиривают. Обе операции м. б. заменены электролитич. декапированием в специально составленной ванне. При последнем способе предметы м. б. одновременно покрыты тонким слоем меди. Никелировка проводится в движущейся ванне, в которой или только сама жидкость поддерживается в по-

стоянном движении пропусканьем воздуха или кроме того и никелируемые предметы двигаются в ванне. Прочности и быстроте никелирования содействует также применяемое теперь непрерывн. фильтрование жидкости, для чего имеется особый центробежный насос. Никелировочная установка, начиная с электролитического декапирования, м. б. совершенно автоматическ. (фиг. 27), являясь так. образом органическим звеном современной поточной работы. Сравнительные данные различных способов никелировки приведены в табл. 7 (принимая среднюю

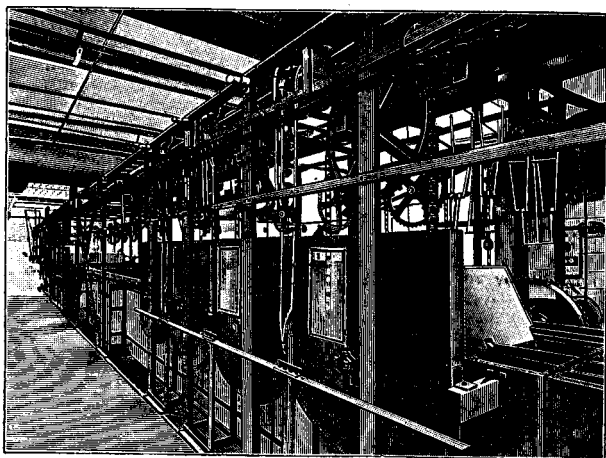


Фиг. 26.

Табл. 7.—Различные способы никелировки.

Характеристика ванн	Электролит		t°	Расстояние предметов от анодов в см.	Ток		Время никелировки в минутах	Продувание сжат. воздухом			Мощность электр. насоса в л/сек	Мех. прив. скорость движ. в м/мин	Мотор, лг
	колич. соли в кг на 100 л	плотность в °Be			V	A/дм <sup>2</sup>		число соедел	давление в атм	колич. воздуха в л/ч			
Обыкновен. ванна, разм. 1 800 л, слабо кислая, вальц. аноды . . . . .	10	6—7	25	18	2,5	0,35	180—240	—	—	—	—	—	—
Неподвиж. ванна, разм. 1 800 л, слабо кислая, вальц. аноды, старый тип . . . . .	25	15—17	25	18	3,0	1,0	75—90	—	—	—	—	—	—
То же, новый тип . . . . .	32	18—20	35—40	18	4,0	2,0—3,0	45—50	—	—	—	—	—	—
Неподвижн. ванна, разм. 2 000 л, слабо кислая, вальц. аноды, с продуванием воздуха и 1 фильтром . . . . .	26	16—20	30—35	18	3,0—5,0	1,5—3,0	30—40	2	1,0	2,4	1,2	—	—
Быстродействующ. ванна, разм. 2 000 л, слабо кислая, вальц. и литые аноды (пополам), с колеблющ. движением анодов и штанг . . . . .	28	16—20	30—40	18	4,0—5,0	2,0—2,5	35—45	—	—	—	—	0,5	0,3
Быстродействующ. ванна, разм. 2 700 л, слабо кислая, вальц. аноды с вьюгов. движением подвешенного кольца и 2 фильтрами, 1926 г. . . . .	15	9—10	28—35	20	4,0—5,0	2,0—3,0	30—35	3	1,0	3,6	2,4	3,7	0,2
Быстродействующ. ванна, размера от 5 000 л, слабо кислая до нейтральной, вальц. аноды с поступат. движ. предметов, с 3 фильтрами, 1927 г. . . . .	32	18—20	30—40	18	4,0—6,0	2,0—4,0	20—30	4	1,0	4,8	9,6	0,5—1,0	0,3

толщину слоя  $\approx 0,015$  мм). Толщина никелевого слоя для лучших велосипедов делается в 0,03 мм (ок. 250 г/м<sup>2</sup>), для более дешевых велосипедов—от 0,01 до 0,015 мм (90—180 г/м<sup>2</sup>).



Фиг. 27.

**3. Передаточный механизм.** В современном велосипеде рабочее усилие передается на заднее колесо почти исключительно помощью роликовой цепи; передача карданным валом с коническими шестернями, несмотря на многочисленные попытки, не получила сколько-нибудь значительного распространения. Величина передачи условно обозначается в дюймах, причем число дюймов передачи равняется воображаемому диаметру колеса, пробегающего за один оборот тот же путь, что и данный велосипед при полном обороте кривошипов. Величина передачи исчисляется по формуле  $K = \frac{Z}{z} d$ , где  $K$ —передача в дм.,  $Z$ —число зубцов шестерни каретки,  $z$ —число зубцов шестерни заднего колеса, а  $d$ —диам. заднего колеса в дм. Употребительные размеры передачи для различных видов велосипедов приведены в табл. 8.

Табл. 8.—Размеры передач.

Наименование видов велосипеда	Передача в дм.	Путь в м, пробег. за 1 обор. кривошипов
Багажные трехколесные . . .	45	3,6
Багажные двухколесные . . .	60	4,8
Детские . . . . .	45—60—68	3,6—4,8—5,4
Дамские . . . . .	63—68—75	5,0—5,4—6,0
Дорожные . . . . .	68—80—95	5,4—6,4—7,6
Дорожные тележки . . . . .	75—84—100	6,0—6,7—8,0
Лесгодорожные и полудорожные . . . . .	68—90—98	5,4—7,2—7,8
Гонимые . . . . .	75—100—112	6,0—8,0—9,0
Гонимые тележки	90—115—120	7,2—9,2—9,6
Многомош. маш. для лидирования . . . . .	115—125—140	9,2—10,0—11,1

Задние зубчатки имеют 7—12 (для ленточной цепи) и 12—24 (для роликовой цепи) зубцов. Большие (средние) зубчатки при этих данных должны иметь от 30 до 70 зубцов (для роликовой цепи). Удобным набором являются: 4 малых зубчатки с 15, 16, 17, 18 и 4 больших с 30, 39, 50, 63 зубцами; получаемые из их комбинаций 16 передач покрывают почти все встречающиеся на практике требования (табл. 9).

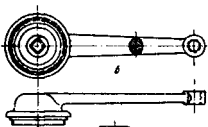
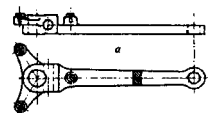
Передаточный механизм состоит из двух зубчатых колес, цепи, кривошипов и педалей. Кривошины укрываются на валу каретки. Наиболее употребительным способом является закрепление при помощи клиньев (фиг. 28, а и фиг. 25, А). Недостаток этого способа—значительное давление, возникающее между клином и валом каретки и доходящее (отбрасывая уменьшающую его силу трения) до 150 кг/мм<sup>2</sup>, т. е. до размеров, которым не может противостать наилучший материал. Другим также весьма употребительным способом является закрепление кривошипов на валу

Табл. 9.—Наборы зубчаток и их передачи.

Число зубцов большой зубчатки \ Число зубцов малой зубчатки	18	17	16	15
	Передачи в дм.			
30	46 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	49 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	52 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	56
39	60 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	64	68	73
50	78	82 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	87 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	93 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>
63	98	104	110	118

помощью 3- или 4-гранного отверстия (фиг. 28, б и 25, Б), которое для облегчения пригонки и уничтожения износа делают конической формы, что сильно затрудняет и удорожает обработку. Хороший способ соединения кривошипов изображен на фиг. 28, в: здесь каждый кривошип составляет одно целое с соответствующей половиной вала; соединение достигается затягиванием сквозного болта, прижимающим оба полувала друг к другу и к стенкам окружающей их трубки. Прикрепление зубчатки к кривошипу производилось прежде почти исключительно привинчиванием ее к лапкам, откованным заодно с кривошипом (фиг. 28, а); теперь предпочитают снабжать правый кривошип особым фланцем, центрирующим шестерню, которая либо прикрепляется болтиками, либо навинчивается и закрепляется контргайкой (фиг. 28, б). Сечение кривошипов де-

дается прямоугольным или овальным; длина их равняется нормально 160—180 мм; на конце делают для педали отверстие с винтовой нарезкой  $\frac{9}{16}'' = 14,28$  мм наружного диаметра с 20 нитками на 1 дм., правой



Фиг. 28.

для правого, левой для левого кривошипа. Материалом для кривошипов служит сталь, которая обладает в отожженном состоянии следующими механическими свойствами: предел упругости 26—28 кг/мм<sup>2</sup>, сопротивление на разрыв 38—44 кг/мм<sup>2</sup>, удлинение 25—30% и ударная работа 28 кгм/см<sup>2</sup> нормального образца. Для лучших велосипедов место прикрепления кривошипа к валу цементируется и закаливается. Кривошипы отжываются в матрицах при  $t^{\circ} 1\ 150—1\ 000^{\circ}$ , затем отжигаются 2—3 часа при 600—650<sup>o</sup>, после чего следует обработка, производящаяся либо на сверлильных либо на полуавтоматических токарных станках. После обработки кривошипы иногда цементируются (3—4 ч. при  $t^{\circ} 800—850^{\circ}$ ) и затем закаливаются при  $t^{\circ} 880—900^{\circ}$ . Кривошипы должны без остающихся деформаций выдерживать нагрузку в 160 кг, приложенную в pedalном очке параллельно оси каретки, и в соединении с осью — по 150 кг на обоих кривошипах, действующих перпендикулярно к плоскости, проходящей через оба кривошипа и ось.

Зубчатые кривошипы делают в настоящее время почти исключительно из листовой стали, толщиной ок. 3 мм и обладающей теми же механическими свойствами, что и материал для кривошипов. Элементы зубцов (фиг. 29) вычисляются по следующим формулам:

$$D_t = \frac{t}{\sin \frac{180^{\circ}}{z}} \quad (\text{для роликовой цепи});$$

$$D_t = \frac{t}{2 \sin \frac{90^{\circ}}{z}} \quad (\text{для ленточной цепи});$$

$$D_n = D_t + d; \quad D_b = D_t - d; \quad L = 0,1 \div 0,2 d;$$

$$b = B - (0,2 \div 0,5 \text{ мм}),$$

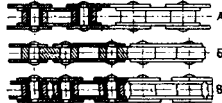
где  $D_t$  — диаметр начальной окружности,  $D_n$  — наружный диам.,  $D_b$  — диаметр по дну зубцов,  $t$  — длина звена цепи,  $z$  — число зубцов,  $d$  — диаметр ролика цепи,  $L$  — тангенциальный зазор,  $b$  — толщина колеса и  $B$  — внутренняя ширина цепи.

Общепринятые размеры цепей, которые употребляются для различных видов машин, приведены в табл. 10.

Табл. 10.—Размеры цепей.

Род цепи	Виды велосипедов	Шаг	Внутренняя ширина			
роликовая	Все виды Воен. (Германия)	$\frac{1}{2}''$	$\frac{1}{2}''$	4 мм	$\frac{3}{16}''$	$\frac{1}{4}''$
	Все виды « (наиб. употреб.)	13 мм	$\frac{9}{16}''$	—	—	—
	Багажные	15 мм	$\frac{4}{4}''$	$\frac{9}{16}''$	$\frac{1}{4}''$	$\frac{1}{4}''$
	« « тендемов	$\frac{9}{16}''$	$\frac{3}{4}''$	4 мм	$\frac{1}{16}''$	$\frac{3}{16}''$
	« « «	18 мм	$\frac{4}{4}''$	$\frac{1}{16}''$	$\frac{1}{16}''$	—
ленточн.	Гоночные	1"	$\frac{1}{2}''$	—	—	—
	Багажные 3-колесные	1"	$\frac{1}{16}''$	$\frac{3}{16}''$	$\frac{1}{16}''$	$\frac{1}{16}''$
	« « почтовые	1"	$\frac{1}{4}''$	$\frac{9}{16}''$	$\frac{3}{16}''$	—
двойн. ролик.	Все виды	1"	$\frac{1}{2}''$	4 мм	$\frac{9}{16}''$	$\frac{1}{4}''$

Наиболее употребительны роликовые цепи (фиг. 30, А), затем — ленточные (фиг. 30, В) и двойные роликовые (фиг. 30, В). Материалом для боковых звеньев служит листовая сталь следующего химич. состава: 0,75% С; 0,50% Мп; 0,15—0,25% Si; Р и S не больше 0,05% каждого в отдельности и максимум 0,08% вместе. Сопротивление на разрыв вальцован. материала равно 90—95 кг/мм<sup>2</sup>, удлинение  $\geq 3\%$ . Боковые пластинки высекаются в автоматических эксцентровых прессах нормального типа (производительность до 200 000 шт. в день), затем продырявливаются и чеканятся, причем последняя операция имеет целью придать звеньям более изящный внешний вид, снабжая их фаской и штемпелем завода (40 000 в день); после этого звенья полируются во вращающихся барабанах со стальными шариками и воронятся огнем или электролитич. способом. Внутренние рамки для более дорогих цепей вытачиваются из пружинного материала на так назыв. винтовых автоматах, а для более дешевых накатываются из ленточной стали на специальных станках, принцип действия которых пояснен из фиг. 31 (производительность 30 000—35 000 штук в день). Материалом служит вальцованная холодным способом сталь следующего химического состава: 0,13—0,20% С;  $\leq 0,4\%$  Мп;  $\leq 0,35\%$  Si;  $< 0,06\%$  Р и  $< 0,06\%$  S; сопротивление на разрыв 34—40 кг/мм<sup>2</sup>, предел упругости 24—30 кг/мм<sup>2</sup>, удлинение 30—25%. Затем ролики цементируют (преимущественно в газовых печах), закаливают и наконец полируют катанием



Фиг. 30.

Зубчатые кривошипы делают в настоящее время почти исключительно из листовой стали, толщиной ок. 3 мм и обладающей теми же механическими свойствами, что и материал для кривошипов. Элементы зубцов (фиг. 29) вычисляются по следующим формулам:

Элементы зубцов (фиг. 29) вычисляются по следующим формулам:

$$D_t = \frac{t}{\sin \frac{180^{\circ}}{z}} \quad (\text{для роликовой цепи});$$

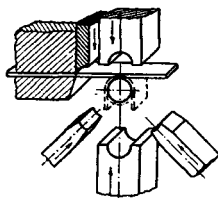
$$D_t = \frac{t}{2 \sin \frac{90^{\circ}}{z}} \quad (\text{для ленточной цепи});$$

$$D_n = D_t + d; \quad D_b = D_t - d; \quad L = 0,1 \div 0,2 d;$$

$$b = B - (0,2 \div 0,5 \text{ мм}),$$

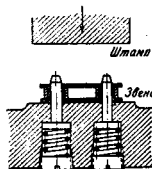
где  $D_t$  — диаметр начальной окружности,  $D_n$  — наружный диам.,  $D_b$  — диаметр по дну зубцов,  $t$  — длина звена цепи,  $z$  — число зубцов,  $d$  — диаметр ролика цепи,  $L$  — тангенциальный зазор,  $b$  — толщина колеса и  $B$  — внутренняя ширина цепи.

Общепринятые размеры цепей, которые употребляются для различных видов машин, приведены в табл. 10.



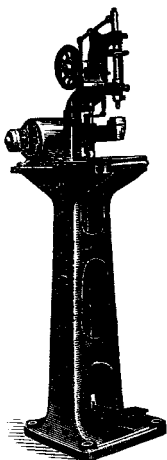
Фиг. 31.

между полированными валками. Наружные ролики изготавливаются из того же материала на многотемпельном прессе (30 000 до 35 000 в день). Оси делаются в специальной машине (наподобие гвоздильного станка), которая перерабатывает непосредственно из кругов проволоку того же состава, что и для роликов, режет ее на куски требуемой длины, а также снабжает их на концах углублениями, облегчающими последующ. расклепывание концов (производительность 30 000 в день). Сборка внутренних звеньев производится на ножном рычажном прессе с приспособлением, изображенным на фиг. 32 (производительность до 4 000 звеньев в день). После этого внутренние звенья ка-

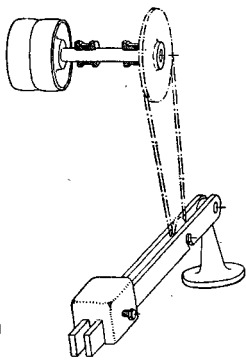


Фиг. 32.

либруются прогонкой через полированные стальные стержни; работа эта производится на ножном прессе, причем производительность одной работницы составляет около 14 000 звеньев в день. Для сборки наружных звеньев служит специальная машина, работающая автоматически и собирающая до 20 000 полузвеньев в день. Окончательная сборка цепей производится двумя работницами: из них одна вставляет наружные полузвенья во внутренние и передвигает образовавшуюся цепь ко второй работнице, которая накладывает верхние наружные пластинки и сжимает все вместе на ножном прессе (до 20 000 звеньев в день). Собранные цепи пропускаются



Фиг. 33.

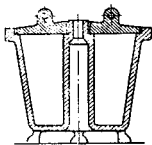


Фиг. 34.

на зубчатых колесах между двумя наждачными кругами, снимающими излишек металла на осях (производительность до 40 000 звеньев в день), после чего головки штифтов расклепываются на машине (фиг. 33) помощью пуансона, делающего несколько тысяч легких ударов в минуту и расклинивающего ось, не зажимая звеньев цепи. Затем цепь вытягивается в приспособлении, схема действия которого видна из фиг. 34;

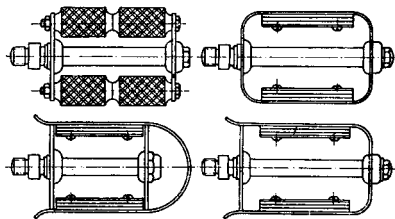
скорость движения цепи около 80 м в мин., а натяжение около 200 кг. Цепи должны выдерживать нагрузку в 500 кг без деформаций; разрыв происходит обычно при нагрузке, превышающей 800 кг. После вытягивания, продолжающегося ок. 2 мин. (производительность станка 16 000 звеньев в день), цепи соединяют в серии по 6—10 штук и закладывают в машину для приработки цепей, где они проходят через целый ряд роликов, изгибающихся попеременно цепи в разных направлениях. Натяжение цепи равняется 75—100 кг, скорость около 100 м в минуту, продолжительность обработки для каждой серии около 15 мин. (дневная производительность 15 000—25 000 звеньев).

Зубчатые колеса штампуются из листовой стали толщиной 3—4 мм, причем шестерни для более дорогих машин снабжаются вальцованными на специальн. станках закраинами, придающими ободу зубчатки особую прочность и служащими опорой для звеньев цепи. После отжига окружность колеса, а также и внутреннее центрирующее отверстие отбачивают на токарном станке, а затем колеса зажимают по несколько десятков штук на общей оправке и передают на автоматич. фрезерный станок, где и происходит нарезка зубцов фасонным фрезером, по системе последовательного деления, или червячным фрезером, по способу разверток. После нарезки зубцов колеса шлифуются, полируются и никелируются. Производство малых зубчаток ничем существенно не отличается от изложенного. Иногда после нарезки зубцов внешнюю часть колес цементируют и закалывают; для этого зубчатки пакуют столками в особые горшки (фиг. 35), которые помимо экономии в цементирующем порошке дают еще то преимущество, что предохраняют от цементации среднюю часть колес.



Фиг. 35.

Педали наиболее употребительных типов изображены на фиг. 36. Рамки и поперечины педалей штампуют из обыкновенной мягкой листовой стали; ось, конус и втулку выточивают из прутков на автоматических токарных станках. Закрывающий отверстие



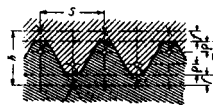
Фиг. 36.

втулки колпачок прессуется из стального листа и снабжается нарезкой на полуавтоматическом токарном станке. Нормальные размеры педалей видны из табл. 11.

Табл. 11.—Размеры педалей (в мм.)

Сорт	Ширина	Длина опорной поверхности	Общая длина
Мужские . . . .	55—60	90—100	125—140
Дамские . . . .	55	90—85	120
Детские . . . .	50	75	110

Ось педали снабжается на свободном конце соответствующей кривошипам нормальной нарезкой; толщина оси д. б. такова, чтобы ось могла выдержать без деформации нагрузку в 200 кг, приложен на расстоянии 45 мм от кривошипа. Нормальный диаметр оси в несуженной ее части 10 мм.



Фиг. 37.

Специальные нарезки, употребляемые в велосипедном производстве, приведены в табл. 12; форму и размеры профиля нарезки можно видеть из фиг. 37, причем  $h = 0,866S$ ,  $F = 0,533S$ ,

$$f = \frac{1}{6}S, \quad e = \frac{1}{6}S, \quad \alpha = 60^\circ.$$

Табл. 12.—Нарезки, применяемые в велосипедном производстве.

Наружн. diam. в дм.	Наружн. diam. в мм.	Число ниток на 1 дм.
0,056	1,422	62
0,064	1,626	62
0,072	1,829	62
0,080	2,032	62
0,092	2,337	56
0,104	2,642	44
0,125	3,174	40
0,154	3,912	40
0,175	4,445	32
0,1875	4,762	32
0,250	6,350	26
0,286	6,786	26
0,291	7,137	26
0,3125	7,937	26
0,375	9,525	26
0,5625 <sup>*1</sup>	14,287	20
1,000	25,400	26
1,290 <sup>*1</sup>	32,766	24
1,370	34,798	24
1,4375 <sup>*1</sup>	36,512	24
1,500	38,099	24

\*<sup>1</sup> Для правой и левой нарезки. \*\* Только для левой нарезки.

**Сборка.** Сборка велосипеда производится в монтажной мастерской. Правильная организация последней значительно понижает стоимость готовых машин. Прежде монтаж производился от начала до конца одной группой монтеров, к-рым в помощь давалось несколько чернорабочих. На одном крупном германском заводе 80 монтеров и 40 чернорабочих работали над сборкой велосипедов сериями по 20 штук, причем каждая группа состояла из 4 монтеров и 2 рабочих. Одна группа собирала в среднем около 4 машин в час и таким образом производительность всей монтажной равнялась 80 велосипедам в час. После рационализации производства монтаж стал производиться по движущейся цепи: в начале сборочной к цепи подвешива-

лась голая рама, которая проходила 25 последовательных станций; на этих станциях надлежало произвести следующие манипуляции (буквы а и б обозначают, что на данной станции сборка производится одновременно с правой и левой стороны рамы двумя монтерами): 1) вложить в головку рамы зазор для руля; 2а) надеть на переднюю вилку нижнюю чашку и, наложив коронку с шариками, вставить вилку; 2б) положить сверху коронку с шариками и привинтить верхнюю чашку; 3) урегулировать и затянуть контргайку; 4) винтить стойку ручного тормоза и вставить колодку; 5) вставить и закрепить руль; 6а и б) собрать окончательно ручную тормоз; 7) прикрепить передний щиток; 8) вставить переднее колесо; 9а и б) урегулировать его и затянуть контргайку; 10а) винтить правую чашку каретки; 10б) вложить ось каретки с двумя конусами и шариками; 11) винтить левую чашку и отрегулировать; 12) затянуть контргайки каретки; 13а) вставить правый кривошип и вложить клин; 13б) вставить левый кривошип и вложить клин; 14а) затянуть прав. клин и винтить педаль; 14б) затянуть левый клин и винтить педаль; 15а и б) прикрепить задний щиток; 16) вставить заднее колесо и наложить цепь; 17) соединить цепь и установить заднее колесо; 18) затянуть гайки заднего колеса и шитка; 19) вставить и закрепить подседельный крюк; 20) вставить и закрепить седло; 21а и б) подвзывать сумку; 22) вложить в нее инструменты и масленку; 23, 24 и 25) проверить готовую машину. Продолжительность каждой операции составляет 30 сек., т. е. часовая производительность монтажной—120 велосипедов при 33 монтерах и 5—7 подсобных рабочих. В сравнении с групповым монтажом производительность одного рабочего увеличилась в 4½ раза. Кроме того поточный монтаж дает возможность значительно уменьшить площадь мастерской: вместо 1 800 м² при новой системе оказалось достаточным 480 м².

В. п. является одним из важных факторов развития металлообрабатывающ. индустрии. Точных данных о размерах его не имеется, т. к. крупные велосипедные фирмы весьма часто занимаются также постройкой швейных машин и мотоциклов и под этими рубриками попадают в статистические сборники. Некоторое представление о значении велосипедного производства в четырех главнейших производящих странах можно получить сравнением данных о внешней торговле велосипедами и их частями (табл. 13).

Табл. 13.—Экспорт велосипедов (в тыс. руб.).

Годы	Англия	Германия	Франция	США
1913	16 000	11 100	2 560	1 380
1919	13 650	—	6 290	9 250
1920	33 750	16 100	5 640	2 390
1921	13 600	—	—	—
1922	17 900	23 800	5 630	3 390
1923	24 450	21 100	7 950	6 500
1924	26 700	18 800	10 600	4 780
1925	32 500	20 900	13 950	5 520

В 1926 году В. п. в Германии дал 980 000 велосипедов, не считая 286 000 рам.

к-рые затем поступили для сборки в мелкие мастерские; из этого числа вывезено за границу около 100 000 машин. Исключительно производством велосипедов и принадлежностей к ним занималось около 550 э-дов, большинство к-рых являются однако мелкими предприятиями; крупные же заводы вырабатывают одновременно и другие изделия.

Лит.: *Vauclaire de Saunier, Histoire générale de vélocipède, P., 1894; Bourlet C., La bicyclette, P., 1899; Sharp, Bicycles a tricycles, L., 1896; Daubal A., Illustrierte Geschichte d. Erfindung des Fahrrades, Dresden, 1906; Hanfland C., Das Motorrad, B., 1925; Z. d. VDI., 1897, 1898, 1900; Stahl und Eisen, Düsseldorf, 1897 u. ff.; «Werkstattstechnik», B.; «Nähmaschine u. Fahrrad», Frankfurt a/M.; «Fahrrad- u. Kraftfahrzeug-Zeitung», Berlin; «Schweizerische Fahr- und Nähmaschinen-Zeitung», Zürich; «Zentralanzeiger für Fahrradindustrie», Frankfurt a/M.; «L'industrie vélocipédique et automobiles», P.; «Der Rad-Markt», Bielefeld; «Machinery», New York; «Modern Machinery», New York.*

Л. Павлушков.

**ВЕЛОШИНА**, пневматическая, наполненная скатым воздухом шина для велосипедного колеса. В. служит для смягчения толчков по неровной дороге и дает возможность применения более легких конструкций велосипеда. Существуют два вида В.: 1) однокорная В. и 2) распротраненная В. в Америке, — представляет собой толстостенную резиновую трубку, непосредственно приклеиваемую к ободу, и 2) двойная В., распротраненная в Европе, — состоит из тонкостенной трубки и предохранительной покрывки, удерживаемой на ободе резиновыми бортиками или проволоочной вставкой. Современная В. весит 750—900 г. В. готовят для колес диаметром 14—30" и имеют сечение в  $1\frac{1}{4}$ — $1\frac{3}{4}$ ". Наиболее ходкими считаются (в дм.): диаметр 26 на  $1\frac{1}{2}$ ,  $1\frac{1}{8}$  и  $1\frac{1}{4}$  и диаметр 28 на  $1\frac{1}{2}$ ,  $1\frac{1}{8}$  и  $1\frac{3}{4}$ .

Для хорошей работы требуются хорошая накачка и прочност посадка в баджде. Накачка для мягкой дороги или тяжелого седока должна быть больше. Выносливости велошины способствуют плавность хода и малое торможение; вредят крутые повороты и раскачка колес на оси. В России до 1910 года изготовлялись исключительно бортовые шины, но затем завод Треугольник приобрел патент Денлопа и стал готовить также и шины с проволокой. См. *Автомобиль*.

Лит.: *Розенберг С., Шины*, Москва, 1926; *Парсонс Н. С., Pneumatic Tires*, New York, 1922; *Gottlieb C., The Reign of Rubber*, L., 1923; *Parson H. (bearb. von Dittmar R.), Gummireifen*, Wien, 1910; *Ferguson's Book of Motor Tyres*, London, 1924; *Gottlieb K., Technologie d. Kautschukwaren*, 2. Aufl., Braunschweig, 1925. А. Лисицын.

**ВЕЛЬБОТ**, судовая шлюпка с острым образованием и сильно срезанными дейдвудами, что придает ей легкость на ходу и хорошую поворотливость. Употребляется В. для перевозки личного состава и для спасательных целей; в этом случае в оконечностях В. помещаются воздушн. ящики, к-рые придают ему непотопляемость. Невысокий в середине борт В. значительно повышается в оконечностях, что делает его очень мореходной, но большейе волны шлюпкой. Снабжается В. распашными веслами и может носить достаточную парусность. Примерные размеры шестивесельного В.: длина—8,5 м, наибольшая ширина—1,8 м, высота от киля—0,8 м. Парусное вооружение—одна мачта с разрезным фоком, площадью 16,8 м<sup>2</sup>, при высоте центра парусности от ватерлинии в 2 м.

Прообразом В. является китоловный вельбот, имеющий по бортам непарное число весел и вместо руля управляемый дополнительными кормовым веслом.

**ВЕЛЬВЕТИН**, ткань класса хлоп.-бумаж. ворсовых тканей (см. *Ворсовые ткани*). В. резко отличается от плиса и хл.-бум. бархата высоким и чрезвычайно густым ворсом, расположенным в совершенно ином направлении, чем во всех других хл.-бум. ворсовых тканях. Грунт ткани бывает гарнитуровый и саржевый. В. вырабатывается из пряжи: а) основы—крученого меду № 40/2 и утка № 32 (обыкновенные сорта) и б) из крученой основы № 70/2 и утка № 50 (высший сорт ткани). Плотность по утку достигает от 600 до 800 нитей на 1 дм. Ворс образуется из утончих перекрутий, к-рые в ткани свободно ложатся на поверхность грунта ткани короткими стежками. Ткань этого рода считаются почти самыми тяжелыми и производится на тяжелых станках, без заступы, но с сильным грузом, в виду значительной плотности тканей по утку. При производстве В. и подобного рода тканей необходимо отличать три главных операции: 1) выработку самой ткани, 2) воспроизведение ворса подрезанием утка и 3) восстановление ворса.

С. Молчанов.

**ВЕЛЬЦ-ПРОЦЕСС** обнимает совокупность операций по разделению путем возгонки металлов и особенно цинка. Исходным материалом являются руды, шлаки и т. д. и конечными продуктами — металлы в чистом виде или в виде окислов. Название процесса происходит от слова wälzen (вращать), характеризующего одну из существенных операций во время ведения процесса — вращение трубчатой печи в целях перемешивания обрабатываемой шихты. Перерабатываемые цинксодающие материалы с прибавкой известняка и других присадок, а также углеродистого восстановителя (кокса, антрацита или угля) подвергаются в течение двух часов действию высокой температуры (1 000—1 100°) во вращающейся цилиндрич. печи длиной 30 м и диаметром 2 м. Потребный для ведения процесса воздух подводится через разгрузочное отверстие печи и просасывается через печь в обратном направлении шихты направлением. При этом газы, увлекающие с собой ZnO, поступают по газопроводу в приборы для улавливания пыли: в бегоху или аппарат Котреля. За очистителем обычно стоит крыльчатый вентилятор, который в рассматриваемой системе вызывает поступательное движение газов. В начале печи имеется вспомогательная топка, из к-рой пламя вместе с продуктами реакции непосредственно входит в печное пространство. Загрузка шихты производится в высшей точке печи. Шихта сушится т. о. при помощи отходящих газов и подогревается до 1 000°. Температура отработанных газов в среднем 300—600°, а в главной зоне печи 1 200°. В состав отработанных газов входят: 0—1% O<sub>2</sub>, 0—2% CO, 18—28% CO<sub>2</sub> (зависит от карбонатов шихты). Осаждающаяся в камере первая окись и образующаяся в первой печи шлаковая пыль поступают в оборот или могут быть собраны и переработаны отдельно в малой вращающейся печи

длиной 16 м и диам. 1,2 м, в к-рой происходит разделение окиси цинка и окиси свинца. Окись свинца переходит вместе с газами во второй аппарат Котреля, где и осаждается. Окись же цинка выгребает из концевой части печи. Процесс протекает в две стадии: 1) процесс восстановления в массе и 2) окисление восстановительных газов и паров металлов поверх шихты в пространстве печи. Во время процесса, по мере уменьшения содержания цинка в шихте, пламя становится меньше и в конце процесса имеет цвет слабо желтый. Стоимость обработки в сутки 40 т цинково-свинцовых отбросов составляет 548 золотых марок. Извлечение цинка в виде окиси—до 93%, а свинца—до 90%. В печных шлаках остается от 0,13 до 0,5% цинка и около 0,5% свинца.

Лит.: Труды II Всесоюзного совещания по цветным металлам, т. 1, стр. 174, М.—Л., 1927; \*Metall und Erz, Halle, 1917, Heft 11. В. Ванюков.

**ВЕНЕЦЕЙСКАЯ ЯРЬ-МЕДЯНКА**, средняя уксусноислая медь с двумя молекулами кристаллизац. воды  $\text{Cu}(\text{C}_2\text{H}_3\text{O}_2)_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ , получается обработкой голубой медянки (основной уксусномедной соли) крепкой уксусной к-той или взаимодействием медного купороса и уксусноислой соли такого металла, который дает с серной к-той нерастворимую соль. Темные сине-зеленые кристаллы В. я.-м. на воздухе слегка выветриваются. В. я.-м. растворяется в холодной и горячей воде. Краска часто фальсифицируется подмесью тяжелого шпата, гипса или глины; все эти примеси, как и примесь солей железа, легко распознаются по нерастворим. остатку в водном аммиаке, в к-ром В. я.-м. растворяется полностью. Главное применение В. я.-м.—для окраски железных крыш. Для этого некоторое количество тертой венецейской ярь-медянки прибавляют к тертым свинцовым белилам; вначале бирюзовый цвет переходит затем в зеленый и таким остается. Олифант пленка с медянок настолько прочна, что не изменяется в течение многих лет.

Лит.: Михайлов С. Н., Производство минеральных и земляных красок, II., 1915.

**ВЕНЕЦИАНСКИЙ ТЕРПЕНТИН**, живица лиственницы *Larix decidua* Mill. (в Тирольских Альпах); добывается из ствола дерева, в к-ром весной пробуривают отверстия глубиной в 2—4 см и затыкают деревянной пробкой; осенью собирают накопившуюся за лето живицу (2—4 кг с дерева). В. т.—светлая, слабо флуоресцирующая жидкость, горького вкуса, уд. веса 1,08—1,185; застывая, обращается в прозрачную бесцветную пленку; в отличие от других сортов, растворяется в 3 весовых частях 80%-ного спирта. В. т. относится к лучшим сортам терпентина, применяется при изготовлении лаков, в керамике—как цемент, в медицине—при изготовлении пластырей. В СССР может получаться В. т. высокого качества из *Larix sibirica* Ldb. и *Larix dahurica* Turcz.

**ВЕНСКАЯ БЕЛАЯ**, углекислый кальций, пригодяемый из едкой извести; в своем составе кроме углекисл. кальция содержит часть неизменной едкой извести. В. б. применяется как водная и клеевая краска.

**ВЕНСКАЯ ИЗВЕСТЬ**, негашеная известь, нежный белый порошок, получающийся из

тонко размолотого свежеебоженного известняка. В. и употребляется для чистки металлов, главным образом чугуна, меди и латуни, и при никелировании. На воздухе она быстро желтеет (следствие соединения с влагой и углекислотой воздуха), поэтому требует хранения в жестяных плотно закрытых коробках. Для употребления нужно количество В. и. растирают со спиртом и *вазелиновым маслом* (см.).

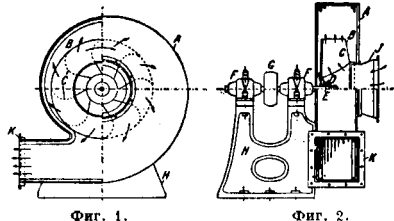
**ВЕНТИЛЬ**, запорное приспособление, служащее для запора потока жидкости, пара или газа в трубопроводах, аппаратах и т. п. Вентили делаются из стали, чугуна или бронзы и снабжаются фланцами или резьбовыми гайками для присоединения к трубам. См. *Клапаны*.

**ВЕНТИЛЯТОРЫ**, машины, создающие некоторую незначительную разность давлений, необходимую для придания скорости и для преодоления сопротивлений перемещению воздуха, газов или смеси их с материальными частями как по трубам и каналам или же непосредственно из одной части пространства в другую с одинаковыми давлениями в обеих частях его. Создаваемая В. разность давлений (разрежение или избыток давления), называемая в дальнейшем давлением, обычно измеряется в мм водяного столба или в м воздушного столба. Современные В. строятся для давлений от 4 до 1500 мм вод. ст. и даже до 3 500 мм и выше. В. бывают: центробежные, винтовые, цилиндрические. Кроме В. для тех же целей применяются поршневые *воздуходувные машины* (см.) и паро-, водо- и воздушоструйные аппараты. В. применяются: 1) для обновления воздуха (см. *Вентиляция*), путем отсасывания загрязненного, испорченного и нагнетания свежего (чистого) воздуха, в жилых помещениях, конторах, театрах, фабрично-заводских и промышленных предприятиях, 2) для удаления вредностей, получаемых при производстве (газов, паров, пыли, опилок, осечов и т. п.), 3) для транспортирования материалов (стружки древесной, шерсти, волоса, льна, угля, зерна и т. п.), 4) для искусственной тяги в паровых котлах (дымососы), 5) для варанок, металлургич. печей, кузнечных горнов и т. п., 6) для проветривания рудников, 7) для создания потока воздуха в аэродинамических трубах, и для других целей.

**Центробежные В.** Центробежные В. обычно состоят из железного клепаного или литого кожуха, имеющего форму спирали и заключающего в себе т. н. лопастное колесо, которое приводится во вращение какой-либо внешней силой. Главные части центробежного В. (фиг. 1 и 2) следующие: А—железный клепаный кожух; В—лопастное колесо с прикрепленными лопатками С; D—ступица колеса, E—вал его, расположенный в подшипниках F с кольцевой смазкой (в быстросходных В. ставятся шариковые или роликовые подшипники). У В., которые приводятся в движение от двигателя посредством ремня, между подшипниками на валу или на конце последнего посажен рабочий шкив G, причем для наиболее удобного включения и выключения В. в работу рядом с рабочим шкивом насаживается холостой.



В ряде конструкций вал двигателя связывается непосредственно с валом вентилятора при помощи эластичных муфт. Подшипники монтируются на основательных стойках И,



Фиг. 1.

Фиг. 2.

кляпаных из фасонного железа или литых. Для входа воздуха в В. или для присоединения к нему всасывающего трубопровода на кожухе устанавливается всасывающий патрубок *J*; в месте выхода воздуха на кожухе устанавливается фланец *K*, к которому присоединяется также и нагнетательный трубопровод.

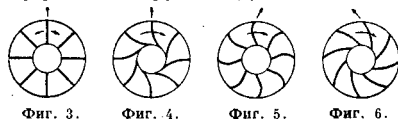
При вращении лопастного колеса частицы воздуха, находившиеся в каналах лопаток колеса в состоянии покоя, увлекаемые последними, приходят в движение и под влиянием центробежной силы вылетают из колеса в кожух и далее через выдувное отверстие выбрасываются наружу; взамен их в колесо вступают новые частицы, которые совершают тот же процесс. Этот процесс создает внутри колеса и кожуха вакуум, вызывающий приток воздуха снаружи через всасывающее отверстие *J*, где и устанавливается определенное разрежение (недостаток давления по отношению к атмосферному давлению), а у выдувного отверстия *K* — избыток давления. Засасываемый центробежным вентилятором воздух входит в колесо через всасывающее отверстие в осевом направлении, а выходит на окружности колеса, проходя через каналы в радиальном или близком к радиальному направлении.

При движении воздуха по присоединенной к В. системе труб и аппаратов возникают сопротивления, вызываемые трением в трубах, «местными сопротивлениями» (завихрями, шиберами, отводами, коленами, фильтрами и проч.), вихреобразованиями и т. п. Та часть  $h_2$  создаваемого В. давления, к-рая идет на преодоление сопротивлений, называется статич. давлением; часть  $h_d$  давления, идущая на сообщение воздуха скорости, называется динамич. давлением; сумма обоих  $h_0$  называется общим, или суммарным, давлением. Ур-е  $h_0 = h_2 + h_d$  является основным в вентиляторостроении. Скоростной напор зависит от скорости воздуха (газа), определяющейся из количества протекающего воздуха и сечения трубопровода или канала. Если перемещается количество воздуха  $V$  м<sup>3</sup>/сек со скоростью  $v$  м/сек, то при сечении трубопровода в  $F$  м<sup>2</sup> имеем:  $v = \frac{V}{F}$  м/сек и  $h_d = \frac{v^2}{2g}$  мм вод. столба, где  $g$  — уд. вес воздуха в кг/м<sup>3</sup>,  $g = 9,81$  м/сек<sup>2</sup>. Основное уравнение примет вид:

$$h_0 = h_2 + \frac{v^2}{2g} \text{ мм вод. ст.}$$

Формула для скоростного напора дает достаточно точные для практики результаты, так как ошибка < 1% при скоростях до 60 м/сек; в вентиляторных же установках скорости значительно ниже.

Главной деталью В. является лопастное колесо. Большую роль в его конструкции играет форма и расположение лопаток (велич. углов лопатки), к-рые можно подразделить на три типа: 1) лопатки, выходящие радиально (фиг. 3 и 4), 2) загнутые вперед (фиг. 5), 3) загнутые назад (фиг. 6). Воздух, поступающий в осевом направлении во всасывающее отверстие В., на дальнем своем пути постепенно изменяет направление, отклоняясь на 90°, пока не войдет в каналы лопаток (фиг. 2). Главными факторами в расчете лопастного колеса являются абсолютные скорости  $c$  входа и выхода воздуха. Эти скорости необходимо рассматривать в качестве результирующих относительных скоростей  $w$  входа и выхода и окружных скоростей  $u$ , существующих на внутренней и наружн. окружностях колеса.



Фиг. 3.

Фиг. 4.

Фиг. 5.

Фиг. 6.

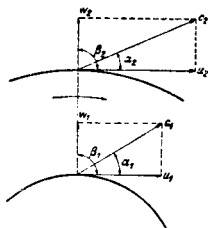
На фиг. 7 изображены скорости воздуха в радиальных лопатках. Если  $c$ ,  $w$  и  $u$  выражены в м/сек,  $\alpha$  — угол между  $c$  и  $u$ ,  $\beta$  — угол между  $w$  и  $u$ , то в общем случае

$$c^2 = w^2 + u^2 - 2wu \cos(180^\circ - \beta);$$

$$u^2 = c^2 + w^2 - 2cw \cos \alpha;$$

$$\cos \alpha = \frac{u^2 + c^2 - w^2}{2cu}.$$

Теоретическое суммарное давление, создаваемое колесом вентилятора, составляется из давлений, образуемых суммой разности скоростей воздуха и разности окружных скоростей. Обозначим через  $c_1$ ,  $u_1$  и  $u_2$  скорости у входа в каналы лопаток и на внутренней окружности колеса, через  $c_2$ ,  $u_2$  и  $u_3$  — соответственно скорости у выхода и на внешней окружности, через  $\alpha_1$  и  $\beta_1$  — углы лопаток у входа и через  $\alpha_2$  и  $\beta_2$  — у вы-



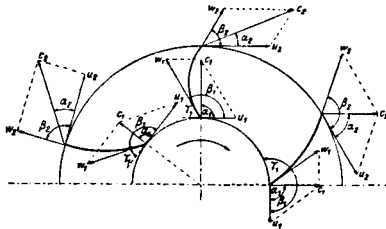
Фиг. 7.

хода. Если положить, что каналы лопаток расширяются по направлению к наружной окружности колеса, то относительная скорость уменьшается на  $w_1 - w_2$ ; окружная скорость возрастает на  $u_2 - u_1$ ; результирующая абсолютная скорость возрастает на  $c_2 - c_1$ . Теоретическое суммарное давление, создаваемое колесом, выразится, аналогично

$$h = \frac{v^2}{2g} \text{ мм вод. ст.} = \frac{v^2}{2g} \text{ м вод. ст.}, \text{ через}$$

$$H = \frac{u_2^2 - u_1^2}{2g} + \frac{w_1^2 - w_2^2}{2g} + \frac{c_2^2 - c_1^2}{2g} \text{ м вод. ст.}$$

Сумма разностей квадратов окружных и относительных скоростей создает статическ. давление, в то время как  $\frac{c_1^2 - c_2^2}{2g}$  представляет динамическ. давление. В действительности В. не дает давления, равного теоретическому,



Фиг. 8.

вследствие появляющихся потерь от ударов при движении воздуха по каналам лопаток. Отношение действительно созданного давления к теоретическому называется манометрическим кпд  $\mu$ , который не следует смешивать с механическим кпд  $\eta$ , обозначающим отношение полезно отданной работы В. к затраченной. Если  $h_g$  — действительно созданное суммарное давление, то  $\frac{h_g}{H} = \mu$ ; отсюда:  $h_g = H \cdot \mu$  м вод. ст. =  $H \cdot \mu \cdot \gamma$  мм вод. ст.

В зависимости от формы лопаток манометрический кпд  $\mu$  для больших В. имеет следующие средние значения: для лопаток, загнутых вперед, — 77%, для прямых — 65%, для загнутых назад — 55%. Для небольших В. эти значения очень понижаются. Потери от удара, достигая больших размеров, сильно снижают манометрический кпд  $\mu$ , особенно при резких изменениях направления потока воздуха при вступлении его в колесо; наименьшие потери получаются при радиальном направлении струй воздуха у входа в каналы лопаток; поэтому угол  $\alpha_1$  б. ч. выбирается так, чтобы абсолютная скорость  $c_1$  входа потока в лопатки имела радиальное направление. Такое направление потока обуславливает выбор  $w_1 > u_1$  соответственно  $c_1$ . При радиальном направлении  $c_1$  (фиг. 8)

$$w_1^2 = c_1^2 + u_1^2; \text{ тогда } H = \frac{u_2^2 + c_2^2 - w_1^2}{2g},$$

или, подставляя

$$c_1^2 = w_1^2 + u_1^2 - 2w_1u_1 \cos(180^\circ - \beta_2) = w_1^2 + u_1^2 + 2w_1u_1 \cos \beta_2,$$

получим:

$$H = \frac{u_2^2 + w_2u_2 \cos \beta_2}{g},$$

и действительно, суммарное давление (в мм водяного ст.) будет: для лопаток, имеющих радиальн. выход,  $h_g = \frac{u_2^2}{g} \cdot \gamma \cdot \mu$ ; для лопаток, отогнутых по направлению вращения колеса,

$$h_g = \frac{u_2^2 + u_2w_2 \cos \beta_2}{g} \cdot \gamma \cdot \mu;$$

для лопаток, отогнутых назад,

$$h_g = \frac{u_2^2 - u_2w_2 \cos \beta_2}{g} \cdot \gamma \cdot \mu.$$

Исно, что для 2-го случая

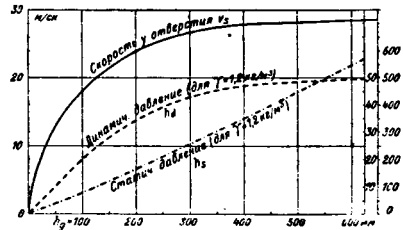
$$h_g > \frac{u_2^2}{g} \cdot \gamma \cdot \mu,$$

а для 3-го случая

$$h_g < \frac{u_2^2}{g} \cdot \gamma \cdot \mu,$$

т. е. при одной и той же окружной скорости по 2-м случае создается наибольшее суммарное давление, а в 3-м случае — наименьшее. Практика дает хорошие результаты при выборе  $\beta_2 = 135^\circ$  для лопаток, отогнутых назад, и  $\beta_2 = 45^\circ$  для лопаток, отогнутых вперед. Внутренний угол лопаток определяется из выражения  $\tan \gamma_1 = \frac{c_1}{u_1}$ , где  $\gamma_1 = 180^\circ - \beta_1$ ; этот угол целесообразно выбирать в  $110-140^\circ$ .

Скорости воздуха в каналах лопаток колеса находятся в зависимости от скорости входа  $c_1$  в лопаточное колесо. В большинстве случаев скорость  $c_1$  принимается равной скорости  $v_s$  во всасывающем отверстии В., так как на сравнительно коротком пути от всасывающего отверстия до входа в каналы лопаток едва ли может измениться величина скорости. Функциональная зависимость  $v_s$  от суммарного давления  $h_g$  была дана Пельцером и помещена в Hütte в виде цифровой табл. для давлений до  $h_g = 350$  мм водяного столба (для этого последнего давления  $v_s = 27,8$  м/сек). С возрастанием скорости, а вместе с нею и скоростного напора доля статич.



Фиг. 9.

давления в суммарном уменьшается; вместе с этим уменьшается и полезная отдача работы В.; малые же скорости влекут за собой больших размеров В. Практика диктует пределы для выбора максимальных скоростей, а именно  $v_s = 28-30$  м/сек. На фиг. 9 показаны кривые изменения величин  $v_s$ ,  $h_d$  и  $h_g$  как функции  $h_g$ .

Внутренний диаметр  $D_1$  колеса целесообразно принимать равным диаметру всасывающего отверстия. Принятые практической размерами диаметров всасывающих отверстий можно считать: 50, 75, 100, 150, 200, 250, 300 мм и т. д., с возрастанием на 50 мм до диаметра 600—700 мм и на 100 мм для больших диаметров. Наружный диаметр  $D_2$  составляет: при  $h_g$  не выше 100 мм водяного столба — от 1,25 до 1,5  $D_1$ ; при  $h_g$  от 100 до 200 мм — от 1,5 до 1,75  $D_1$ ; при  $h_g$  свыше 200 мм — от 1,75 до 2  $D_1$ .

Окружная скорость

$$u_1 = \frac{D_1 \cdot n \cdot \pi}{60};$$

относительная скорость

$$w_1 = \sqrt{c_1^2 + u_1^2} = \frac{u_1}{\cos \gamma_1},$$

где  $\gamma_1 = 180^\circ - \beta_1$ . Абсолютная скорость  $e_2$ : 1) для лопаток, радиально выходящих:

$$e_2 = \sqrt{w_2^2 + u_2^2};$$

2) для лопаток, загнутых вперед:

$$e_2 = \sqrt{w_2^2 + u_2^2 + 2w_2 u_2 \cos \beta_2};$$

3) для лопаток, загнутых назад:

$$e_2 = \sqrt{w_2^2 + u_2^2 - 2w_2 u_2 \cos \beta_2}.$$

Окружная скорость  $u_2$ : 1) для лопаток, радиально выходящих:

$$u_2 = \sqrt{\frac{hg}{\gamma \mu}};$$

2) для лопаток, загнутых вперед:

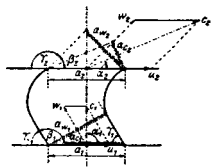
$$u_2 = \sqrt{\left(\frac{w_2 \cos \beta_2}{2}\right)^2 + \frac{hg}{\gamma \mu} - \frac{w_2 \cos \beta_2}{2}};$$

3) для лопаток, загнутых назад:

$$u_2 = \sqrt{\left(\frac{w_2 \cos \beta_2}{2}\right)^2 + \frac{hg}{\gamma \mu} + \frac{w_2 \cos \beta_2}{2}}.$$

Относительная скорость находится из соотношения:  $w_2 = (1,0 \div 1,5) w_1$ ; очень часто принимается:  $\frac{w_1}{w_2} = \frac{D_1}{D_2}$ . Число лопаток  $Z$  определяется из выражения  $Z = \frac{D_1 \pi}{x}$ . Карг дает следующие значения для  $x$ : для малых вентиляторов—70—90 мм, для средних—100—130 мм и для больших—130—150 мм.

У В. высокого давления, у к-рых получаются большие промежутки между лопатками, устанавливают вспомогательные лопатки, которые не доводят до внутренней отверстия колеса. В зависимости от скорости входа и выхода и объема перемещаемого воздуха  $F$  определяется сечение каналов по формуле  $F = \frac{V}{v}$ . Из фиг. 10



Фиг. 10.

го сечений в м;  $a_{c_1}$ ,  $a_{c_2}$ —высота сечений потока при расчете по скоростям  $c_1$  и  $c_2$  в м;  $a_{w_1}$ ,  $a_{w_2}$ —высота сечений потока при расчете по скоростям  $w_1$  и  $w_2$  в м;  $b_1$ ,  $b_2$ —ширина канала и сечения потока у входа и выхода (ширина колеса);  $F_{c_1}$ ,  $F_{c_2}$ ,  $F_{w_1}$ ,  $F_{w_2}$ —эквивалентные сечения потока в м<sup>2</sup>, отнесенные к скоростям  $c_1$ ,  $c_2$  или  $w_1$ ,  $w_2$ ;  $d_{жс.1}$ ,  $d_{жс.2}$ —эквивалентные диаметры в м, соответствующие сечениям потока;  $D_1$ ,  $D_2$ —внутренний и наружный диаметры колеса в м;  $Z$ —число каналов лопаток. Сечение канала  $F = \frac{V}{v}$ ;

для сечения канала у выхода при расчете по  $c_2$  имеем:  $F_{c_2} = \frac{V}{Z c_2}$ . Рассматривая  $F_{c_2}$  как эквивалентное круглое сечение, можно написать равенство:

$$F_{c_2} = \frac{d_{жс.2}^2 \cdot \pi}{4},$$

где

$$d_{жс.2} = \frac{2a_{c_2} \cdot b_2}{a_{c_2} + b_2},$$

и ширина колеса (канала) будет:

$$b_2 = \frac{a_{c_2} \cdot d_{жс.2}}{2a_{c_2} - d_{жс.2}};$$

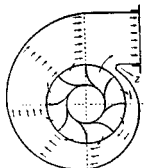
при этом

$$a_{c_2} = a_2 \sin \alpha_2; \quad a_2 = \frac{D_2 \pi}{Z};$$

$$a_{c_2} = \frac{D_2 \pi}{Z} \sin \alpha_2 \text{ и } d_{жс.2} = \sqrt{\frac{4V}{Z \cdot c_2 \cdot \pi}}.$$

Так же определяются ширина сечения у входа в канал по  $c_1$  и ширина канала у входа и выхода по  $w_1$  и  $w_2$ .

В старых конструкциях кожух неподвижно прилегал к лопаственному колесу. Современные центробежные В. имеют кожуха с постепенно расширяющимся выходным пространством, так что в нем скорость воздуха по мере приближения к выдувному отверстию постепенно падает, и потому часть скоростного напора (высокого), благодаря большим скоростям выхода воздуха из лопаток превращается в статическое давление, другими словами, часть кинетической энергии переходит в потенциальную. Начиная с самого узкого места кожуха, к-рое находится у т. н. язычка  $z$  (фиг. 11), сечение кожуха в той части, куда переходит воздух из каналов лопаток, должно постепенно увеличиваться соответственно увеличению количества воздуха, выходящего из каждого последующего канала, до размеров сечения, через которое должен пройти воздух, выброшенный всеми каналами за один оборот колеса. Кожух строится в виде «архимедовой спирали».



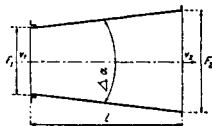
Фиг. 11.

В центробежных В. (гл. обр. высокого давления) лопастное колесо полностью обхватывается спиралью кожуха, расстояние от высшей точки колеса до высшей точки спирали равно высоте выдувного отверстия В.; в В. среднего и низкого давления колесо не полностью обхватывается спиралью кожуха и высшая точка колеса лежит выше нижней линии выдувного отверстия. В этом случае сечение А (фиг. 12), проходящее через высшую точку колеса и высшую точку спирали, все же должно находиться в определенной зависимости от сечения выдувного отверстия  $F_d$ ; например, если колесо одето спиралью на 80%, то сечение А будет равно  $0,8F_d$ , так как через него пройдет столько воздуха, сколько его выбросит колесо до этого сечения. У В. высокого давления, где колесо полностью обхватывается спиралью кожуха, сечение А должно быть  $= F_d$ . Скорость воздуха в выдувном отверстии должна

поддерживаться согласно соотношению:  $v_a \leq \leq v_s$ , так как в противном случае произойдет нежелательное снижение статич. давления.

Карг рекомендует следующие соотношения при выборе ширины кожуха: для В. низкого и среднего давления  $B = D_2 : 2$ ; для В. барабан. (типа Сирокко)  $B = D_2 : 1,3$ ; для вентиляторов высокого давления  $B = D_a$ , где  $D_2$  — диаметр наружной окружности колеса,  $D_0$  — диаметр всасывающего отверстия и  $D_a$  — диаметр выдувного отверстия.

Чтобы избежать потерь в просветах, т. е. повторного протекания части перемещаемого воздуха через просвет между язычком и колесом, необходимо язычок подводить по возможности ближе к колесу, но это допустимо лишь до известных пределов во избежание появления воющих шумов. Практика дает след. зависимость:  $z \approx 0,05 - 0,07 D_2$ . Диффузор представляет собой конический патрубок (фиг. 13), в к-ром происходит постепенное падение скорости потока по мере приближения его к выходу (к большему отверстию диффузора), вместе с чем падает и скоростной напор (динамическ. давление), и освобожденная т. о. часть динамич. давления м. б. использована как статическ. давление, хотя и не в полной мере, так как часть его расходуется на вихри и трение. Диффузоры применяются не только у В. с кожухами



Фиг. 13.

без расширяющегося выходного пространства, но и во всех тех случаях, когда необходимо часть скоростного напора путем снижения больших скоростей превратить в статическое давление. Обозначим через  $F_1$  — сечение диффузора у входа (в м<sup>2</sup>),  $F_2$  — у выхода,  $v_1$  — скорость воздуха у входа в м/сек,  $v_2$  — у выхода,  $h_{d1}$  — динамическое давление в  $F_1$  в мм вод. ст.,  $h_{d2}$  — в  $F_2$ ,  $h'_s$  — прирост статич. давления в мм вод. ст. Теоретический прирост статич. давления выразится так:

$$h'_{s\text{теор.}} = h_{d1} - h_{d2},$$

или

$$h'_{s\text{теор.}} = \frac{v_1^2 - v_2^2}{2g} \gamma.$$

Принимая же во внимание кпд диффузора  $\eta_{\text{дифф.}}$ , зависящий от угла  $\alpha$  и, по Биллю, выражающийся формулой:

$$\eta_{\text{дифф.}} = 1 - \frac{\left(\frac{F_2}{F_1} - 1\right) \sin \alpha}{\frac{F_2}{F_1} + 1},$$

действительный прирост статического давления выразится так:  $h'_s = \eta_{\text{дифф.}} \cdot h'_{s\text{теор.}}$ . Длина диффузора определяется из ур-ня:

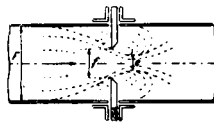
$$L = \frac{D_2 - D_1}{2} \operatorname{ctg} \frac{\alpha}{2}.$$

где  $D_1$  — диаметр в сечении  $F_1$ ,  $D_2$  — диаметр в сечении  $F_2$ ,  $\alpha$  — угол раскрытия диффузора. Кпд диффузора приведены в табл. 1.

Табл. 1.—Кпд диффузора.

$\frac{F_2}{F_1}$	2	3	4	5	6
Углы					
10°	0,34	0,91	0,89	0,88	0,87
15°	0,91	0,87	0,82	0,82	0,81
20°	0,89	0,82	0,78	0,76	0,74
25°	0,84	0,77	0,72	0,69	0,67

Круглая форма трубы наиболее отвечает форме потока; если поток заключен в канал или трубу квадратного или прямоугольного сечения, он заполняет сечение не полностью и происходит образование мертвых углов. Так. образом через трубопровод квадратного сечения со стороны  $a$  пройдет только то количество, которое пропустит круглое отверстие с диаметром круга, вписанного в квадрат,  $d_{\text{экв.}} = a$ . Диаметр круглого отверстия, соответствующего данному прямоугольному, называется эквивалентным и определяется из выражения:



Фиг. 14.

$$d_{\text{экв.}} = \frac{2ab}{a+b}, \text{ откуда } a = \frac{b \cdot d_{\text{экв.}}}{2b - d_{\text{экв.}}},$$

где  $a$  и  $b$  — стороны прямоугольного сечения в м. В случаях прямоугольных сечений труб и каналов для определения скоростей и протекающих количеств надлежит всегда принимать в расчет соответствующее эквивалентное круглое сечение  $d_{\text{экв.}}^2 : \frac{\pi}{4}$ .

Для наглядного представления пределов производительности В. при различных числах оборотов и сопротивлений и для составления характеристик В. в рудничном деле уже давно введено понятие об эквивалентном отверстии (франц. горный инж. D. Murgue, в 1873 г.). Под этим понимается отверстие в тонкой железной стенке, обращенное заостренным краем против потока и создающее то же сопротивление потоку, какое создал бы соответствующий трубопровод, присоединенный к В., пропускающая те же количества воздуха под теми же давлениями. При помощи этих отверстий можно создавать все необходимые в практике величины сопротивления, не прибегая к громоздким и сравнительно дорогим трубопроводам. При изменении эквивалентного отверстия (сопротивления) изменяется также немедленно и перемещаемое количество воздуха при неизменном числе оборотов вентилятора. Протекающее количество воздуха  $V$  через сечение  $f$  под давлением  $h$ , создаваемым вентилятором, теоретически выражается так:

$$V_{\text{теор.}} = f \sqrt{\frac{2g h}{\gamma}}.$$

В действительности протекающее количество меньше, так как струя претерпевает сужение  $\epsilon$  (фиг. 14), и  $V_{\text{теор.}}$  требует поправ-

ки путем введения коэффициента истечения  $k$ , зависящего от отношения  $\frac{1}{F}$ ; тогда

$$V_{\text{теорет.}} = k \cdot f \sqrt{\frac{2gh}{\gamma}}$$

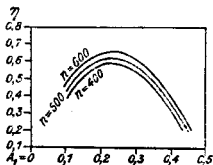
Вводя вместо  $f$  значение  $A$ , представляющее эквивалентное отверстие, получим:

$$A = \frac{V}{k} \sqrt{\frac{\gamma}{2hg}}$$

По Мюргу, для рудничных В.  $k=0,65$ . В Правилах испытания В. (Regeln für Leistungsveruche an Ventilatoren u. Kompressoren), разработанных Союзом германских инженеров,

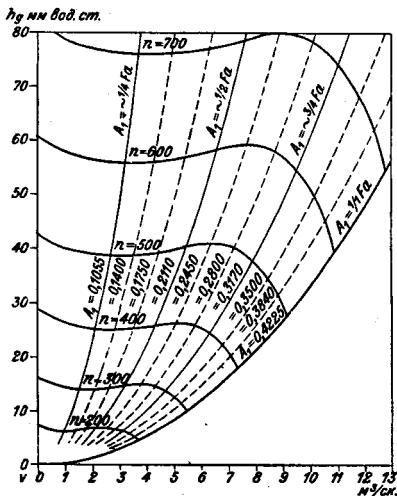
$k$  принято равным 1 и  $A_1 = V \sqrt{\frac{\gamma}{2gh}}$ . Эта величина  $k$  соответствует протеканию через скругленный насадок.  $A_1$  изменяется от 0 до полного открытия отверстия, т. е. от 0 до  $F_a$ , где  $F_a$ —сечение выдувного отверстия В.

На основе приведенной выше зависимости, устанавливая искусственные сопротивления (стенки с различными отверстиями, представляющие собою доли полного сечения выдувного отверстия  $F_a$ ) и заставляя В. работать на каждое открытие при различных числах оборотов В., замеряют протекающие количества и давления и получают т. обр.



Фиг. 15.

характеристику данного В. (фиг. 15). Для определения расхода мощности и полезной производительности В. строятся еще кривые кпд В. (фиг. 16) как функции эквивалентных отверстий  $A_1$  для каждого числа

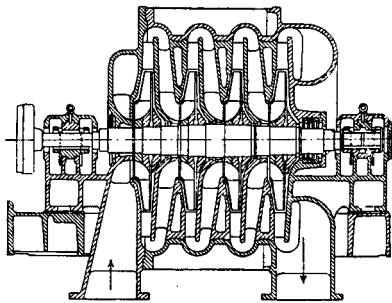


Фиг. 16.

оборотов. Каждый В. может дать максимальный кпд только при вполне определенном числе оборотов и определенном отвер-

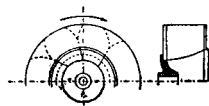
стии (сопротивлении), создавая определенное давление и перемещая определенное количество воздуха.

Расход мощности В. определяется из ур-ния  $N = \frac{Vh}{75\eta}$  НР, где  $V$ —перемещаемое количество воздуха в  $\text{м}^3/\text{сек}$ ,  $h$ —суммарное давление В. в мм вод. ст.,  $\eta$ —кпд В. (равный 0,4—0,6, иногда доходящий до 0,75).



Фиг. 17.

Испытания В. показывают, что при изменяющемся эквивалентном отверстии  $A_1$  (сопротивлении) или неизменном присоединенном трубопроводе существует пропорция наальность между давлением  $h$ , перемещаемым количеством воздуха  $V$ , расходом мощности и числом оборотов  $n$ : 1) количество перемещаемого воздуха пропорционально числу оборотов лопастного колеса,



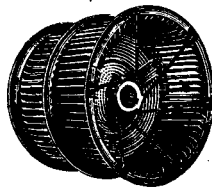
Фиг. 18.



Фиг. 19.

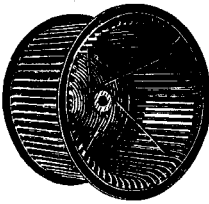
2) суммарное давление пропорционально квадрату числа оборотов, 3) расход мощности В. пропорционален кубу числа оборотов.

Расчет деталей центробежных В. на прочность и износ вообще ничем не отличается от расчета соответствующих деталей любой машины и производится общепринятыми способами; в частности при расчете валов надлежит учитывать появление критического числа оборотов у В. высокого давления, т. к. эти В. имеют большие числа оборотов. Неравномерное распределение массы лопастного колеса относительно вала как оси вращения является причиной возникновения «свободных» центробежных сил, вызывающих сотрясения при работе В., в результате чего могут происходить серьезные повреждения его частей. Для устранения неравномерности надлежит производить выверку и балансировку колес на заводе.

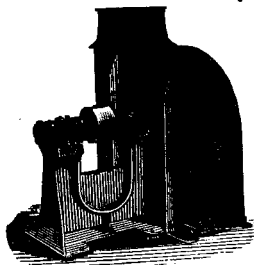


Фиг. 20.

По величине создаваемого давления В. делятся на: В. низкого давления (6—100 мм водян. столба), среднего (100—200 мм), высокого (200—500 мм и выше). Центробежны. В. строятся одно-, дву- и многоступенчатыми, последние — высокого давления. При расчете вентиляторов высокого давления надо учитывать изменение удельного веса воздуха (газа). На фиг. 17 изображен 4-ступенчатый турбо-



Фиг. 21.

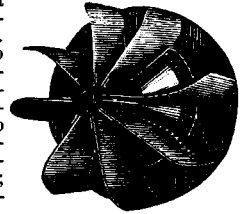


Фиг. 22.

единение 2 или несколько. В. применяется в случаях, когда необходимо перемещать большие количества воздуха; при этом все В. работают на одно и то же пространство при одном и том же давлении. Последовательное соединение В. применяют в тех случаях, когда необходимо повысить создаваемое одним В. давление: если первый В. подает во второй воздух при давлении  $h$ , то второй В. повышает это давление до  $2h$  и т. д., при  $n$  колесах давление последнего вентилятора будет  $nh$ ; в то же время количество перемещаемого воздуха для всех В. будет одно и то же.

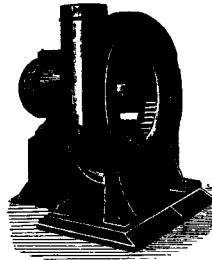
Конструкция основных элементов центробежного В. (лопастного колеса, лопаток и кожуха), равно как и выбор материала для них, определяется назначением В.: например, если нужно отсасывать грубую пыль, то лопатки таких В. не должны иметь соединительных колец; в вентиляторах, предназначенных для перемещения крупных частиц (кусков), колесо и кожух делаются из стали. Если вентилятор отсасы-

вает пары кислот, то для него берут кислотоупорный материал или же внутренние части вентилятора покрывают кислотоупорным лаком. Для наилучшего перемешивания отдельных струй сечение каналов лопаток уменьшают по направлению к наружной окружности колеса (фиг. 18); этого можно достигнуть также и установкой вспомогательных лопаток (фиг. 19). Для уменьшения потерь на трение и вихреобразование угловые, которые связывают клепаные кожуха, ставят снаружи.



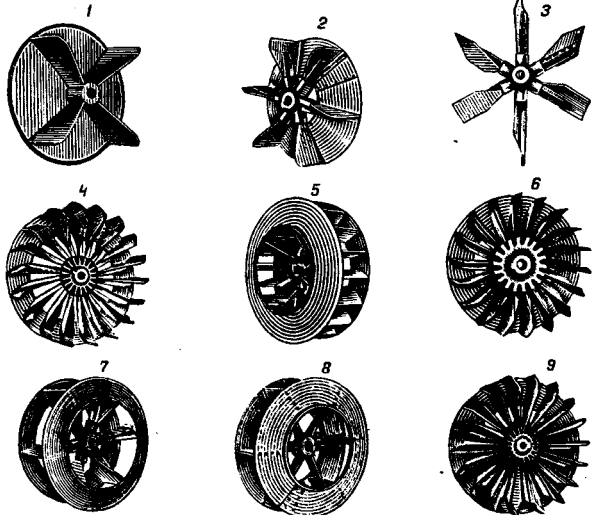
Фиг. 23.

На фиг. 20 представлено колесо В. Сирокко с двойным охвватным отверстием; на фиг. 21 — с одним входным отверстием; на фиг. 22 и 23 — нормальные пылевые В. Сирокко; на фиг. 24 — В. Сирокко высокого давления, для горнов. На фиг. 25 приведены лопастные колеса центробежных В. Стюртевант: 1 — чугунное или бронзовое колесо для хлопка или шерсти; 2 — колесо из стальных пластинок



Фиг. 24.

или бронзовое колесо для хлопка или шерсти; 2 — колесо из стальных пластинок

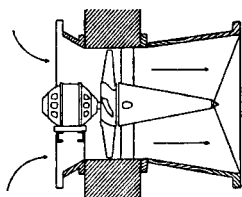


Фиг. 25.

для хлопка или шерсти; 3 и 4 — для длинных стружек; 5 и 6 — колеса для небольших

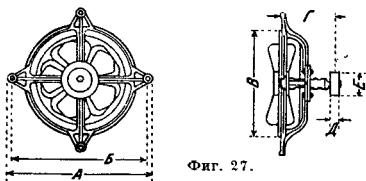
скоростей; 7—колесо с многочисленными лопастями для хлопкового эжектора, 8 и 9—колеса с боковыми пластинами. В. Турнуэ.

**Винтовые В.** Винтовые В. применяются в тех случаях, когда требуется переместить большие объемы воздуха при малых напорах. Основной частью их является лопаточное колесо, в общих чертах похожее на воздушный или водяной винт. Лопаточное колесо состоит из нескольких радиально расположенных лопаток или крыльев и втулки. Последняя служит для крепления лопаток между собою и с валом. Лопаточное колесо насаживается непосредственно на вал мотора или же на самостоятельный вал, расположенный в подшипниках, укрепленных



Фиг. 26.

на чугунной или железной (клепаной) раме. В последнем случае на том же валу насаживается шкив для вращения колеса В. Винтовые В. устанавливаются обычно непосредственно в потолке или в стене вентиляруемого помещения для того, чтобы не делать длин. трубопроводов для воздуха, создающих дополнительный, потери. Но целесообразно делать небольшой длины кожух (фиг. 26) для создания плавного подвода воздуха к колесу с небольшим диффузором сзади последнего для уменьшения потерь на выхлоп; этим значительно повышается кпд В. Работа винтовых В. основана на действии наклонных лопаток. При вращении колеса лопатки встречают воздух под некоторым углом и, действуя как крылья, создают перепад давлений в колесе и тем



Фиг. 27.

заставляют воздух перемещаться в осевом направлении. Наиболее распространенными винтовыми вентиляторами являются В. системы Сирокко-Пропеллер (фиг. 27), имеющие форму гребных винтов, и системы Блекман (фиг. 28), имеющие лопатки ковшеобразной формы. Размеры и производительность винтовых В. типа Сирокко даны в табл. 2 и 3, а типа Блекман—в табл. 4. Эти типы однако теперь устарели. Вследствие плохой конструкции их лопаточного колеса получается неодинаковый перепад давлений по длине лопаток (около втулки колеса получается иногда даже обратный ток воздуха), вследствие чего кпд их очень низок (~0,2—0,4). В последнее время появились более совершенные конструкции винтовых В. Так напр. во Франции фирма Рато выпускает В. с 16 изогнутыми по винтовой поверхно-

Табл. 2.—Размеры винтовых вентиляторов типа Сирокко.

№	Диам. крыла в мм	А	Б	В	Г	Шкив	
						Д	Е
2 <sup>1</sup> / <sub>4</sub>	318	565	533	432	214	32	95
3	381	654	622	511	242	38	114
3 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	445	765	718	591	267	44	133
4	508	860	813	670	306	51	152
5	635	1 022	965	813	354	64	191
6	762	1 181	1 124	956	398	76	227
7	889	1 346	1 276	1 099	416	89	289
8	1 016	1 499	1 429	1 241	435	102	305
9	1 143	1 664	1 588	1 384	503	114	343
10	1 270	1 835	1 759	1 527	541	127	381
11	1 397	2 007	1 924	1 670	587	140	419
12	1 524	2 164	2 083	1 800	629	152	467

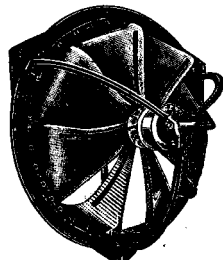
Табл. 3.—Производительность винтовых вентиляторов типа Сирокко.

№	Диам. крыла в мм	Число об/м.	Производительность в м <sup>3</sup> /мин	η	
				0,06—0,20	0,07—0,40
2 <sup>1</sup> / <sub>4</sub>	318	1 000—1 500	31—46	0,06—0,20	0,07—0,40
3	381	800—1 400	42—76	0,07—0,40	0,07—0,60
3 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	445	600—1 300	51—112	0,07—0,60	0,07—0,86
4	508	500—1 200	63—154	0,07—0,86	0,10—2,00
5	635	400—1 100	100—278	0,10—2,00	0,25—4,50
6	762	400—1 100	173—478	0,25—4,50	0,25—3,50
7	889	300—800	208—554	0,25—3,50	0,40—4,50
8	1 016	300—700	305—721	0,40—4,50	0,65—6,00
9	1 143	300—650	439—953	0,65—6,00	0,65—7,75
10	1 270	250—600	498—1 200	0,65—7,75	0,55—10,50
11	1 397	200—550	534—1 468	0,55—10,50	0,30—10,50
12	1 524	150—500	522—1 740	0,30—10,50	

Табл. 4.—Размеры и производительность винтовых вентиляторов Блекман.

Диам. крыла в мм	Число об/м.	Производительность в м <sup>3</sup> /мин	Диаметр п ширина шпана в мм	η
457	700—1 200	57—86	76×51	1/8—1/2
610	500—900	86—172	102×63	1/8—1/2
762	450—750	113—258	127×76	3/8—1/2
914	400—850	220—400	152—178×89	1/2—1 1/2
1 067	350—600	329—572	178—204×101	3/4—1 1/2
1 219	300—550	386—860	203—229×127	1—2 1/2

сти лопатками, расположенными на широкой металлической втулке (фиг. 29). (Эти В. еще не получили в СССР широкого распространения.) Винтовые В. системы Рато имеют напор до 100 мм водян. столба с производительностью до 2 800 м<sup>3</sup>/мин. Кпд этих В. значительно выше и приближается к кпд центробежных; для Сирокко кпд 0,45—0,50. В СССР Центральным аэро-гидродинамич. ин-том (ЦАГИ)НТУВСНХ в Москве выработаны типы винтовых В., лопаточное колесо которых делается по типу воздушного пропеллера и имеет профилированные расширяющиеся ко втулке лопасти. Число лопастей бывает



Фиг. 28.

различное и увеличивается при увеличении расчетного напора В., кпд весьма высок—0,6 и превосходит даже при одинаковых напорах кпд центробежных В. Сирокко.

Эти В. употребляются как для аэродинамическ. труб, так и для нужд промышленности (фиг. 30). Расчет их производится по вихревой теории гребного винта проф. Н. Е. Жуковского (см. *Воздушный винт*). В основу этой теории положено понятие о скорости циркуляции вокруг лопасти

за счет различных скоростей ок. верхней и нижней поверхности лопасти (см. *Вихревая теория*). Теория действий винтового В. в общем такая же, как и винта воздушного и водяного, но формулы несколько изменяются в виду существования статическ. перепада давлений за и перед В. Обозначим:  $Q$ —расход воздуха в  $\text{м}^3/\text{сек}$ ,  $h_{cm}$ —статическ. перепад давлений в  $\text{кг}/\text{м}^2$ , а  $v$ —скорость воздуха в плоскости лопаток, определяемая по ф-ле

$v = \frac{Q}{F}$ , где  $F = \pi R^2(1 - \xi^2)$ —площадь прохода воздуха в плоскости лопаточного колеса,  $R$ —внешний радиус колеса и  $\xi = \frac{r}{R}$ —относительный радиус втулки.

В таком случае сила давления на лопаточное колесо, или его тяга

$$P = kQ \frac{v^2}{2} + h_{cm} \pi R^2 \quad (1)$$

и идеальная мощность без учета потерь в самом лопаточном колесе

$$T_i = Pv = kQ \frac{v^3}{2} + h_{cm} \pi R^2 v. \quad (2)$$

В этих ф-лах для  $P$  и  $T_i$  первый член учитывает потери на выхлоп. В них коэф.  $k$  зависит от коэжу В. Потери на выхлоп и коэф.  $k$  можно определить по скорости  $v_1$  у выходного отверстия коэжу вентилятора.

Величина  $kQ \frac{v^3}{2}$  есть не что иное, как  $Q \frac{v_1^3}{2}$ .

Таким образом имеем  $kv^2 = v_1^2$ , откуда  $k = \frac{v_1^2}{v^2}$ . Если коэжу совершенно отсутствует, то  $k = 4$ , т. к. струя получается ненаправленной и, согласно теории гребного винта, скорость  $v_1 = 2v$ . Величина  $\frac{v_1^2}{2}$  носит название скорости напора; обозначив ее через  $h_p$  и приняв во внимание, что

$$Q = v \pi R^2 (1 - \xi^2) \quad \text{и} \quad \frac{kQv^2}{2} = \frac{v_1^2}{2} = h_p,$$

преобразуем ур-ня для силы тяги и идеальной мощности так:

$$P = [h_p (1 - \xi^2) + h_{cm}] \pi R^2, \quad (3)$$

$$T_i = [h_p (1 - \xi^2) + h_{cm}] \pi R^2 v,$$

или, заменив в выражении для  $T_i$  множитель  $\pi R^2 v$  через  $\frac{Q}{1 - \xi^2}$ , получим:

$$T_i = \left( h_p + \frac{h_{cm}}{1 - \xi^2} \right) Q. \quad (4)$$

Потери мощности в самом лопаточном колесе В. определяются по вихревой теории гребного винта. Вводя, как и в теории воздушного и водяного винта, отвлеченные обозначения: для тяги

$$P = \frac{P}{2\pi \rho \omega^2 R^4} = \frac{h_p (1 - \xi^2) + h_{cm}}{2\rho u^2},$$

для мощности  $T = \frac{T}{2\pi \rho \omega^2 R^5}$  и для скорости

$v = \frac{v}{\omega R} = \frac{v}{u}$ , где  $\omega = \frac{\pi n}{30}$ —угловая скорость

колеса,  $n$ —число об/мин. колеса,  $u = \omega R$ —окружн. скорость конца лопасти,  $R$ —внешний радиус колеса,  $\rho$ —плотность воздуха, равная  $\frac{1}{8}$  для нормальных условий ( $15^\circ$  и  $760$  мм Hg), и пользуясь уравнениями (см. *Вихревая теория*) для случая, когда циркуляция  $J$  постоянна вдоль лопасти:

$$\left. \begin{aligned} P &= J [(1 - \xi^2) + 2J \ln \xi - 2\mu(1 - \xi)] \\ T &= J [v(1 - \xi^2) + \frac{2}{3}\mu(1 - \xi^3) - 2\mu J(1 - \xi)] \end{aligned} \right\} (5)$$

находим по первому ур-ню, зная  $P$ , циркуляцию  $J$ , и по второму ур-ню—мощность  $T$ , а по ней и действительную мощность  $T$  в  $\text{кВт}/\text{сек}$  с учетом потерь в лопаточном колесе.

В этих ф-лах  $\xi = \frac{r}{R}$ —относительный радиус

втулки и  $\mu$ —коэф., учитывающий сопротивление трения воздуха о лопасти, называемый качеством профиля сечения лопасти. Форма лопасти колеса найдется из соотношения (см. *Воздушный винт*)  $J = C_y b w$ , где  $C_y$ —коэффициент подъемной силы профиля сечения лопасти цилиндрич. концентрич. лопаточному колесу (он зависит, так же как и встречающееся выше качество профиля  $\mu$ , от формы профиля и от угла атаки сечения, к-рые находят опытным путем, продувая в аэродинамической трубе крыло того же профиля); относительн. ширина лоп

пасти  $b = \frac{ib}{4\pi R}$ , где  $b$ —действительная ширина лопасти,  $i$ —число лопастей,  $w = \frac{w}{u}$ —относительная скорость воздуха (фиг. 31), различная для каждого радиуса; согласно вихревой теории гребного винта,

$$w = \sqrt{v^2 + \left( r - \frac{J}{r} \right)^2}.$$

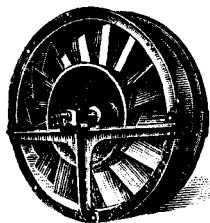
Таким образом имеем:

$$C_y b = \frac{J}{w}, \quad \text{или} \quad C_y b = \frac{J}{\sqrt{v^2 + \left( r - \frac{J}{r} \right)^2}}. \quad (6)$$

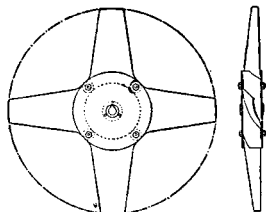
Действительная ширина лопасти следовательно будет:

$$b = \frac{4\pi R}{i} \cdot \frac{b C_y}{C_y}. \quad (7)$$

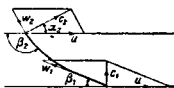
Величина  $b C_y$  с уменьшением радиуса увеличивается, как показывает уравнение (6); следовательно ширина лопасти В., рассчитанного по вихревой теории, увеличивается по направлению ко втулке. Угол  $\beta$  подхода



Фиг. 29.



Фиг. 30.



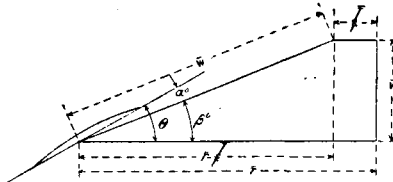
Фиг. 31.



воздуха к лопасти (фиг. 32) найдется из следующего соотношения:

$$\operatorname{tg} \beta = \frac{r}{r - \frac{v}{\omega}} \quad (8)$$

Как видим отсюда, угол  $\beta$  возрастает по направлению от конца лопасти ко втулке. Прибавив к углу  $\beta$  угол атаки  $\alpha$ , найденный выше по продувке профиля и выбранному



Фиг. 32.

значению  $C_p$ , находим угол наклона сечения лопасти  $\theta = \beta + \alpha$ . Называя кпд лопаточного колеса отношение идеальной мощности  $T_i$  к действительной мощности  $T$ , т. е.  $\eta = \frac{T_i}{T}$ , получаем, по вихревой теории, как показывают уравнения (5),

$$\eta = \frac{Pr}{T} = \frac{1 - \xi^2 + 2J \ln \xi}{1 - \xi^2} \cdot \frac{1 - 2\frac{r}{v}}{1 + \mu \frac{1}{3} \mu \frac{\delta}{v}} = \eta_n \cdot \eta_{mp}$$

Здесь

$$\eta_n = \frac{1 - \xi^2 + 2J \ln \xi}{1 - \xi^2}$$

окружной кпд, учитывающий потери на закручивание струи, а

$$\eta_{mp} = \frac{1 - 2\mu \frac{v}{\delta}}{1 + \frac{2}{3} \mu \frac{\delta}{v}}$$

где

$$\delta = \frac{1 - \xi^2 - 6J(1 - \xi^2)}{1 - \xi^2}$$

кпд трения, учитывающий потери на трение воздуха о лопасти. Называя статическим кпд вентилятора отношение:  $\eta_{ст.} = \frac{Qh_{ст.}}{T}$  и

заменяя здесь  $T$  через  $\frac{T_i}{\eta}$ , получим:

$$\eta_{ст.} = \frac{Qh_{ст.}}{Qh_{ст.}} \eta,$$

или, подставив сюда величину  $T$  из уравнения (4) и сократив на  $Q$ , имеем:

$$\eta_{ст.} = \frac{h_{ст.}}{h_g + \frac{h_{ст.}}{1 - \xi^2}} \eta,$$

или

$$\eta_{ст.} = \eta_n \cdot \eta,$$

где

$$\eta_n = \frac{h_{ст.}}{h_g + \frac{h_{ст.}}{1 - \xi^2}}$$

Определив по этим формулам  $\eta_{ст.}$ , находим мощность, потребную для В. по формуле:

$$T = \frac{Qh_{ст.}}{\eta_{ст.}} = \frac{Qh_{ст.}}{\eta_n \eta} \cdot \eta_{ст.}$$

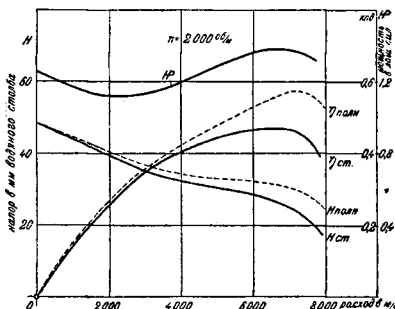
Называя

$$h_g + \frac{h_{ст.}}{1 - \xi^2} = h_{пол.}$$

полным напором, отнесенным к рабочей площади лопаточного колеса, т. е. к площади  $F = \pi R^2(1 - \xi^2)$ , будем иметь мощность  $\frac{Qh_{пол.}}{75\eta_{пол.}}$ , где  $\eta_{пол.}$  — полный кпд В., равный

кпд лопаточного колеса  $\eta$ , учитывающий потери на закручивание струи и на трение.

Для наиболее рационального подбора В. к условиям задания удобно пользоваться характеристиками В., получаемыми опытным путем. На фиг. 33 изображена характеристика винтового В. типа ЦАГИ. На этой диаграмме по оси абсцисс отложена производительность В. в  $m^3/ч$ , а по оси ординат отложены напор, в мм вод. ст., кпд и мощность в л.с. На этой же диаграмме пунктирными линиями изображены полный напор и полный кпд. Характеристика В. построена при постоянном числе 2 000 об/м. Эта кривая мощности показывает, что при изменении напора мотор винтового В. не перегружается: мощность почти постоянна. При изменении числа оборотов производительность вентиляторов изменяется прямо



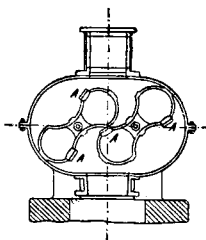
Фиг. 33.

пропорционально числу оборотов, напор — пропорционально квадрату, а мощность — кубу числа оборотов.

**Г. Мультицилиндрические В.** Цилиндрическ. В., называемые также капсульными воздухоудавками, представляют собою коловратный механизм. Они бывают с одним, двумя и тремя крыльчатными колесами, работающ.

в общем кожухе. Наиболее распространенными цилиндрич. В. являются В. типа Рута (фиг. 34) и типа Егера (фиг. 35). Обе конструкции относятся к группе вентиляторов с двумя вращающимися колесами. Цилиндрич. вентиляторы применяются для вентиляции шахт, литейных, для дутья в кузнечных горнах и т. п.

Вентиляторы Рута обычно дают давление от 100 до 500 мм водяного столба; производительность их приведена в табл. 5.



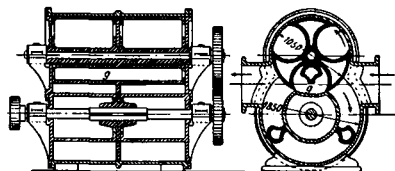
Фиг. 34.

Табл. 5.—Характеристика вентиляторов типа Рута.

Число об/м.	При плаве чугуна, кг/ч	Внутр. размеры вагранки в мм	Кузн. горны при соплах 30 мм диам.	Кузн. воз-духа в м <sup>3</sup> /мин/духа в м <sup>3</sup> /мин/хорошод. м <sup>3</sup>	Диаметр входов, отверстия в мм	Шивы в мм	
						диам. в мм	ширина в мм
400	1 800	350—600	16	30	160	300	250 100
400	2 700	600—750	24	44	200	355	300 110
350	4 000	750—900	35	62	250	405	360 125
325	7 000	900—1 200	50	92	300	450	405 150
300	9 000	1 200—1 500	73	132	350	525	530 180
220	14 000	1 500—1 800	116	210	450	630	600 200

Фасонные колеса В. этого типа вращаются около параллельных друг другу осей. Колеса изготавливаются из чугуна и в местах соприкосновения имеют уплотняющие накладки А (фиг. 34). Вращение колес осуществляется через шкив ременной передачи и две шестерни, насаженные на концах валов колес. Шестерни одинаковых диам., а потому вращение происходит с одинаковыми угловыми скоростями. Колеса вращаются в противоположные стороны. Объемный КПД  $\approx 0,8$ , механический КПД  $\approx 0,75$ .

В. типа Егера (фиг. 35) состоит из двух фасонных колес, вращающихся в одном кожухе. Вращающиеся части показаны на



Фиг. 35.

фиг. черными, неподвижные—заштрихованы. Верхнее фасонное колесо вращается на верхнем валу; нижнее колесо, представляющее собой 3 грушевидного сечения тела *g*, укрепленных на поперечном диске, вращается на нижнем валу. Нижнее колесо, вращающееся вокруг неподвижного ядра (заштриховано), находится в зацеплении с верхним колесом. Производительность вентиляторов типа Егера приведена в табл. 6.

Табл. 6.—Производительность вентиляторов типа Егера.

№	Производит. в м <sup>3</sup> /мин.	Число об/м.	Диам. вх. и вых. отверстий в мм		Шивы в мм		Число сопел, диам. 30 мм в кузн. горнах	Диам. вагранки в мм	Производи-тельность в м <sup>3</sup> /мин.	Плотность газа, кг/м <sup>3</sup> .	Возд. ст. в %
			диаметр в мм	ширина в мм	диам. в мм	ширина в мм					
000 0,17	500	25	90	40	—	—	—	—	—	—	0,01
0 0,5	500	40	110	40	—	—	—	—	—	—	0,03
0 1	400	80	120	50	1	—	—	—	—	—	0,05
1 3	400	80	175	50	2	—	—	—	—	—	0,12
2 7	400	90	200	60	3	—	—	—	—	—	0,25
3 10	400	100	250	70	5	—	—	—	—	—	0,35
4 14	400	150	290	75	7	350	1 000	—	—	—	0,45
5 25	380	200	330	100	13	450	1 750	—	—	—	0,8
6 40	360	225	400	125	20	600	3 000	—	—	—	1,3
7 55	340	250	450	150	30	700	4 000	—	—	—	1,7
8 80	320	300	500	175	40	800	5 500	—	—	—	2,5
9 114	300	350	650	180	60	900	8 000	—	—	—	3,5
10 140	280	400	750	200	70	1 000	10 000	—	—	—	4,2
11 200	260	450	1 000	200	100	1 300	15 000	—	—	—	6
12 300	240	550	1 200	250	—	1 600	22 500	—	—	—	9

В. типа Егера дают высокие давления: малые модели—до 5 м, большие до 3 м вод. столба. Объемный КПД равен 0,90—0,70 (в зависимости от создаваемого давления); механический КПД 0,75—0,85.

Лит.: Гартман К., Вентиляция промыш. заведений, Москва, 1926; Гертман А. П., Турбомашин, Л., 1925; Зотов в П. П., Вентиляция на фаб.-зав. предприятиях, М., 1927; Гартман К., Центробежные вентиляторы, пер. с нем., М., 1928; Турнус В. А. и Ляхуши Н. М., Определение мощности вентиляторов по потерям в трубопроводе, М., 1927; Баулин К., Испытание вентиляторов в эксгаустерах, «Вестник инженеров», М., 1928, 3; Hütte, Справочная книга для инж., 16 изд., М., 1916; B la e s s Y., Die Strömung in Röhren usw., München, 1916; Dietz L., Lehrbuch der Lüftungs- und Heizungs-Technik, München, 1920; Gronwald E., Zentrifugal-Ventilatoren, B., 1925; Karg H. R., Schleuder-gebläse, München, 1926; Regeln für Leistungsversuche an Ventilatoren u. Kompressoren, VDI, B., 1926; Recknagel's Kalender f. Gesundheits- und Wärme-Technik, München, 1927; Rietchel H., Leitfaden der Heiz-u. Lüftungstechnik, 2 Aufl., B., 1925; Schwaneck H. K., Lüftung und Entstaubung, Lpz., 1909; Wiles H. A. P. E., Die Ventilatoren, B., 1924; Carrière W. H., Fan Engineering, Buffalo, N. Y., 1925. В. Турнус.

**ВЕНТИЛЯЦИЯ**, создание гигиенич. условий в закрытом помещении путем поддержания обмена воздуха, необходимого для нормального самочувствия находящихся в помещении людей. Причины порчи воздуха: 1) выделение теплоты и водяного пара людьми и источниками освещения; 2) выделение углекисл. газа людьми и источниками освещения; 3) выделение зловонных веществ; 4) пыль; 5) производственные причины (от технологич. и производственных процессов). Опытным было установлено, что при временном пребывании людей в закрытом помещении повышение содержания углекислоты до 1,5% никаких ненормальных явлений у человека не вызывало до тех пор, пока при неподвижном воздухе темп-ра и влажность воздуха не повышались; как указывает д-р Яковенко, самочувствие ухудшалось при  $t^{\circ}$  равной 24°, относительной влажности в 89% и содержании углекислоты до 1,2%, самочувствие людей улучшалось, как только воздух в испытуемом помещении приводился в движение. К современной В. жилых помещений предъявляются следующие требования: 1) вводимый воздух должен быть нагрет до темп-ры, близкой к  $t^{\circ}$  помещения; 2) воздух должен находиться в легком движении, его темп-ра должна время от времени слегка колебаться; относительн. влажность не должна превышать 40—50%; 3) воздух д. б. свободен от неприятных запахов; 4) в воздухе не д. б. вредных газов и дымов, а также большого количества пыли. В промышл. заведений имеет целью непрерывно поддерживать внутри помещения воздух удовлетворительн. качества. При этом комбинированное действие  $t^{\circ}$ , влажности и движения воздуха должно соответствовать роду и напряжению физическ. труда, выполняемого в мастерских; кроме того воздух указан. помещений должен содержать минимальное количество пыли и бактерий и д. б. свободен от ядовитых и вредных примесей, а также от неприятн. запахов (д-р Яковенко).

Санитарно-гигиенич. условия. Атмосферный воздух состоит из кислорода, азота, углекислоты, водяных паров, аргона, пыли и микроорганизмов. В круглых цифрах можно считать, что атмосферный воз-

дух содержит: азота (N)—78,00%, кислорода (O)—20,96%, аргона (Ar)—1,01% и углекислоты (CO<sub>2</sub>)—0,03%. Содержание водяных паров в атмосферном воздухе зависит от  $t^\circ$  воздуха. В фабричных и промышленных помещениях при производственных и технологических процессах выделяются материальные частицы, водяные пары и газообразные продукты. Химический состав выделяемого человеком воздуха следующий: кислорода—16,0%, азота—79,0%, аргона—1,0%, углекислоты—4,0%. В воздухе жилых помещений содержание CO<sub>2</sub> должно быть не более 0,07—0,1%; при нахождении людей в помещении определенное число часов в сутки содержание CO<sub>2</sub> должно быть не более 0,1—0,15%; при временном, не ежедневном и добровольном пребывании в помещении содержание CO<sub>2</sub> допускается 0,15—0,2%. Вышние пределы содержания CO<sub>2</sub> относятся к пребыванию здоровых людей, низшие—больных и слабых. Наиболее благоприятная относительная влажность воздуха жилых помещений 30—50% при 20°. При временном пребывании людей температура в помещении не должна превышать норму более чем на 2°, перед занятием таких помещений она м. б. ниже нормы на 1°.

Обмен воздуха по CO<sub>2</sub>. Для жилых помещений:  $L = \frac{nk}{p_2 - a}$ , где  $L$ —потребное количество воздуха в м<sup>3</sup>/ч,  $k$ —количество CO<sub>2</sub>, выделяемое 1 чел. или источником в 1 ч.,  $p_2$ —предельное количество CO<sub>2</sub>, допускаемое в помещении,  $a$ —содержание CO<sub>2</sub> во вводимом воздухе,  $n$ —число людей или источников выделения CO<sub>2</sub>. Для помещений временного пользования:

$$L = \frac{k - \frac{J}{2nz} (p_2 - p_1)}{p_2 - a} \text{ м}^3/\text{ч на 1 чел.},$$

где  $p_1$ —первоначальное содержание CO<sub>2</sub> в помещении,  $J$ —объем помещения в м<sup>3</sup>,  $z$ —число часов действия В. Эта формула составлена в предположении, что В. начинает работать с момента занятия помещения людьми и обмен прекращается после освобождения помещения и что первое время выводится воздух из помещения с содержанием CO<sub>2</sub>, равным  $p_1$  в 1 м<sup>3</sup>. Среднее содержание CO<sub>2</sub> принято равным  $\frac{p_1 + p_2}{2}$ , количество CO<sub>2</sub>, удаленное этим воздухом, будет  $J \left( \frac{p_1 + p_2}{2} - p_1 \right)$ . Количество CO<sub>2</sub>, поглощаемое вводимым воздухом  $L$ , равняется  $nLz(p_2 - a)$ . Т. о. баланс будет  $nkz = nLz(p_2 - a) + \frac{J}{2}(p_2 - p_1)$ ; после преобразования получим вышеприведенное выражение для  $L$ .

Выделение углекислоты человеком в м<sup>3</sup>/ч, приведенное к 0° (по Петтенкоферу и Шарлингу), таково:

Мужчина при физич. работе . . . . .	0,0363
"          покое . . . . .	0,0226
Большой . . . . .	0,0380
Женщина . . . . .	0,0170
Юноша . . . . .	0,0174
Левушка . . . . .	0,0129
Мальчик . . . . .	0,0103
Девочка . . . . .	0,0087

Выделение углекислоты осветительными источниками в 1 час при 0° (по Фишеру) выражается следующими цифрами (в м<sup>3</sup>).

Светильный газ (1 м <sup>3</sup> ) . . . . .	0,57
Керосин (1 кг) . . . . .	1,57
Стеарин (1 кг) . . . . .	1,42

Обмен воздуха по содержанию влаги (проф. Чаплив). Обозначим:  $m_2$ —предельное содержание влаги в 1 м<sup>3</sup> воздуха,  $a$ —содержание влаги во вводимом воздухе,  $m_1$ —содержание влаги в помещении до занятия его людьми,  $A$ —выделение влаги человеческим телом в 1 час. По аналогии с предыдущим, для помещений временного заполнения:

$$L = \frac{J}{2nz} \frac{(m_2 - m_1)}{m_2 - a};$$

для промышленных помещений:

$$L = \frac{(A + A') - \frac{J}{2nz} (m_2 - m_1)}{m_2 - a},$$

где  $A'$ —добавочная влажность на 1 человека от источников выделения паров, находящихся в помещении;  $A' = \frac{Q}{2n}$  при выделении влаги посторонним источником в  $z$  часов  $Q$  кг. Если выделение влаги людьми по сравнению с выделениями других источников ничтожно, то расчет потребного воздуха ведется по количеству влаги, выделенной этими источниками:  $L = \frac{Q}{m'_1 - a'}$ , где  $m'_1$ —количество влаги в кг в 1 м<sup>3</sup> воздуха, при котором образуется туман,  $a'$ —абсолютная влажность вводимого воздуха в кг в 1 м<sup>3</sup>.

Выделение водяного пара в 1 час человеком (по Ритшелю): при умеренном заполнении помещения (жилые помещения, конторы и т. п.)—40 г; при большом заполнении помещения (театры, концертные залы, школы и т. п.)—80 г.

Обмен воздуха в жилых помещениях по тепловым источникам. Если обозначить в Cal/ч. выделение теплоты людьми через  $w_1$ , освещением—через  $w_2$ , другими источниками—через  $w_3$  и через  $w$ —охлаждение помещения зимой (—), летом (+); то теплота  $w = w_1 + w_2 + w_3 \pm w_4$  должна быть удалена часовым обменом воздуха в помещении, т. е.

$$L = \frac{w \left( 1 + \frac{t_m}{273} \right)}{0,306 (t_m - t')} \cdot \text{м}^3,$$

где  $L$ —потребное количество воздуха,  $t_m$ —средняя темп-ра помещения,  $t'$ —температура вводимого воздуха, 0,306—теплоемкость воздуха, отнесенная к 1 м<sup>3</sup>. Нормальная комнатная температура обычно поддерживается равновесием между теплоотдачей нагревательных приборов, людей, осветительных приборов и отдачей тепла ограждениями. Если же эти источники таковы, что тепловое равновесие быстро нарушается, то поддержание нормальной  $t^\circ$  достигается введением воздуха пониженной, по сравнению с ней  $t^\circ$  (напр. в помещениях для многолюдных собраний). При хорошем распределении вводимого воздуха его  $t^\circ$  может быть принята на 5° ниже комнатной. На з-дах и фабриках происходит хорошее перемешивание воздуха вращающимися и движущимися механизмами, поэтому разность температуры между вводимым и внутренним воздухом можно принимать в 8° и даже доводить до 10°.

В табл. 1 и 2 приведены данные о количестве тепла, выделяемого человеком и различными осветительными источниками.

Табл. 1.—Выделение тепла человеком при средних  $t^\circ$  (по Рубнеру).

Возраст человека	Cal/ч.
Грудной ребенок . . . . .	ок. 16
Взрослый чел. в спокойном состоянии . . . . .	98
"    "    при средней работе . . . . .	118
"    "    "    тяжелой . . . . .	140
В старческом возрасте . . . . .	90

По Ритшелю, при умеренном заполнении помещения (жилое помещение, контора и т. п.) человек в среднем отдает 75 Cal/ч., при большом заполнении (театры, школы и т. п.)—50 Cal/ч.

Табл. 2.—Выделение тепла различными осветительными источниками (по Веддигу).

Род освещения	Час. расход на 1 свечу Гейфера	Отдача тепла в Cal/ч.
Дуговая лампа . . . . .	1,1 W	1,0
Металлич. калильная лампа	1,2 "	1,0
Угольная калильная лампа (16 свечей Гейфера) . . . . .	4,5 "	4,0
Ацетиловое освещение . . . . .	0,0008 м <sup>3</sup>	5,5
Газовое освещение (с верт. пламенем) . . . . .	0,0021 "	6,5
Горелка Арганда . . . . .	0,010 "	50,0
"    Брея . . . . .	0,013 "	67,0
Керосиновое освещение . . . . .	0,0033 кг	36,0

Объем воздуха по содержанию в нем ядовитых газов. Количество вводимого воздуха  $L$  д. б. взято из такого расчета, чтобы выделяемое количество ядовитых газов было снижено до норм, указанных в табл. 3 (графа 2—для помещений мастерских и графа 3—для мест утечки газа):

$$L = \frac{k}{K} \text{ м}^3/\text{ч},$$

где  $k$ —выделение газа за 1 час,  $K$ —допустимое содержание газа в 1 м<sup>3</sup> воздуха.

Табл. 3.—Вредное для здоровья содержание в воздухе главнейших фабричных газов (по Леману) %.

Газы	Переносимое многие часы	Переносимое от 1/2 до 1 ч.	Безусловно опасное
Пары вода . . . . .	0,0005	0,003	—
"    хлора . . . . .	0,001	0,004	0,05
"    брома . . . . .	0,001	0,004	0,05
Хлороводород . . . . .	0,01	0,05	1,5
Сернистая кислота . . . . .	—	0,05	0,5
Сероводород . . . . .	—	0,2	0,5
Аммиак . . . . .	0,1	0,3	3,5
Оксид углерода . . . . .	0,2	0,5	3,0
Сероуглерод . . . . .	—	1,5	10,0
Углекислота . . . . .	10,0	80,0	300,0

Нормы часового обмена воздуха в помещениях неопределенного заполнения даны в помещенной ниже табл. 4.

Эффективная темп-ра ( $t^\circ$ , влажность, движение воздуха). Температура, влажность и движение воздуха играют больш. роль при устройстве рациональной В. Телловой баланс человек. организма в нормальных условиях его существования, т. е. равновесие между приходом и расходом

Табл. 4.—Нормы часового обмена воздуха в помещении (по Чаплину).

Род помещений	Обмен воздуха	Род помещений	Обмен воздуха
Школы		Больницы	
Классы	± 3	Палаты . . . . .	± 1,5
Рисовальный класс	± 2	Операционная	± 2
Зал	± 1	Специальная	± 1,5
Зал собраний . . . . .	± 3	Смотровая . . . . .	± 2
Кабинеты . . . . .	± 1	Ванные . . . . .	± 2
Раздевальня . . . . .	± 1	Буфетные . . . . .	± 2
Клззеты . . . . .	± 3	Аптека . . . . .	± 1
Специальные школы		Училища	
Аудитория . . . . .	± 3	Капеллярни . . . . .	± 1,5
Химич. лаборатория . . . . .	± 2	Кабинеты . . . . .	± 1
Физич. лаборатория . . . . .	± 3	Помещения для публичн . . . . .	± 1
Кабинеты . . . . .	± 1,5	Вестибюль . . . . .	± 2
Читальни . . . . .	± 1,5	Вокзалы	
Столовая . . . . .	± 1	Зал для пассажиров . . . . .	± 2
Коридоры . . . . .	± 1	Буфет . . . . .	± 2
Чертежная . . . . .	± 1	Театры	
Общжития		Зрительный зал	± 3
Жилые комнаты	± 1,5	Фойе . . . . .	± 2
Общие . . . . .	± 2	Сцена (периодически) . . . . .	± 2
Ясли . . . . .	± 2	Курит. комната	± 5
		Комн. артистов . . . . .	± 2

теплоты, поддерживается постоянным выработанием и потерей теплоты организмом. Охлаждение человек. тела происходит путем излучения теплоты, конвекции (приведения теплоты) и выделения водяных паров. Разница  $t^\circ$  тела и окружающей среды обеспечивает охлаждение тела излучением, повышение  $t^\circ$  воздуха уменьшает охлаждение тела этим путем; охлаждение излучением совсем прекращается, когда обе  $t^\circ$  делаются одинаковыми. Соприкосновение воздушных течений с поверхностью тела и постоянная смена нагретого слоя более холодным вызывает охлаждение тела конвекцией: чем больше скорость движения воздуха, омывающего поверхность тела, тем быстрее оно охлаждается. Охлаждение тела в этом случае будет тем больше замедляться, чем слабее будет заменяться нагретый телом слой воздуха более холодным слоем. Влажность окружающего воздуха обуславливает охлаждение тела путем испарения воды; испарение воды с поверхности тела будет идти тем быстрее, чем меньше влажность окружающего тела воздуха. Если слой воздуха, находящийся у поверхности кожи, будет медленно сменяться более холодным слоем, то он может нагреться до  $t^\circ$  тела и насытиться выделившимися с поверхности тела парами,—испарение будет замедлено, и охлаждение тела сильно уменьшится. Так. обр. движение воздуха влияет на человек. тело двояко: оно вызывает охлаждение тела конвекцией и испарением. Комбинируя эти три фактора, способствующие установлению равновесия между скоростью теплообозования внутри человек. организма и потерей им тепла, можно создать условия, при которых человек будет чувствовать себя хорошо. При этом может случиться, что в отдельности каждый фактор будет превышать норму. Влияние комбинаций этих трех факторов

на человека и составляет то, что называется эффективной  $t^\circ$ . Изучая влияние состояния воздуха в помещении на человека при различных комбинациях этих трех факторов при различной работе, выполняемой человеком, можно для каждого отдельного случая определить, какие эффективные  $t^\circ$  соответствуют наилучшим условиям самочувствия человека. Наиболее благоприятные условия для физическ. работы человека лежат в пределах эффективных  $t^\circ$  ниже  $18^\circ$  (д-р Яковенко). Охлаждение тела д. б. больше при тяжелой физическ. работе, нежели при легкой. Америк. «Об-во инженеров по вентиляции и отоплению» дает для мастерских следующие эффективные  $t^\circ$ :

В покое . . . . .	$17,8^\circ$	Умеренная работа $16,7^\circ$	
Легкая работа . . . . .	$16,9^\circ$	Тяжелая . . . . .	$15,3^\circ$

Эти  $t^\circ$  для наших условий конечно несколько изменятся; основной же принцип остается тот же, т. е. характер труда и вместе с ним напряжение человек. организма д. б. приняты во внимание при назначении  $t^\circ$  воздуха. Для быстрого определения значений эффективных  $t^\circ$  по показаниям в воздухе сухого и влажного термометра и скорости воздуха служат термометрич. карты.

На этих картах нанесены показания сухого и влажного термометров, кривые скоростей движения воздуха, линии эффективных  $t^\circ$  в  $^\circ\text{C}$  и отмечена зона комфорта, т. е. границы эффективных температур, наиболее благоприятных для человека.

Эффективный обмен воздуха.

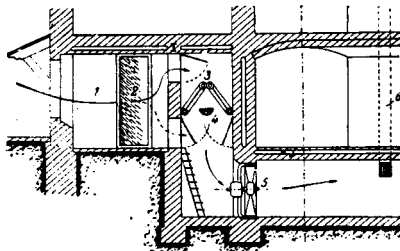
Вводимый воздух нужно стремиться распределять равномерно по всему вентилируемому помещению; обмен воздуха, дающий такой эффект, называется эффективным. Эффективный обмен обеспечивает хорошее перемешивание видимого воздуха с воздухом помещения. Этот фактор является столь же важным гигиеническим фактором, как и описанные выше.

Запахи. Исследования, произведенные Ньюорской комиссией по вентиляции, выявили, что воздух нормальной темп-ры и влажности, но имеющий неприятные запахи, вредно отражается на самочувствии находящихся в нем людей, понижая их активность и производительность. Запахи должны быть удаляемы путем отсасывания в местах их образования.

Пыль и газы. Пыль и газы должны отсасываться в местах их образования т. о., чтобы между рабочими и очагом образования пыли или выделения газов создавался ток свежего воздуха—как бы воздушная завеса (прослойка), предупреждающая возможность попадания пыли и газов в дыхательные пути человека.

В зависимости от способов обмена воздуха в закрытых помещениях рассматриваются: 1) вентиляция естественная и 2) вентиляция искусственная. В зависимости от устройств искусственная В. разделяется на: а) точную, б) вытяжную и в) отсасывающую.

1) В. естественная—обмен воздуха, происходящий через неплотности дверей, окон, пористость строительных материалов, стен, полов, потолков и т. п. Движущей силой в данном случае является разность давлений воздуха внутри и вне помещения вследствие неодинаковых  $t^\circ$  наружного и внутреннего воздуха или вследствие давления ветра; более легкий и теплый воздух внутри помещения вытесняется тяжелым холодным, поступающим извне внизу помещения. Недостаток естественной В.—неопределенность ее действия. Ланг и Гозебрух



Фиг. 2.

на основании своих исследований вывели формулу для подсчета количества воздуха  $L$ , проникающего через поры строительных материалов в единицу времени, а именно:

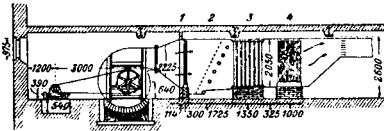
$$L = \frac{F \cdot c (p - p_0)}{e} \text{ м}^3/\text{ч},$$

где  $F$ —поверхность стены в  $\text{м}^2$ ,  $e$ —толщина стены в  $\text{м}$ ,  $p - p_0$ —разность давлений у внутренней и наружной стены в  $\text{кг}/\text{м}^2$ ,  $c$ —коэффициент проницаемости материала (для бута—0,000124, кирпича—0,000201, бетона—0,000258). В этой ф-ле не учтен обмен через неплотности. При естественной В. обмен редко доходит до одного объема помещения.

2) В. искусственная—обмен воздуха, достигаемый введением и извлечением его через специальные каналы или отверстия. Движение воздуха м. б. достигнуто: а) созданием разницы  $t^\circ$ , б) использованием силы ветра при помощи нагнетательных и всасывающих колапков (головки—дефлекторы, флюгарки); в) механическ. путем—при помощи вентиляторов. Искусственная вентиляция дает полную возможность произвести правильный постоянный обмен воздуха в помещении в требуемых объемах.

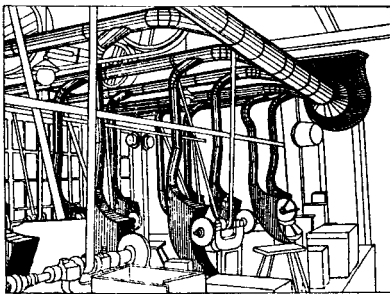
Схемы вентиляционных устройств и детали вентиляционных установок. 1) При точной В. (см. фиг. 1). Наружный воздух забирается через воздухоприемник  $E$  и доставляется в пылевою (вентиляционную) камеру  $S$ , где установлен фильтр для отделения пыли путем фильтрации воздуха (за исключением той пыли, которая оседает при входе в камеру вследствие падения скорости воздуха в этом месте). Далее при помощи вентилятора  $V$  воздух нагнетается через нагревательные приборы  $H$  в главный канал  $L$ , откуда разводится по ответвленным каналам  $Z$  в вентилируемые помещения  $I, II, III$ , вступая в них через решетки, которые устанавливаются у выходов каналов

в помещение. Для увлажнения приточного воздуха увлажнительные приборы устанавливаются там, где воздух достиг своей конечной  $t^\circ$ . На фиг. 2 показано положение вентилятора со всеми приборами: 1—пыльная камера, 2—фильтр, 3—нагревательный



Фиг. 3.

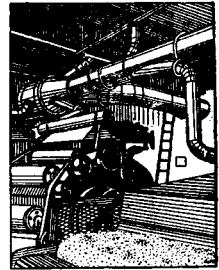
прибор, 4—увлажнитель, 5—вентилятор и 6—приточный канал. Кроме обычного нагревания засосанного воздуха в вентилируемые помещения, здесь можно вести воздух мимо нагревательных приборов, в чем является необходимость летом. Если очистка вентиляционного воздуха от пыли производится путем промывки, тогда увлажнение и промывка осуществляются одновременно. Так как в этом случае увлажнение следует производить при  $t^\circ$  более низкой, чем та, при которой воздух вступает в вентилируемое помещение, то воздух перед выпуском в приточные каналы подогревают. На фиг. 3 показана американск. установка с промывкой и подогреванием воздуха (размеры даны в мм): 1—предварительный нагрев воздуха, 2—промывка его, 3—высушивание, 4—подогревание воздуха. 2) В ы т л ж н а в. (фиг. 1) вытягивает испорченный воздух из вентилируемых помещений по каналам А, которые объединяются общим сборным боровом (каналом). Борова присоединяются к вытяжным шахтам, которые выводятся вертикально через крышу; через шахту выводится испорченный воздух наружу. Увеличение напора в вытяжной системе создается также путем нагревания извлекаемого воздуха или с помощью вентилятора. 3) Отсасывающие системы. Удаление пыли, газов, паров



Фиг. 4а.

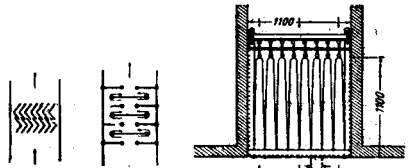
и других вредных, выделяющихся при производственных процессах, производится путем отсасывания по системе труб при помощи включенного в систему эксгаустера (фиг. 4а, 4б). В местах образования и выделения вредных на концах подведенных труб

устанавливают специальные ловители, приемники, зонты и т. п., конструкция которых должна отвечать наиболее рациональному улавливанию вредных. Эксгаустер больш. частью устанавливается на конце трубопровода, и отсасываемое вещество просасывается через эксгаустер. В случае отсасывания пыли, волокон и т. п. за эксгаустером устанавливаются т. наз. фильтр или циклон для отделения пыли и т. п. (см. *Заводская вентиляция*).



Фиг. 4б.

В п у х а приточного воздуха должен производиться в таком месте, где можно рассчитывать на сравнительно большую чистоту воздуха. Воздухоприемники рационально делать на высоте  $\geq 2$  м над землей, так как на этой высоте слой воздуха содержит меньше улочной пыли. Надо избегать расположения воздухоприемника на расстоянии от здания, так как в этом случае воздухоприемные шахты соединяются со зданием подземными каналами, по которым наружный воздух доставляется в камеру и в которых осаждаются влага, образуется



Фиг. 5.

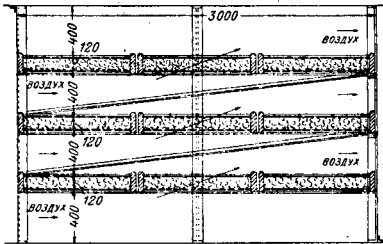
Фиг. 6.

плесень и т. п.,—все это понижает качество приточного воздуха. Во всяком случае воздухоприемные каналы д. б. вполне доступны для поддержания в них чистоты.

Очистка воздуха. Камеры должны быть устроены так, чтобы пыль, оседающая вследствие уменьшения скорости входящего воздуха, не могла движением воздуха подниматься с пола камеры; для этого переднюю часть камеры выделяют под так наз. пылеотстойник, где скорость воздуха должна быть меньше 0,1 м/сек. Пылеотстойник д. б. доступен для очистки. Для дальнейшей очистки воздуха от пыли служат фильтры. На фиг. 5 показаны фильтры-ловители пыли; они создают незначительные сопротивления и применяются в случае В., действующей вследствие разности  $t^\circ$ . На фиг. 6 и 7 изображены так назыв. проходные фильтры разных конструкций (размеры в мм), мешочный фильтр (фиг. 6), фильтр с заполнением коксом, торфом, древесной шерстью или гравием (фиг. 7). Кроме того применяются металлические фильтры с масляной смазкой. Очистка воздуха в таких фильтрах дает очень хорошие результаты.

Нагревание воздуха. Паружный воздух до ввода в помещение в большинстве случаев д. б. подогрет; нагревание устраняет влияние температуры его на величину обмена. Темп-ра приточного воздуха б. ч. назначается равной  $t^{\circ}$  помещения.

Увлажнение и промывка воздуха. Увлажнение воздуха либо достигается путем установки открытых сосудов с водой на нагревательных приборах либо осуществляется пульверизацией воды в особых камерах или в подводящих воздух каналах. Часто увлажнение воздуха соединяют с очисткой его от пылевых частиц путем промывки; лучше всего это достигается



Фиг. 7.

введением в ток воздуха насыщенного водяного пара, который, конденсируясь на поверхности пылевых частиц, образует туман, легко осаждаемый мелким дождем. Увлажненный таким образом воздух надлежит промывать распыленной водой до полного удаления из него тумана, а следовательно и до полного удаления пылевых частиц.

Приточные и вытяжные каналы. Приточный воздух поступает в вентиляруемые помещения по каналам. В жилых и общественных зданиях каналы прокладывают преимущественно в стенах здания во время кладки стен. Каналы, проложенные в стенах, имеют ряд отрицательных сторон: зависимость сечений каналов от толщины стен, шероховатость внутренних стенок, неблагоприятные формы ответвлений и т. д.—все это создает значительные сопротивления движению воздуха по каналам; кроме того каналы, проложенные в стенах, не обеспечивают сохранения первоначальных свойств вентиляционного воздуха. Поэтому широко пользуются, в особенности в Америке, металлическими трубами не только в вентиляционных системах для промышленных заведений, но и для жилых помещений. Эти трубы б. ч. делают из оцинкованного железа. Металлические трубопроводы создают наиболее благоприятные условия для движения воздуха как в отношении характера внутренней поверхности, формы сечения, возможности выполнения рациональных форм ответвлений, так и в виду того, что системы металлических трубопроводов могут быть выполнены в полной мере в соответствии с расчетом. Приточные каналы у выхода в вентиляруемое помещение снабжают металлическими решетками с жалюзи или иными клапанами, которые дают возможность перекрывать приток воздуха.

Вытяжные каналы могут быть направлены непосредственно вертикально вверх и там объединены общими сборными боровами, или же вертикальные каналы могут быть выведены, каждый отдельно, наружу или в общую самостоятельную шахту. Когда несколько вытяжных отверстий приходится объединять общим вытяжным каналом или когда вытяжное отверстие находится на некотором расстоянии от вытяжного канала, то приходится вытяжные отверстия сообщать с вертикальными каналами при помощи горизонтальных каналов. При В., действие которой основано на разности  $t^{\circ}$ , надлежит соблюдать следующее: 1) при движении вытяжного воздуха вверх вытяжные каналы прокладывать во внутренних частях здания (для сохранения темп-ры воздуха); 2) при движении вниз каналы прокладывать в наружных стенах здания (воздух охлаждается и падает вниз). Вытяжные каналы, как и приточные, у выхода из помещения снабжают клапанами с решетками.

Вентиляционные трубопроводы и каналы изготовляют из разных материалов—железа, алебаstra, бетона, кирпича, дерева и др.—им придают круглую или прямоугольную форму сечения. В зависимости от характера установки трубопроводы имеют простой вид (без разветвлений) или сложный (разветвленный), распределяющий воздух в различные пункты или отсасывающий его из ряда мест. Трубопроводы для отсасывания пыли, очесов и т. п. делают большей частью металлические и выполняют их в виде централизованных разветвленных систем (см. *Заводская вентиляция*).

Приточные и вытяжные отверстия д. б. осуществлено так, чтобы движение вводимого в помещение воздуха не было опущено для находящихся в нем людей. Если  $t^{\circ}$  приточного воздуха выше  $t^{\circ}$  помещения, ввод его делают несколько выше человеческого роста. Если  $t^{\circ}$  вводимого воздуха равна  $t^{\circ}$  помещения, то приточные отверстия располагают ближе к потолку; если же температура вводимого воздуха ниже комнатной, то приточные отверстия делают непосредственно под потолком. Вытяжные отверстия располагают так, чтобы получался возможно полный обмен воздуха в помещении и чтобы извлечение воздуха производилось ближе к источникам порчи его. В жилых помещениях нужно стремиться к выполнению первого требования. При выпуске воздуха сверху помещения и при темп-ре его выше комнатной вытяжные отверстия располагают внизу. При  $t^{\circ}$  вводимого воздуха ниже комнатной вытяжные отверстия лучше располагать в верхней части помещения, т. к. в этом случае выпускаемый воздух стремится опуститься вниз, выдвигая испорченный воздух вверх. В тех случаях, когда из помещения требуется удалять как испорченный воздух, так и избыток теплоты (в результате перегрева воздуха помещения), вытяжные отверстия устанавливают внизу и сверху помещения; при этом верхнее отверстие служит для удаления избытка теплоты. Оба отверстия выводят в один и тот же канал и снабжают клапанами. Если воздух вводится

при темп-ре выше комнатной, то вытяжные отверстия м. б. устраиваемы в той же стене, где и приточные; при  $t^0$  вводимого воздуха ниже или равной комнатной вытяжные отверстия следует располагать в стенах, противоположных тем, в которых расположены приточные.

Движение воздуха в вентиляционных системах происходит под влиянием сил движущих и сил сопротивления. Движущей силой является давление на ед. поверхность,

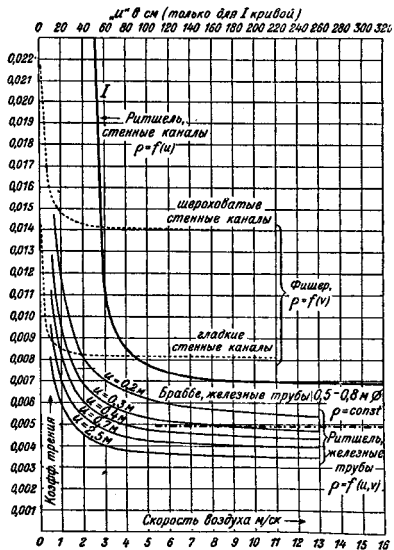
этого воздуха. Для подсчета  $H_e$  практика удовлетворяется следующей опытной ф-лой:

$$H_e = e \cdot \frac{U}{F} \cdot l \cdot \frac{\gamma v^2}{2g} \text{ мм вод. ст.}$$

для труб любого сечения и

$$H_e = \lambda \frac{l}{D} \cdot \frac{\gamma v^2}{2g} \text{ мм вод. ст.}$$

для труб круглого сечения, где  $e$ —коэффициент трения для труб любого сечения,  $\lambda = 4e$ —коэффициент трения для труб кругл. сечения,  $\frac{U}{F}$ —отношение периметра трубы к площади сечения,  $D$ —диам. трубы круглого сечения в м,  $l$ —длина трубы в м,  $\gamma$ —уд. в. воздуха в  $\text{кг/м}^3$ ,  $v$ —скорость воздуха в  $\text{м/сек}$ ,  $g = 9,81 \text{ м/сек}^2$ . Величина коэффициента трения является опытной величиной. Значительное влияние на величину коэф-та трения оказывает степень шероховатости стенок



Фиг. 8.

создаваемое вентиляторами, воздуходувками и т. п. машинами или соответственными источниками энергии: ветром, разностью  $t^0$  и т. п. Это давление  $H_e$ , измеряемое обычно в мм водяного столба, идет: 1) на создание скоростного напора  $H_v$  и 2) на преодоление сопротивления  $H_z$  в системе, состоящего из: а) трения в трубах и каналах  $H_0$  и б) местных или особых сопротивлений  $H_z$  входа, выхода, в местах сужения и расширения труб и каналов, в коленах, отводах, клапанах, задвижках, а также в пылевых камерах, фильтрах, циклонах, нагревательных приборах и т. п. частях вентиляции. системы.

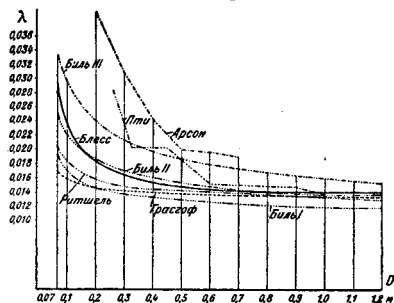
$$H = H_v + H_z = H_v + H_0 + H_z \text{ мм вод. ст.}$$

Скоростной напор выражается так:

$$H_v = \frac{v^2}{2g} \cdot \gamma \text{ мм вод. ст.},$$

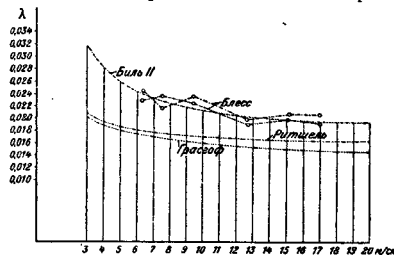
где  $v$ —скорость движения воздуха в  $\text{м/сек}$ ,  $\gamma$ —уд. в. воздуха в  $\text{кг/м}^3$ .

Сопротивление трения. При движении воздуха по воздухопроводам возникают два вида трения: внутреннее—от вихреобразований и от трения частицы о частицу в силу вязкости, — и внешнее трение— между стенкой трубы и частицами протекаю-



Фиг. 9.

труб, диаметр трубы, скорость протекания воздуха, внутреннее трение. На фиг. 8 изображены изменения коэф-та  $e$ , полученного различными исследователями для стальных каналов и металлических труб, как функции  $v$  и  $U$ . На фиг. 9—то же для  $\lambda$  при протекании воздуха по металлич. трубам различных диам., но при одной и той же скорости



Фиг. 10.

$v = 16 \text{ м/сек}$ . На фиг. 10—то же для  $\lambda$  в металлических трубах при различных скоростях протекания, но одинаковом диаметре  $D = 0,145 \text{ м}$ . Фишер дает для стальных каналов

$$e = 0,0007 \text{ до } 0,0004 \left( \frac{1}{v} + 20 \right);$$

Ритшель для чистых каналов и низких скоростей дает

$$e = 0,0065 + \frac{0,0304}{U - 43};$$



он же—для металлических трубопроводов:

$$\rho = 0,00309 + \frac{0,00209}{v} + \frac{0,00037}{U} + \frac{0,000878}{vU};$$

Блесс—для металлических трубопроводов:

$$\lambda = 0,0125 + \frac{0,0011}{D}.$$

Браббе и Братке вывели следующие формулы для подсчета сопротивления трения в круглых трубах:

$$H_c = 6,61 \frac{v^{1,924}}{D^{1,281}} \text{ мм вод. ст.}$$

для  $\gamma = 1,2 \text{ кг/м}^3$ , 760 мм ртутного столба и  $20^\circ$ . Для прямоугольных труб надо в формулу подставлять

$$D_{\text{экв.}} = \frac{2ab}{a+b},$$

где  $a$  и  $b$ —длины сторон сечения канала.

Табл. 5.—Коэффициенты местных сопротивлений.

Сопротивление		$\xi$
Внезапное изменение сечения канала . . . . .		$1 - \left(\frac{f_1}{f_2}\right)^2$
Внезапное сужение канала . . . . .		$\left(\frac{f_1}{f_2}\right)^2 - 1$
Сопротивление при входе в конец трубы . . . . .		$c = 0,8$ 1,5
Сопротивление при входе в отверстие в стене . . . . .		$c = 0,85$ 1,0
Сопротивление при входе в трубу с раструбом . . . . .		$c = 0,90$ до 0,95    0,5—0,2
Прямоугольное колено . . . . .		1,5
Прямоугольное закругл. колено . . . . .		1,0
Колено под углом $135^\circ$ . . . . .		0,6
Решетка: $q = 0,75 f$ ; $\frac{q}{Q} = 0,2$ . . . . .		2,75
Решетка: $q = 0,75 f$ ; $\frac{q}{Q} = 0,5$ . . . . .		2,0
» $q = f$ ; $\frac{q}{Q} = 2,0$ . . . . .		2,0
» $q = f$ ; $\frac{q}{Q} = 0,5$ . . . . .		1,5
» $q = 1,5 f$ ; $\frac{q}{Q} = 0,2$ . . . . .		1,0
» $q = 1,5 f$ ; $\frac{q}{Q} = 0,5$ . . . . .		0,75
Проволочная решетка: $q = f$ ; $\frac{q}{Q} = 0,6$ . . . . .		0,7
» $q = 1,5 f$ ; $\frac{q}{Q} = 0,6$ . . . . .		0,3

$c$ —коэффициент сжатия,  $f$ —сечение канала,  $q$ —свободное сечение решетки,  $Q$ —общая поверхность решетки со стороны канала.

Местные сопротивления. Давление, необходимое для преодоления местных сопротивлений:

$$H_{\xi} = H_{\xi_1} + H_{\xi_2} + H_{\xi_3} + \dots = \frac{v^2}{2g} \gamma \Sigma \xi \text{ мм вод. ст.},$$

$$\text{где } \xi_1 + \xi_2 + \xi_3 + \dots = \Sigma \xi.$$

Кэф-ты местных сопротивлений см. табл. 5.

Браббе считает, что местные сопротивления для металлических труб, имеющих в свету размеры от 50 до 300 мм, составляют 40—60% общего сопротивления и 80—90% для труб от 400 до 1 100 мм.

Давление, необходимое для преодоления сопротивления фильтров:

$$H_{\phi} = \frac{mL}{F} \gamma \text{ мм вод. ст.},$$

где  $L$ —количество воздуха в  $\text{м}^3/\text{ч}$ ,  $\gamma$ —уд. в. воздуха в  $\text{кг}/\text{м}^3$ ,  $F$ —площадь фильтра в  $\text{м}^2$ ,

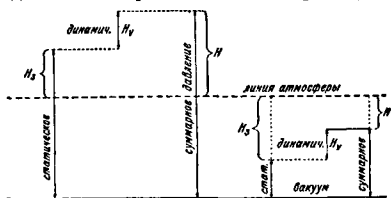
$m$ —коэф. (для бязи 0,024—0,03; для бумаги 0,0015—0,002). Подробнее об этом изложено у Ритшеля, там же даны величины сопротивлений нагревательных приборов.

Измерение давлений, скоростей и определение протекающих количеств воздуха в трубопроводах. Давление  $H$ , которое необходимо создать для перемещения воздуха, и преодоления сопротивления в заданной системе, составляется из давления, идущего на создание скорости ст. воздуха, т. н. скоростного напора, или динамическ. давления  $H_v$  и давления, идущего для преодоления всех сопротивлений, называемого статическим,  $H_s$ , т. е.  $H = H_v + H_s$ . Давление  $H_v$  представляет собою кинетическую энергию единицы объема и выражается при помощи следующей формулы:

$$H_v = \frac{v^2}{2g} \gamma.$$

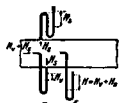
$H_v$  м. б. измерено только в зависимости от направления потока.  $H_s$  м. б. рассматриваемо как потенциальная энергия; оно распределяется по всем направлениям потока и поэтому может быть измерено лишь в направлении, перпендикулярном потоку, таким образом, чтобы влияние скорости потока было исключено.  $H$  представляет собой полную энергию единицы объема и измеряется как сумма обоих первых.  $H$  и  $H_s$  обозначают давления по отношению к атмосферному; в случае нагнетания—избыток над атмосферным давлением, при всасывании — разрежение.

или разность между атмосферн. и абсолютн. давлением (фиг. 11). Давления измеряются водяными и спиртовыми манометрами (см.);

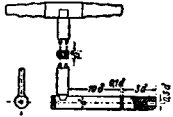


Фиг. 11.

точные измерения (при малых давлениях) производятся при помощи *микроманометров* (см.).  $H_v$ ,  $H_p$  и  $H_s$  измеряются путем установок манометров, как показано на фиг. 12. Изогнутые трубки *a* и *b* носят название, по имени изобретателя, т р у б о к П и т о. На указан. выше принципе измерений основана конструкция измерительных приборов, при помощи которых можно измерить  $H_v$ ,  $H_p$  и  $H_s$ . Наиболее известной является т р у б к а П р а н т л я (фиг. 13), она имеет в отогнутом конце канал, начинающийся отверстием в торце, и канал кольцевой формы, идущий вокруг первого и сообщаящийся с измеряемой средой при

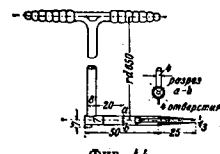


Фиг. 12.



Фиг. 13.

помощи кольцевого выреза; оба канала подводятся к манометру и в зависимости от соединения с ним дают возможность производить необходимые измерения. Другие подобные инструменты вместо кольцевого выреза имеют по окружности несколько отверстий, напр. т р у б к а Б р а б б е (фиг. 14) и Тейлора (фиг. 15). Все эти инструменты, как показано на фиг. 12 (*a* и *b*), помещаются в поток против движения его; каждый инструмент имеет свой поправочный коэффициент. Напорная шайба (фиг. 16) служит для измерения скорости напоров  $H_v$ , а вместе с тем и скоростей  $v$ . При измерении шайба опус-



Фиг. 14.



Фиг. 15.

кается плоской стенкой перпендикулярно потоку (фиг. 17). На шайбу со стороны потока действует давление

$$H = H_s + H_v = H_s + \frac{v^2}{2g} \gamma;$$

а с задней стороны—давление  $H_s$ , уменьшенное на некоторую величину, пропорциональную скоростному напору  $H_v$ , т. е.

манометр, присоединенный к шайбе, покажет:

$$H_v = H_s + \frac{v^2}{2g} \gamma - H_s + \beta \frac{v^2}{2g} \gamma;$$

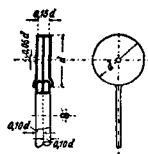
$$H_v = (1 + \beta) \frac{v^2}{2g} \gamma.$$

Для шайбы Рекнагеля  $\beta=0,37$ ; для шайбы Крелсена  $\beta=0,372$ . Скорость  $v$  определяется из выражения:

$$v = \sqrt{\frac{2g H_v}{(1 + \beta) \gamma}}.$$

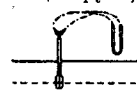
Скорость также м. б. измерена при помощи *анемометров* (см.). Измерение протекающих количеств производится при помощи трубки Вентури, шайб и специальных сопел.

Измерение протекающих количеств путем измерения потери на трение в трубопроводе. За последнее время определение количества протекающего воздуха в трубопроводе производится также при помощи измерения трения в трубе. Целым рядом работ видные европейск. инженеры доказали, что этот способ дает вполне точные результаты и не требует никаких сложных приборов и приспособлений. Для измерения этим способом требуется прямая труба длиной 2—3 м (фиг. 18); при этом измеряемый участок берется равным 1,5 м. На этом расстоянии просверливаются два отверстия, к-рые, для предотвращения искажения измерения давления от движения потока, должны быть диаметра 1,5 мм. Во избежание же влияния вихрей эти отверстия должны находиться от концов трубы, где помещаются решетки, служащие для выпрямления потока, на расстоянии не менее 0,5 м. Труба д. б. расположена горизонтально и отверстия д. б. направлены вниз; отверстия соединяются с U-образным манометром, наполненным алко-



Фиг. 16.

гонометром, наполненным алко-



Фиг. 17.

голом. В виду того, что алкоголь со временем принимает из воздуха влагу, необходимо перед каждым опытом проверять его уд. вес. Измерение описываемым способом может производиться во время работы установки. Этим прибором измеряется статич. давление. Как известно, потеря давления на трение выражается равенством:

$$\Delta p = H_{e1} - H_{e2} = e \frac{U}{F} l \frac{v^2}{2g} \gamma,$$

для круглого сечения:

$$\Delta p = \lambda \frac{l}{D} \frac{v^2}{2g} \gamma;$$

откуда получаем  $v$  и  $G$  ( $G$ —вес воздуха в кг/сек):

$$v = \sqrt{\frac{2g D \Delta p}{\lambda l \gamma}}, \quad G = F v \gamma = \frac{\pi}{4} D^2 \gamma \sqrt{\frac{2g D \Delta p}{\lambda l \gamma}};$$

величина  $\lambda$  берется по данным опытов,  $F$ —сечение трубы. Якоб и Омбек дают формулу для определения  $\lambda$  в зависимости от скорости потока  $v$  (см/сек), диаметра  $D$  см трубы, от модуля вязкости  $\nu$  протекающего тела,

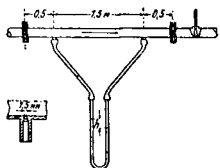
также в нек-рой степени от  $t^\circ$  и в значительной степени от абсолютного давления в трубопроводе. Эта формула имеет вид:

$$\lambda = 0,3272 \left( \frac{v}{v \cdot D} \right)^{0,283}$$

Для приближенных расчетов при гладких медных трубах может применяться формула

$$\lambda = 0,3272 \sqrt[4]{\frac{v}{v \cdot D}}$$

(в ф-ле  $v = \frac{\eta}{\gamma}$  — абсолютный модуль вязкости,  $\eta$  — абсолютный коэффициент вязкости).



Фиг. 18.

Эта формула отвечает определенной степени шероховатости поверхности. Так как в большинстве вентиляционных установок трубопроводы делаются из гладких железных листов, то в этих случаях приведенные выше формулы для  $\lambda$  также применимы (для шероховатых труб Омбеком выведена специальная формула).

Движение воздуха в системе под влиянием разности  $t^\circ$ . Если в вертикальн. канале высотой  $h$  м темп-ра воздуха  $t_a$  больше темп-ры наружного воздуха  $t_n$ , то столб воздуха с температурой  $t_a$  и удельным весом  $\gamma_a$  будет легче столба с температурой  $t_n$  и уд. весом  $\gamma_n$  и разность весов создаст давление, необходимое для перемещения столба воздуха (фиг. 19):

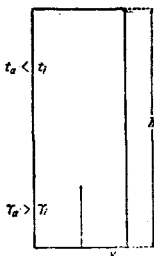
$$H = h\gamma_a - h\gamma_n = h(\gamma_a - \gamma_n)$$

или, относя к  $0^\circ$ , получаем:

$$H = h \left( \frac{1}{1 + \frac{t_n}{273}} - \frac{1}{1 + \frac{t_a}{273}} \right) \cdot 1,293 \text{ мм вод. ст.}$$

$\gamma = 1,293$  (при  $0^\circ$ ). На этом принципе основан расчет вентиляционн. систем, в которых движущая сила зависит от разности  $t^\circ$ .

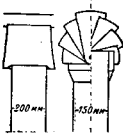
Движение воздуха от действия нагнетательн. и всасывающ. головок. Использование скорости ветра для В. производится при помощи так называемых дефлекторов и флюгарок.



Фиг. 19.



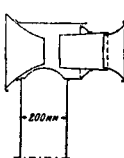
Фиг. 20.



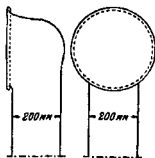
Фиг. 21 и 22.

Эти головки (из чугуна или железа) устанавливаются на вытяжных каналах на крыше: дефлекторы устанавливаются неподвижно, флюгарки имеют возможность поворачиваться под действием ветра. Действие ветра создает всасывание у отверстия головки и тем самым производит перемещение воздуха. В нек-рых случаях дефлекторы устанавливаются вручную (на пароходах) против воз-

душных токов и так. обр. создают нагнетание наружного воздуха в помещении. Существует большое количество конструкций тех



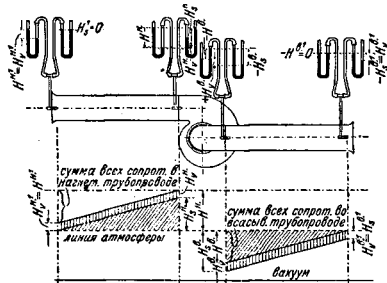
Фиг. 23.



Фиг. 24.

и других головок. На фиг. 20, 21 и 22 изображены всасывающие неподвижные головки, на фиг. 23 — подвижная головка, а на фиг. 24 — нагнетательная головка.

Движение воздуха в системе от действия механических сил при помощи В. Преодоление больших сопротивлений в системах, т. е. создание давлений больших, чем те, к-рые м. б. созданы вышеописанными способами, достигается при помощи вентиляторов (см.). Выбор вентилятора для заданной системы производится в зависимости от сопротивлений, к-рые ему приходится преодолевать во всасывающей линии или в нагнетательн. или в обеих вместе, и в зависимости от количества воздуха,



Фиг. 25.

подлежащего перемещению. На фиг. 25 показана установка вентилятора во всасывающей и в нагнетательной системах и графически изображены сопротивления и скоростные напоры, которые существуют в системе. Ясно, что вентилятор должен создать давление:

$$H = H^a + H^c = H_s^a + H_v^a + H_s^c - H_v^c,$$

где  $H^a$  и  $H^c$  — суммарное давление в нагнетательной части и  $H^a$  — во всасывающей,  $H_s^a$  — статическое давление в нагнетательной части, а  $H_v^a$  и  $H_s^c$  — во всасывающей,  $H_v^c$  — скоростной напор в нагнетательной части, а  $H_v^a$  и  $H_s^c$  — во всасывающей. При этом  $H^a = H_s^a + H_v^a$  и  $H^c = H_s^c - H_v^c$ .

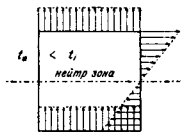
При работе вентилятора только на всасывающую сеть, давление

$$H = H_s^a - H_v^c = H^a + H_v^a.$$

При работе вентилятора только на нагнетательную сеть

$$H = H_s^c + H_v^a = H^c.$$

Изменение давления в закрытом помещении и нейтральная зона. Давление в каждом закрытом помещении устанавливается в зависимости от того, каким путем осуществляется В. его. Так наприм., при естественной В. и темп-ре закрытого помещения  $t_i$  выше температуры наружного воздуха  $t_a$ , т. е.  $t_i > t_a$ , при наличии проницаемости внешних ограждений, давление в помещении устанавливается согласно фиг. 26. При обратных  $t^\circ$ -ных услови-



Фиг. 26.

ях соответственно изменяется направление стрелок. Ясно, что на нек-рой высоте от пола должна находиться зона равных давлений с наружной и внутренней стороны боковых ограждений; эта зона называется нейтральной. При искусственной вентиляции нейтральная зона устанавливается в зависимости от задания и является функцией выбираемого режима В. Если напр. приток и извлечение воздуха в закрытом помещении будут равны, то нейтральная зона установится посредине высоты помещения, в противном же случае, в виду изменения давления в помещении, положение нейтральной зоны соответственно изменится.

Обслуживание и регулирование вентиляционных установок. Для управления большими вентиляционными системами все регулирующие, обслуживающие и указательные приборы помещаются в одном центральном помещении. В этом помещении размещаются дальномерные термометры, дальномерные манометры, приборы для измерения количеств воздуха, регулирующие приспособления для вентиляторов, амперметры, вольтметры и пусковые приспособления для вентиляторных моторов, приспособления для обслуживания клапанов на расстоянии. В последнее время за границей вентиляционные системы оборудуются приборами для автоматической регулировки системы в виде термостатов, которые управляют ближайшими к ним вентиляционными приборами.

Расчет каналов и трубопроводов. Существует несколько принципов расчета каналов и трубопроводов, на основании которых разработан ряд методов расчета; они изложены у Чаплина, Ритшеля и других. Расчет разветвленных трубопроводов и каналов по принципу эквивалентных отверстий методом Блесса—см. *Заводская вентиляция*.

Лит.: Астафьев А. Ф., Инженерный календарь на 1928 г., Л., 1928; Аше В. Б., Отопление и вентиляция фабричных и заводских зданий, сборн. «Устройство пром. предприятий», стр. 103, Л., 1926; Яковенко В. Я., Вентиляция пром. заведений с точки зрения гигиены, там же, стр. 86; Аверьянов А. Г. и Гурвич В. И., Проблема обустраивания в практике Ленинградской пром-сти, «Труды научно-исследовательских секций охраны труда Ленингр. ГОТ», т. 1, вып. 1, 2, стр. 346, Л., 1927; Вигдорчик Е. А., Строганов В. В. и Тетеревников Н. Н., К вопросу об определении скорости движения воздуха по катетерометру, там же, стр. 315; Берховский В., Вытяжные шкафы, Сиб. 1908; Граммберг А., Технические измерения при испытании машин и контроле их в производстве, М., 1927; Гартман К.,

Вентиляция пром. заведений, пер. с нем., М., 1926; Гофман В. Л., Фабрично-заводская архитектура, ч. 2, Ленинград, 1928; Заводская М. П., Вентиляция, в. 1, Л., 1926, в. 2, М., 1927; Зотов И. П., Вентиляция на фаб.-зав. предприятиях, М., 1927; Лапин В. С., Справочник по центральным системам отопления и вентиляции, Москва, 1927; Ландер С. Х., Вентиляция и увлажнение на текстильных фабриках, пер. с англ., Изв.-Военгосенп, 1926; Палоскин А. К., Курсы отопления и вентиляции, т. 1, 2, В. изд., М.—Л., 1923—4; Палоскин А. К. и Ляхович Н. М., Расчет разветвленных трубопроводов пром. вентиляции и пневматическ. транспорта материалов по Блессу, перераб. с нем., вып. 1, 2, Москва, 1926—27; и также, Определение мощности вентилятора по потерям в трубопроводе, выпуск 3, Москва, 1927; Хлопин Г. В., Трудовой режим и профес. вредности, Л., 1926; Чалкин В. М., Отопление и вентиляция, вып. 2, 2 изд., М., 1928; Гладков Н. Р., К расчету воздухопроводов при вентиляционных установках, «Вестн. Моск. об-ва технич. нац.», М., 1925, 4; Позднюгин В., Новый метод расчета трубопроводов вентиляционных и водных, II., 1915; Ильинский П., Автоматич. приборы управления вентиц. и тепловыми устройствами, «Предприятие», М., 1927, 17; Blaess V., Die Strömung in Röhren und d. Berechnung weitverzweigter Leitungen und Kanäle, München, 1914; Dietz L., Lehrbuch der Lüftungs- und Heizungs-Technik, München, 1920; Gronwald E., Zentral- und Ventilatoren, Berlin, 1925; Kröner R., Versuche über Strömungen in stark erweiterten Kanälen, «Mitteil. über Forschungsarbeiten usw.», B., 1920, H. 222; Kumbuch H., Messung strömender Luft mittels Staegeräten, «Mitteil. über Forschungsarbeiten usw.», B., 1921, H. 240; Lang G., Über natürliche Ventilation und Porosität v. Baumaterialien, Stuttgart, 1877; Regeln für Leistungsversuche an Ventilatoren und Kompressoren, VDI, B., 1926; Recknagel's Kalender für Gesundheits- und Wärme-Technik, München, 1927; Rietschel H., Leitfaden der Heiz- u. Lüftungs-Technik, B. 1, 2, 7 Aufl., Berlin, 1925; Schiller L., Untersuchungen über laminare und turbulente Strömung, B., 1922, «Mitteil. über Forschungsarbeiten usw.», H. 248; Wiesmann E., Die Ventilatoren, B., 1924; Zehrens H., Die einheitliche Berechnung von Rohrleitungen, «Mitteil. über Forschungsarbeiten usw.», Jg. 49, H. 12; Vrabbe K., Rohrnetzrechnungen in d. Heiz- u. Lüftungs-Technik, 2 Aufl., B., 1918. В. Турнус.

**Вентиляция рудничная**, проветривание горных выработок,—правильное и равномерное снабжение свежим воздухом всех частей рудника. Цель проветривания: поддержание дыхания людей и животных и горения ламп; борьба: а) с высокой  $t^\circ$  и влажностью в подземных выработках, б) с рудничными пожарами, в) взрывами гремучего газа и г) с удушливыми и ядовитыми газами.

Наполняющую подземные горные выработки смесь газов—рудничную атмосферу, или рудничный воздух, называют чистой или свежей, если она по своим свойствам близка к воздуху на поверхности земли, в противном случае—тяжелой или удушливой; если рудничный воздух содержит ядовитые газы, то это—атмосфера ядовитая, и наконец, если в числе примесей есть и горючие газы, обладающие способностью взрываться, то рудничный воздух называется гремучим. Поступающий в рудник атмосферный воздух, проходя через горные выработки, изменяется качественно и количественно в отношении своих составных частей. В нем уменьшается содержание кислорода, который поглощается дыханием людей, животных, горением ламп, гниением органических веществ (дерева, угля, экскрементов), окислением серного колчедана и т. д., и, вместе с этим, рудничный воздух обогащается углекислотой ( $CO_2$ ). Последняя поступает от указанных процессов дыхания, горения, гниения, а также выделяется из пор угля и окружающих пород, от взрывных

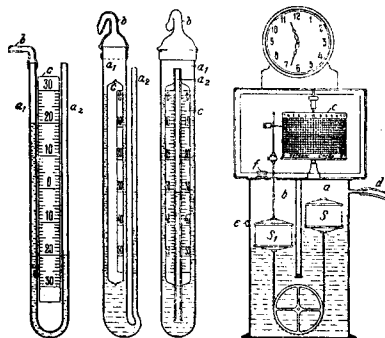
работ и от различных случайных причин (рудничные пожары, взрывы гремучего газа, каменноугольной пыли и т. п.). Воздух, содержащий менее 17% кислорода, вместо обычных 20,96%, считается для дыхания негодным, хотя признаки затрудненного дыхания появляются лишь при наличии 12% кислорода и менее. Свеча гухнет в воздухе, содержащем 17,5% кислорода. При наличии в воздухе  $\text{CO}_2$  ок. 1,5% трудно зажечь рудничную лампу, при 2,8%  $\text{CO}_2$  свеча гухнет, затрудненное же дыхание начинает сказываться лишь при 3%  $\text{CO}_2$ . Смертельным является содержание ок. 12—15%  $\text{CO}_2$ , причем углекислота, образовавшаяся от дыхания, более ядовита, нежели получившаяся от других причин. По данным различных исследователей (Шондорф, Брукман и др.), в рудниках от дыхания образуется углекислота в 10—20 раз меньше, чем от других причин. Кроме углекислоты в рудничном воздухе встречаются ядовитые газы: окись углерода ( $\text{CO}$ ), сернистый газ ( $\text{SO}_2$ ), сероводород ( $\text{H}_2\text{S}$ ) и некоторые другие, получающиеся от действия рудничных вод на минеральные соли, от процессов разложения солей. В каменноугольных рудниках часто встречается рудничной, или гремучий, газ, представляющий собой смесь  $\text{CH}_4$  с различными углеводородами, углекислотой и азотом. Гремучий газ сам по себе не вреден, но опасен потому, что с кислородом воздуха образует взрывчатую смесь (см. Гремучий газ, Взрывы пыли каменноугольной). Кроме примесей различных газов рудничной воздух обычно бывает загрязнен присутствием минеральной пыли. Каменноугольная пыль угольных рудников, помимо загрязнения рудничного воздуха, опасна тем, что мельчайшие частички угля, пропитанные углеводородами, углекислотой, кислородом и т. д., в смеси с воздухом, так же как и гремучий газ, создают условия, благоприятные для взрыва.

Количество воздуха, к-рым должен снабжаться рудник, устанавливается особыми правилами. Русские «Правила безопасности при ведении горных работ» изд. 1925 года требуют не менее 1 м<sup>3</sup> воздуха в 1 м. на каждого подземного рабочего. Рудники с выделением гремучего газа разделяются этими «Правилами» на 3 категории: к первой категории относятся рудники, выделяющие на 1 т суточной добычи не более 9 м<sup>3</sup> гремучего газа, считая по анализу общей исходящей струи; ко второй—рудники, выделяющие 9—18 м<sup>3</sup> гремучего газа и к третьей—рудники с выделением более 18 м<sup>3</sup> на 1 т суточной добычи. Количество воздуха на 1 т суточной добычи для рудников 1-й категории д. б. не менее 1,5 м<sup>3</sup> и во всяком случае не менее 2,5 м<sup>3</sup> на каждого человека в минуту, для 2-й категории—не менее 2 м<sup>3</sup> на 1 т суточной добычи и не менее 3 м<sup>3</sup> на человека в м. и для 3-й категории—не менее 2,5 м<sup>3</sup> на 1 т добычи и не менее 3,5 м<sup>3</sup> на одного подземного рабочего, причем содержание гремучего газа в общей исходящей струе во всех случаях не должно превышать 1%. На каждую лошадь во всех случаях полагается воздуха в 4 раза больше, чем на человека. Количество воздуха долж-

но рассчитываться всегда с запасом на 25—50%. В общем, чем больше воздуха будет поступать в рудник, тем выгоднее: расход на вентиляцию падает весьма небольшой цифрой на 1 т добычи, производительность же рабочего значительно увеличивается.

Движение воздуха в руднике. Давление и ее непосредственное измерение. Для проверки горных выработок требуется непрерывное течение струи воздуха; необходимо, чтобы рудник сообщался с поверхностью не менее чем двумя выходами: одним— для подачи свежего воздуха, другим— для удаления испорченного. Воздух обычно поступает в рудник через подъемную шахту, проходит горные выработки и, насыщенный вредными примесями, направляется ко второй вентиляционной шахте, по которой выходит на поверхность. Это движение воздуха, или тяга, как и всякое движение, получается в результате нарушения равновесия, которое в данном случае создается разностью давлений со стороны струи, входящей в рудник и покидающей его. Т. к. воздух всегда стремится восстановить это нарушенное равновесие, которое может поддерживаться естественным или искусственным путем, то течение воздуха будет продолжаться непрерывно. Так. обр. для движения воздуха по выработке необходимо всегда иметь некую разность давлений между входным и выходным отверстиями этой выработки. Эту разность давлений принято называть депрессией выработки или рудника (если речь идет о руднике в целом). Практически давление воздушной струи определяют высотой столба не по ртутной шкале, где деления слишком мелки и недостаточно точно и резко отмечают колебания, а по шкале водян. манометров различных конструкций. Каждый мм деления шкалы водяного манометра соответствует давлению 1 кг на 1 м<sup>2</sup>.

Обыкновенный депрессионный манометр (фиг. 27) состоит из стеклянной наполненной



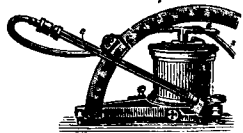
Фиг. 27.

Фиг. 28.

Фиг. 29.

водой U-образной трубки  $a_1a_2$ , между коленями к-рой помещается шкала с. Один конец трубки при помощи резинового рукава  $b$  соединяют с пространством, в котором желают измерить депрессию, а второй оставляют

открытым. Шкала разделена так, что нуль помещен в середине и счет делений идет от него вверх и вниз. Нулевое деление обычно устанавливается на высоте горизонта жидкости, когда она в обоих коленах стоит на одном уровне. Отсчеты берут, складывая показания обоих колен. Более совершенную конструкцию представляет манометр Русселя с плавающей шкалой (фиг. 28), которая так погружена в воду, что нулевое деление ее всегда совпадает с поверхностью жидкости. Трубка  $a_1$  помощью резинового рукава  $b$  соединяется с испытываемым пространством, а  $a_2$  — с атмосферой. Кроме указанных типов существует еще целый ряд самопишущих измерителей депрессии, из которых в рудничной практике наиболее известен депрессиомер Охвата (фиг. 29). Здесь вместо двух трубок имеется довольно широкий сосуд, разделенный на две равные части  $a$  и  $b$  перегородкой, не доходившей до дна. В каждом отделении имеется поплавок ( $S$  и  $S_1$ ); поплавки снизу под водой связаны между собой цепочкой. Пространство поверх поплавка  $S$  через патрубков и рукав  $d$  соединяется с исследуемым пространством, а пространство поверх поплавка  $S_1$  — с атмосферой. К поплавку  $S_1$  прикреплен стержень с карандашом, к-рый чертит кривую на барабане  $e$ , вращающемся при помощи часового механизма. Благодаря такому приспособлению каждый мм вертикальной высоты кривой линии соответствует 2 мм депрессии, а время, т. е. дни и часы, определяется по горизонтальным делениям сетки. При равновесии горизонт воды в приборе находится на высоте штифта  $e$ . Отверстие  $f$  служит для наполнения сосуда водой. На передней стенке измерителя помещается обыкновенный



Фиг. 30.

стеклянный манометр для контроля показаний измерителя. При незначительных колебаниях депрессии применяются мультипликаторные измерители, или микроманометры, дающие точность измерения до 0,01 мм вод. ст. и выше. На фиг. 30 представлен микроманометр, изготовляемый фирмой Р. Фюс (R. Fuess, Steglitz — Berlin). Одно из сечений выработки, в которой измеряется депрессия, соединено резиновым рукавом  $d$  с широким сосудом  $A$ , представляющим собой одно из колен U-образной трубки; вторым коленом служит узкая наклонная стеклянная трубка  $e$ , сообщающаяся при помощи резинового рукава  $s$  со вторым сечением выработки. При значительном поперечном сечении сосуда  $A$ , сравнительно с трубкой  $e$ , уровень жидкости (обычно — подкрашенного спирта) в сосуде меняется незначительно, в то время как в наклонной трубке  $e$  эти мало заметные колебания давления отсчитываются довольно легко.

Измерение количества и скорости воздуха. Для определения количества поступающего в данную выработку воздуха измеряют в каком-либо сечении выработки среднюю скорость воздушной струи;

умноженная на площадь данного сечения, она даст количество воздуха, проходящего в секунду. Скорость воздушной струи измеряется особыми приборами, построенными на принципе трубки Пито, или анемометрами. Приборы первого рода основаны на следующем. Загнутая под прямым углом трубка одним концом вводится в струю воздуха, а вторым концом соединяется с манометром. Показания манометра будут различны в зависимости от направления трубки; при направлении ее против движения струи манометр показывает сумму статическ. и динамического напора; если загнутое колено направлено по движению струи, он покажет разность напоров. Если поставить трубку поперек струи, то манометр показывает обычный динамический напор, и тогда скорость воздуха м. б. определена по ф-ле:

$$v = \sqrt{\frac{2g\Delta h}{\delta}}$$

где  $v$  — скорость воздуха в м/сек,  $g$  — ускорение силы тяжести (9,81 м/сек<sup>2</sup>),  $m$  — манометрич. разность давлений в мм водяного столба,  $\delta$  — плотность воздуха. Приборы второго рода — анемометры — представляют собой вертушки, к-рые струей воздуха приводятся во вращательное движение; по числу оборотов вертушки в единицу времени можно судить о скорости воздуха (см. Анемометр). Для определения средней скорости течения воздуха по выработке анемометр помещают в различных частях ее сечения и из полученных отсчетов выводят среднее. Иногда употребляют анемометр с часовым механизмом; прибор автоматически в определенное время включается в работу и по истечении заданного промежутка времени так же автоматически выключается. Кроме упомянутых в рудничной практике применяются еще целый ряд конструкций измерителей скорости воздуха, напр. дифференциальный анемометр Шульца, измеритель Брунна, Эллингауза и другие.

Определение депрессии вычислением. Сопротивление движению воздуха. Единицы сопротивления. Для определения депрессии в настоящее время пользуются исключительно эмпирич. ф-лами. Причина этого заключается в чрезвычайной трудности построения рациональной теории движения рудничного воздуха по выработкам, связанной с учетом многочисленных и разнообразных явлений; проникнуть в их сущность путем точного математического анализа пока не представляется возможным в виду непостоянства самой природы этих явлений. Из ряда эмпирических формул, предложенных для определения депрессии, наиболее распространенной является формула Жирара-Дабюссона (Girard d'Abuissou):

$$h = \beta \cdot \frac{P \cdot L}{S} \cdot \frac{v}{2g} \cdot \delta,$$

где  $h$  — депрессия в мм водяного столба или в кг/м<sup>2</sup>,  $\beta$  — эмпирич. коэф.,  $L$  — длина выработки в м,  $P$  — периметр поперечного сечения в м,  $S$  — площадь поперечного сечения в м<sup>2</sup>,  $v$  — средняя скорость движения воздуха в м/сек,  $g$  — ускорение силы тяжести и  $\delta$  — плотность рудничного воздуха. Обычно, относя плотность  $\delta$  к средней плотности рудничного воздуха  $\delta_0$  и считая это отношение

равным единице:  $\delta_0 = 1$ , обозначают  $\beta = \frac{\delta}{2\sigma} = \alpha$ . Тогда формула получает более простое выражение для непосредственного вычисления по ней депрессии, а именно:

$$h = \alpha \cdot \frac{P \cdot L}{S} \cdot v^2.$$

Обозначая количество воздуха, протекающего через данную выработку в 1 сек., через  $Q$  м<sup>3</sup>, и заменяя  $v$  через  $\frac{Q}{S}$ , получим:

$$h = \alpha \cdot \frac{P \cdot L}{S^3} \cdot Q^2.$$

В таком виде ф-ла применяется наиболее часто. Коэф. не является величиной строго постоянной; на практике обычно пользуются средними его значениями, установленными эмпирически для разных выработок.

Величина коэффициента  $\alpha$ , применяемого в формуле для определения депрессии.

Название горных выработок	Без крепления	Крепление		
		бетоном	нашпем	деревом
Шахты . . . . .	—	0,0002	0,0010	0,0025
Стрепы и квершлагги . . . . .	0,0009	0,0002	0,0002	0,0004
Очистные забои . . . . .	—	—	—	0,0025

Для гладких труб из листового железа:

Для диаметра 300 мм . . . . .	$\alpha = 0,00040$
» » 400 » . . . . .	$\alpha = 0,00030$
» » 500 » . . . . .	$\alpha = 0,00025$
» » 600 » . . . . .	$\alpha = 0,00020$

Для рудников, взятых в целом, по Девилье,  $\alpha = 0,0018$ . Множитель  $\alpha \cdot \frac{P \cdot L}{S^3}$  называется потенциалом, или удельным сопротивлением, и обозначается обычно через  $R$ ; тогда  $h = RQ^2$ . За единицу уд. сопротивления принято сопротивление такого идеального рудника, по которому 1 м<sup>3</sup> воздуха при депрессии в 1 мм вод. ст. проходит в 1 сек.

Удельным сопротивлением, или потенциалом, можно характеризовать не только каждую выработку в отдельности, но и весь рудник в целом; так как  $R$  в этих единицах почти всегда представляет собою дробь, то, для того чтобы упростить вычисление, Пти (Petit) была предложена другая единица измерения сопротивления—мюрж, в 1000 раз меньшая указанной выше единицы удельного сопротивления. Обозначив результат измерения величины  $R$  в мюржах через  $m$ , очевидно получим соотношение  $m = 1000 R$  и следовательно  $h = \frac{m \cdot Q^2}{1000}$ .

Другим исследователем, Гибалем (Guibal), была предложена единица сопротивления тем пер а м е н т (Т), равная обратной величине удельного сопротивления, т. е.  $T = \frac{1}{R}$  и следовательно  $h = \frac{Q^2}{T}$  мм. Совершенно особой представляется единица измерения, предложенная Мюргом (Murgue) и названная им эквивалентным отверстием. Под этим термином разумеется воображаемое круглое отверстие в тонкой стенке, представляющее собой то же сопротивление движению данного количества воздуха, какое представляет и данная выработка. Т. о. численной величиной площади эквивалентного

отверстия можно характеризовать сопротивление выработки движению по ней воздуха. Площадь эквивалентного отверстия  $A$  в м<sup>2</sup> вычисляется по ф-ле  $A = 0,38 \frac{Q}{\sqrt{h}}$ . Чем  $A$  больше,

тем легче проветривание рудника и наоборот. В настоящее время трудными для проветривания считаются рудники, имеющие  $A < 1$  м<sup>2</sup>, средними—при  $A = 1—2$  м<sup>2</sup> и легкими—имеющие  $A > 2$  м<sup>2</sup>.

Система соединения проводов воздуха и их расчет. Если выработки, служащие проводами воздуха, последовательно идут одна за другой, не имея боковых ответвлений, то такое сочетание их носит название системы последовательного соединения проводов. Потенциал системы последовательного соединения выработок равен сумме потенциалов отдельных проводов, составляющих систему. Если потенциал системы, выраженный через удельное сопротивление, назовем через  $R$ , а удельное сопротивление последовательно следующих друг за другим проводов—через  $R_1, R_2, R_3, \dots, R_n$ , то

$$R = R_1 + R_2 + R_3 + \dots + R_n.$$

Заменяя все  $R$  через мюржи, имеем:

$$m = m_1 + m_2 + m_3 + \dots + m_n;$$

то же в температурах:

$$\frac{1}{T} = \frac{1}{T_1} + \frac{1}{T_2} + \frac{1}{T_3} + \dots + \frac{1}{T_n},$$

и наконец в эквивалентных отверстиях:

$$\frac{1}{A^2} = \frac{1}{A_1^2} + \frac{1}{A_2^2} + \frac{1}{A_3^2} + \dots + \frac{1}{A_n^2}.$$

Так как количество воздуха, проходящего через каждую выработку, здесь будет одно и то же, то, назвав секундный дебит воздуха через  $Q$  м<sup>3</sup>, получим:

$$RQ^2 = R_1Q^2 + R_2Q^2 + \dots + R_nQ^2,$$

или

$$h = h_1 + h_2 + h_3 + \dots + h_n.$$

Если две или несколько выработок имеют одно общее устье и одно общее выходное отверстие, причем кроме этих двух пунктов отдельные выработки не связаны между собой никакими дополнительными проводами, то такое сочетание выработок обычно носит название системы параллельного соединения проводов (фиг. 31). Отдельные выработки системы в этом случае называются ветвями. По числу ветвей системы м. б. двухпроводными, трехпроводными и т. д.

Если каждая ветвь параллельной системы представляется одним неразветвляющимся проводом, она называется простой, в противном случае—сложной. Общее сопротивление для простой  $n$ -проводной системы параллельного соединения проводов будет:

$$\frac{1}{\sqrt{R}} = \frac{1}{\sqrt{R_1}} + \frac{1}{\sqrt{R_2}} + \dots + \frac{1}{\sqrt{R_n}},$$

в мюржах

$$\frac{1}{\sqrt{m}} = \frac{1}{\sqrt{m_1}} + \frac{1}{\sqrt{m_2}} + \dots + \frac{1}{\sqrt{m_n}},$$

в температурах

$$\sqrt{T} = \sqrt{T_1} + \sqrt{T_2} + \dots + \sqrt{T_n},$$



Фиг. 31.

в эквивалентных отверстиях

$$A = A_1 + A_2 + \dots + A_n,$$

где слагаемые, стоящие в правых частях равенств, представляют собой сопротивления отдельных ветвей системы, выраженные в различных единицах сопротивления. Для определения количества воздуха  $q_k$ , к-рое пойдет по какому-либо проводу порядкового номера  $k$  простой параллельной системы, служат ф-лы в зависимости от того, в каких единицах выражено сопротивление:

$$q_k = \sqrt{\frac{R}{R_k}} \cdot Q = \sqrt{\frac{m}{m_k}} \cdot Q = \sqrt{\frac{T_k}{T}} \cdot Q = \frac{A_k}{A} \cdot Q,$$

где  $Q$ —общее количество воздуха, поступающего в систему, а остальные буквы имеют прежнее значение. Депрессия параллельной системы проводов в целом очевидно будет равна депрессии любого из проводов систем. При расчете проветривания при естественном распределении воздуха в сложной параллельной системе, последнюю предварительно приводят к простой, заменяя каждое разветвление боковой ветви одним, так наз. ф и к т в н ы м, или воображаемым, проводом, сопротивление которого эквивалентно сопротивлению разветвления. Это сопротивление фиктивного провода подсчитывается обычным способом по одной из приведенных выше формул. Когда сложная параллельная система будет приведена к простой, она разрешается элементарно. Если в параллельное соединение проводов воздуха включаются дополнительные провода, соединяющие боковые ветви, то система приобретает название д и а г о н а л ь н о й (фиг. 32). При одном диагональном проводе система называется простой диагональной, при большем числе—сложной. Расчет проветривания при диагональном соединении проводов воздуха, особенно в сложных диагональных системах, представляется весьма затруднительным и осуществляется обычно по тому или другому



Фиг. 32.

приближенному методу. Кроме перечисленных наиболее часто встречающихся систем проводов воздуха на практике при проветривании рудников могут быть вообще какие угодно сочетания проводов воздуха; расчет этих последних если и возможен, то только как грубо приближенный или ориентировочный.

Ветвление воздушной струи и его значение. В небольших рудниках подземные горные работы нередко последовательно омываются одной струей. В больших рудниках эта система проветривания не пригодна, т. к. при ней семенение выработок может оказаться недостаточным для пропуска большого количества воздуха, нужного для рудника (наибольшая допустимая скорость движения струи по русским «Правилам безопасности» не д. б. > 6 м/сек); кроме того при последовательном проветривании воздух будет доставляться в достаточной степени испорченным. Для предотвращения этих неудобств прибегают к

ветвлению струй, которое обычно начинается уже у самой шахты (фиг. 33). Воздух распределяется при помощи квершлагов или гезенков по отдельным пластам свиты, далее по штрекам направляется в правое и левое крылья работ, где так же ветвится отдельными струями по забоям работ. Омыв все горные выработки и работы, струи воздуха начинают постепенно сливаться вместе, образуя у вентиляционной шахты один общий поток, который выносятся наружу. Преимущество ветвления воздушных струй при проветривании рудника следующие: 1) является возможность разбавлять испорченный у забоев воздух каждый раз новыми подводными струями, 2) можно понижать температуру и влажность воздуха, 3) при ветвлении скорость движения воздуха м. б. урегулирована в желаемых пределах, что особенно важно для газовых и пыльных пластов, 4) ветвление понижает депрессию и облегчает работу вентилятора, 5) различные нарушения в движении воздуха (например обрушение кровли и т. п.) отражаются только на том участке, где это нарушение произошло, и 6) ветвление дает возможность легкой изоляции участка в случае пожара, без нарушения проветривания остальных частей рудника и т. д.

Регулирование количества воздуха, протекающего по горным выработкам. Для установления нужного направления воздушных струй и целесообразного распределения количества воздуха по выработкам прибегают к регулированию воздуха. Сокращение количества протекающего по выработке воздуха достигается путем искусственного увеличения сопротивления этой выработки движению по ней воздуха. Наоборот, увеличение количества воздуха, протекающего через данную выработку, достигается за счет уменьшения воздушных дебитов в других, сопряженных



Фиг. 33.

с данной, выработках путем искусственного увеличения их сопротивления. Увеличение сопротивления (миргов) того или иного провода в вентиляц. практике достигается постановкой в выработке регулиционного окна, под которым разумеют отверстие в перемычке, поставленной поперек выработки и суживающей живое сечение этой последней до сечения окна; размеры окна определяются по формулам:

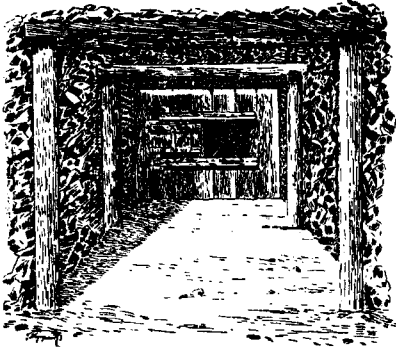
$$x = \frac{q \cdot S}{0,65q + 2,63 S \cdot \sqrt{h_x}} \text{ м}^2$$

или

$$x = \frac{S}{0,65 + 0,083 S \cdot \sqrt{m_x}} \text{ м}^2;$$

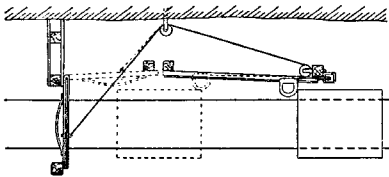


здесь  $x$ —искомое сечение регулиционного окна в м<sup>2</sup>,  $q$ —количество воздуха, которое должно идти по данной выработке в м<sup>3</sup>/сек,  $S$ —площадь поперечн. сечения данной вы-



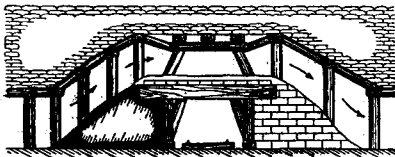
Фиг. 34.

работки в м<sup>2</sup>,  $h_x$ —депрессия, поглощаемая регулиционным окном в мм водяного столба,  $m_x$ —мюрги регулиционного окна. Первая из вышеприведенных ф-л дает сечение регулиционного окна в зависимости от той депрессии  $h_x$ , которую должно поглощать



Фиг. 35.

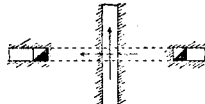
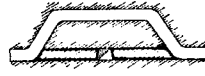
окно, а вторая—в зависимости от сопротивления окна движению воздушной струи, выраженного в мюргах  $m_x$ . Соответственное направление воздушных струй и целесообразное распределение количества воздуха по отдельным выработкам на практике достигается постановкой в воздушных ходах перемычек и вентиляционных дверей. На фиг. 34 представлена обыкновенная перемычка с окном, задвижкой к-рого можно установить нужное отверстие для прохода воздуха. В тех выработках, где производится откатка в вагонетках, устраивают раз-



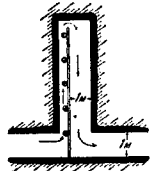
Фиг. 36.

личных конструкций автоматически открывающиеся и закрывающиеся двери (фиг. 35). «Правила безопасности» требуют, чтобы во

всех случаях, когда при открывании двери может нарушиться В. рудника, были устроены две или несколько вентиляционных дверей на таком расстоянии, чтобы одна из них была постоянно закрыта. В тех случаях, когда две струи перекрещиваются, устраивают так называем. воздушные мосты, или кроссинги. На фиг. 36 и 37 даны наиболее распространенные схема и конструкция кроссингов, к-рые ясны из чертежа. Наконец, когда по одной и той же выработке свежая и отработанная струя воздуха должны идти во взаимно противоположных направлениях, устраивают деревянные, парусиновые и каменные перегородки вдоль выработок (фиг. 38) или прибегают к проветриванию в этих случаях через деревянные, железные или парусиновые трубы (фиг. 39),



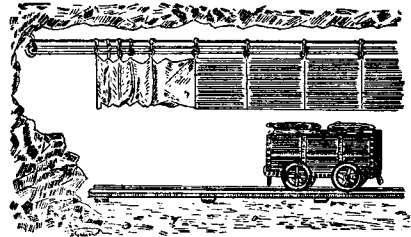
Фиг. 37.



Фиг. 38.

диаметр которых, в зависимости от количества подаваемого воздуха и длины выработки, изменяется от 250 до 750 мм.

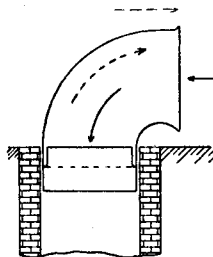
Естественное проветривание. При естественном проветривании причинами, вызывающими движение воздуха, являются: 1) нагревание воздуха теплотою горных пород, благодаря чему он становится легче и поднимается вверх, 2) поглощение



Фиг. 39.

воздухом газов малого уд. в., а также паров воды, 3) толчки и охлаждение от падающей воды и 4) действие ветра, к-рым воздух при помощи соответствующих приспособлений может загоняться в рудник (фиг. 40). Схема естественной В. при двух шахтах такова: воздух входит через одну шахту, затем, омыв работы, нагревается и выходит на поверхность через другую; в этих случаях нередко для усиления тяги на устье шахты, выдающей воздух, устраивается еще вытяжная труба. Температура наружного воздуха меняется, а вместе с нею меняется и вес воздуха, под влиянием к-рого создается тяга. В то время как зимой холодный столб наружного воздуха, поступаая в рудник, нагревается,

летом, наоборот, он охлаждается, благодаря чему струя воздуха получает обратное направление. Наконец при равенстве температур рудничного и поверхностного воздуха тяга в руднике будет отсутствовать, и тогда придется прибегнуть к искусственному проветриванию. На практике естественная



Фиг. 40.

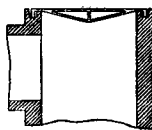
применяется только для коротких глухих выработок, длина которых не превосходит 10 м.

Частичное проветривание применяется в глухих забоях и осуществляется тем или иным вентиляционным прибором, который нагнетает воздух по трубам к забоям выработок. Вентиляционный прибор устанавливается вблизи забоя в струе свежего воздуха. Главным преимуществом частичного проветривания является то, что оно не отражается на увеличении общей депрессии рудника и дает возможность в нужных случаях увеличивать, уменьшать или совсем прекращать доставку свежего воздуха к забоям; недостатком являются затруднения как в смысле устройства его, так и в отношении эксплуатации и надзора. Для частичного проветривания применяются ручные вентиляторы и вентиляторы с электромотором, воздушные и водные струйчатые приборы и наконец сжатый воздух, подводимый по трубам непосредственно к забою.

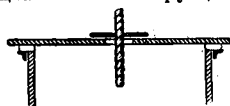
Изменение направления струи воздуха. Всасывающее проветривание (депрессивное) имеет несомненные преимущества перед проветриванием нагнетающим (компрессионным), почему оно и пользуется исключительным распространением на рудниках; к компрессионному проветриванию прибегают только в редких, исключительных случаях. Каждая вентиляционная установка, согласно «Правилам», д. б. снабжена соответствующими приспособлениями на случай надобности изменения всасывающего действия вентилятора на нагнетающее. Поэтому в вентиляционных установках предусматривается возможность соединения отверстия в диффузоре с шахтой, а всасывающих каналов вентилятора — с наружным воздухом.

Шахтные затворы и шлюзы. Если шахта, над которой установлен вентилятор, служит исключительно для проветривания, над нею устанавливается постоянный шахтный затвор (фиг. 41), имеющий вид колокола, края которого помещаются в кольцевой канал с водой или глиной (для плотности затвора). Такой затвор во время взры-

ва гремучего газа в шахте свободно обрывается, и воздушная волна получает непосредственный доступ в атмосферу, минуя вентилятор, который так обр. будет предохранен от разрушения. Если вентиляционная шахта служит одновременно и подъемной, то применяются специальные конструкции



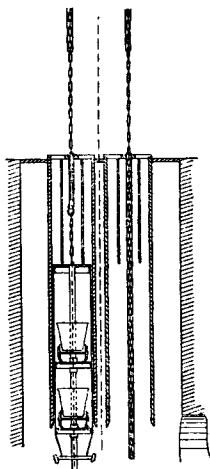
Фиг. 41.



Фиг. 42.

клапаны или различного устройства воздушные шлюзы для маневрирования в них поднимаемых и опускаемых в шахту грузов. На фиг. 42 представлен обыкновенный клапан Бриара, на фиг. 43 — клапан Шульте.

Диагональное проветривание. Подъемная шахта (подающая воздух) и шахта вентиляционная (через которую воздух выходит на поверхность) могут располагаться или по соседству, на небольшом расстоянии между собой, или на значительном (например одна в центре рудника, а вторая на периферии). В первом случае система проветривания называется центральной, во втором — диагональной; и та и другая на практике встречаются довольно часто. При небольшой



Фиг. 43.

глубине разработки, когда рудник представляется выгодным разбить на отдельные участки, обслуживаемые каждой отдельной вентиляционной шахтой, получается диагональная система проветривания. Наоборот, когда глубина разработки значительна и проходка шахт обходится дорого, преимущество приобретает центральное проветривание, — например при разработке круто падающих свит, причем вентиляционная шахта в этом случае нередко используется частично и для подъема.

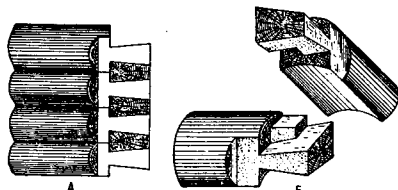
Лит.: Протодяконов М. М., Проветривание рудников, М., 1928; Чечотт Г. О., К вопросу о проветривании вентиляции рудников, СНВ, 1908; Попов А. С., Проектирование рудничной вентиляции при диагон. соединении проводов воздуха, М., 1927; Грэм и А. П., О совместной работе рудничных вентиляторов, «Горн. журнал», прилож. № 9, М., 1922; Лацински и А. А., Параллельная работа вентиляторов, там же; Heise F. u. Herbst F., Lehrbuch der Bergbaukunde, B. 1, Berlin, 1923; Haddock M. H., Mine Ventilation and Ventilators, London, 1924; Beard J., Mine Gases and Ventilation, London, 1920; Redman L., Modern Practice in Mining, v. 4—Ventilation, L., 1911; Weeks W. S., Ventilation of Mines, London, 1926. А. Пенев.

**ВЕНЦЫ** (строительные), бревна, лежащие в одной горизонт. плоскости по всему обводу капитальных стен деревянного строения и связанные в углах врубкою, с остатком или без остатка. Ряд венцов, уложен один на другой, образует сруб; нижний венец называется окладным. Фиг. 1, А—рубка с остатком в собранном виде, фиг. 1, Б—в разобранном виде. Фиг. 2, А дает изображение рубки без остатка в собранном, а фиг. 2, Б—в разобранном виде. Бревна, образующие венцы, слагаются между собою в паз на вставные шпильки. В теплых постройках венцы связывают из бревен в 270 мм (6 вершков) во избежания



Фиг. 1.

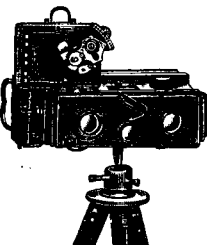
не возможного промерзания; кроме того выбираемый с нижней стороны венцов паз делают в тех же целях такой глубины,



Фиг. 2.

чтобы ширина соприкасающихся частей венцов была не менее 122 мм ( $2\frac{3}{4}$  вершка); при меньшей ширине стена может промерзнуть. См. Стены деревянные.

**ВЕРАСКОП**, фотографич. стереоскопическ. аппарат с нормальным расстоянием между осями объективов, фирмы Рижар (Париж). Аппарат построен для снимков размером 45 × 107 мм и 6 × 13 см (7 × 13 см); он весь металлический, состоит из конической камеры с двумя идентичными объективами, установленными на бесконечность, снабжен двумя видоискателями, ватерпасом и съемным магазином на 12 пластинок. Отличительною чертою аппарата является точность выполнения при различных условиях работы, например при резкой перемене температуры. В виду короткого фокусн. расстояния объективов, получаемые В. снимки достаточно резки в отношении глубины, но наводка на фокус осуществляется, лишь до некоторой степени, употреблением добавочных линз, ук-



рачивающих главное фокусное расстояние объективов. Объективы снабжены 3 диафрагмами и затвором, работающим с выдержкой или моментально на разные скорости (от  $\frac{1}{10}$  до  $\frac{1}{250}$  сек. при размере 45 × 107 мм). Для производства стоек типа «автопортрет» к затвору приспосаблиется специальный приборчик, т. н. кунк татор, который автоматически производит нажим на спусковой рычажок затвора. Магазин аппарата весьма прост в обращении: перемена пластинок после экспонирования производится простым выдвиганием внутренней коробки магазина до отказа, причем необходимо держать аппарат объективами вверх; специальный рычажок-счетчик автоматически запирает магазин при выдвигании внутренней коробки после 11-го снимка, что исключает возможность производства вторичной съемки на одни и те же пластинки; имеется указатель с передвижным индексом с надписями: «Vidé» (магазин не заряжен), «Chargé» (магазин заряжен не экспонированными пластинками) и «Posé» (находящиеся в магазине пластинки экспонированы). Кроме магазина для стеклянных пластинок можно пользоваться специальной кассетой для катушечных пленок, сконструированной так, что в момент съемки пленка особым механизмом прижимается к стеклу с плоскостопараллельными поверхностями, что обеспечивает точную плоскостность пленки. Снимки, получаемые вераскопом, при рассматривании в специальном стереоскопе дают полную иллюзию действительности; кроме того изображение настолько отчетливо, что выдерживает значительное увеличение, примерно до 10 раз линейно. В сравнении с другими подобными приборами В. является более простым аппаратом, но вполне точным и удовлетворяющим серьезным требованиям. Цена его с объективами Тессар Цейса 1 : 4,5—ок. 350 р.

Лит.: Дюнде А. М., Стереоскопическая фотография, Москва, 1908; Ерик е м с к и й А. К., Самоучитель фотографии, П., 1916.

И. Цереватиков.

**ВЕРАТРИН**,  $C_{22}H_{19}NO_6$ , алкалоид из семян сабадиллы (*Sabadilla officinalis*) сем. Liliaceae, состоит из смеси двух алкалоидов: ц е в а д и н а, нерастворимого в воде, и растворимого вератридина. В. извлекают из размельченных семян сабадиллы продолжительным их кипячением с разбавленными к-тами (серной или соляной), причем кипячение и последующие промывка, осадка и сушка повторяются много раз, пока не получится чистый вератрин в виде белого тонкого порошка без запаха. Вератрин— сильное основание, он растворяется в воде, хлороформе и эфире; применяется в медицине, относится к сильным ядам.

Лит.: см. Алкалоиды.

**ВЕРБА**, ломкая ива, *Salix fragilis* L. из сем. Salicaceae. Дерево достигает 11—14 м высоты, при диаметре в 60—90 см. Произрастает в центр. и южн. части Зап. Европы, СССР и Сибири. Ветви В. в сочленениях весьма хрупки и легко ломаются, отсюда название «ломкая». Древесина легкая, идет на топливо, а также как строительный материал для крестьянских построек. Молодые ветви и листья вербы употребляются иногда для корма овец. Верба растет преимущественно на глинистых и суглинистых

почвах, около рек и прудов, по сырым местам; В. пригодна для укрепления оврагов.

**ВЕРБЕНОВОЕ ЭФИРНОЕ МАСЛО** получается из листьев *Verbena triphylla* L'Herit. (*Lippia citriodora* H. B. et K.) с выходом до 0,2%. В. э. м. обладает нежным лимонным запахом, в состав этого масла входят лимонен, цитраль, гераниол, вербенон и др. В торговле оно известно под названием французского В. э. м. и расценивается довольно высоко. В пределах СССР получение В. э. м. имеет повидимому большую будущность в Абхазии. Испанское В. э. м., получаемое из *Thymus huemalis* J. L., содержит лимонен, цитраль, линалоол, фенхон и друг. По качеству оно уступает предыдущему. Ост-индское В. э. м.—см. *Лемонграссовое масло*. Потребность в В. э. м. в СССР определяется в 3 000—4 000 кг в год; применяется в мыловарении и парфюмерии.

Лит.: см. *Эфирные масла*.

**ВЕРЕВКИ**, изделия, получаемые скручиванием нескольких нитей пряжи. В обиходе их наименование В. обобщает ряд изделий из волоконистых материалов, имеющих при круглом сечении длину, во много раз превышающую окружность этих изделий. К веревкам или бечевкам часто относят тонкие канаты, плетеные шнуры (фалы), крученые шнуры (так наз. английский шнур), иногда отбойку и *штагат* (см.).

Основным производством В. является кустарное; механическое составляет не более 3—4% общего производства веревки.

По характеру выработки В. кустарного производства делятся на две группы: протовивки и крученые. Протовивками назыв. веревки, получаемые одновременным скручиванием трех или четырех нитей пряжи. Кручеными называются В., получаемые из нескольких протовивок, скручиванием их в обратные стороны. Общее количество нитей пряжи в кустарной В. обычно не превышает шестнадцати. Исходя из этих признаков, рыночные сорта веревки разделяют на две группы: 1) протовивки—тройник и четверик, к к-рым относятся рыночные наименования: оборник, бечева для вязки миткаля, шкимка, команда, лигатура, наковочная протовивка, и 2) веревки крученые: шестерик, восьмерик, девяттерик и т. д. К шестерике относятся рыночные наименования веревки: отбойка, сорочек, оглобленник, коряжник, шнур, полукоряжник, хребтина, поводец и другие. К восьмерике относятся: сорочек, шнур, вожжевка, немецкая веревка, поводец и др. К девяттерике: коряжник, вожжевка, голосинник. К двенадцатерике: вазовая, вожжевка, струнка, шнур, баркет, голосинник, тяжелая и др. К пятнадцатерике—морская стоянка и к шестнадца-

терике—возовая В. Перечисленные названия составляют лишь часть встречающихся на рынке наименований веревки. Разнообразие наименований В. (до сотни) вызвано не только различиями сортов, но и различием наименования их в потребляющих районах. Так, одна и та же тонкая смоленая В., сработанная протовивкой в три нити пряжи, употребляемая рыбаками на подвязку поплавков, называется в ростовском водном районе «командой», а в астраханском водном районе «шкимкой»; в одесском районе она идет на перевязку черепи крыши и носит название «лигатурь». Веревка, употребляемая на тяжи у телег, в одних районах носит название «тяжевой», в других—«отосной», в третьих—«правильной», и т. д.

Веревки кустарного производства имеют обыкновенно небольшую длину, часто зависящую от «просада», т. е. от длины участка усадьбы земли, где обычно вырабатывают («скрутят») веревки. Потребность рынка в длинной (без узлов) веревке из хорошего качества пеньки, особенно для целей рыболовства, удовлетворяется тонкими канатами примерно от 20 до 75 м в окружности. По своему построению, за исключением длины (до 250 м), они почти ничем не отличаются от крученых В., и потому различие между В. и канатами механич. производства установить вообще трудно; в обиходе тонкие канаты часто называют механич. веревкой или механической бечевой. Здесь уже нет того подразделения, какое можно встретить в кустарных В., и они, имея одно и то же наименование, отличаются между собой только

Табл. 1.—Техническое построение веревки.

№ по порядку	Наименование веревки	Число нитей пряжи и веревки	Длина веревки в мотке или в круге в м	Приблизит. diam. веревки в мм
	<b>I. Веревки куст. выработки (хозяйственные)</b>			
1	Протовивка . . . . .	3	от 25 до 50	4
2	» . . . . .	3	»	6
3	» . . . . .	4	»	8
4	» . . . . .	4	»	11
5	» . . . . .	4	»	13
6	Крученая . . . . .	8, 9, 12	»	11
7	» . . . . .	8, 9, 12	»	13
8	» . . . . .	12, 16	»	16
9	» . . . . .	16	»	20
	<b>II. Веревки куст. и механич. выработки (рыболовные)</b>			
10	Хребтина . . . . .	6	от 25 до 50	7
11	Коряжник . . . . .	9	»	10
12	Сорочек-сеточник . . . . .	6	»	3
13	» . . . . .	6	»	4
14	» . . . . .	6	»	5
15	» . . . . .	8	»	6
16	Сорочек-поводец . . . . .	8	»	4, 5
17	» . . . . .	8	»	5
18	» . . . . .	8	»	6
19	» . . . . .	8	»	7
20	» . . . . .	8	»	8
21	» . . . . .	8	»	9
22	Морская стоянка . . . . .	12	85	6
	<b>III. Веревки машинной выработки</b>			
23	Техническая . . . . .	6	от 220 до 250	Окружность 30
24	» . . . . .	12	»	25
25	» . . . . .	15	»	30
26	» . . . . .	30	»	40
27	» . . . . .	42	»	50

размерами окружности или диаметра, а также качеством. Канаты для неводной или сетной тяги в некоторых районах называются «урезами».

Основные признаки большинства встречающихся на рынке пеньковых В. сводятся к способу выработки (простовивка или кручаная), толщине (размер по диаметру или окружности), числу ниток пряжи и длине веревок. Исходя из этого, можно дать следующую схему построения В. **Группа А:** В. кустарной выработки (хозяйственные) — простовивки и кручаные. **Группа В:** В. кустарной и механической выработки (рыболовные)—кручаные. **Группа С:** В. механической выработки (технические)—кручаные. В. I группы преимущественно предназначаются для хозяйственных целей: простовивки — на паковку и вязку, а кручаные—для грузового транспорта (на построение гужей, вожжей, постромок и т. п.). В. II группы применяются преимущественно для рыболовных целей: для подборов к сетям (сорочки-сеточки), для построения самолетной крючковой снасти (хреbtина, сорочки-поводцы, морская стойка) и для привязки сетей и неводов (коряжник). В. III группы имеют преимущественно технич. назначение и употребляются при построении

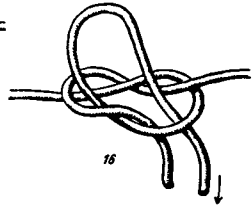
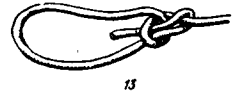
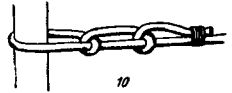
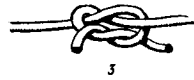
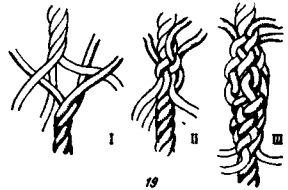
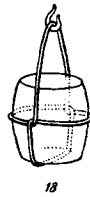
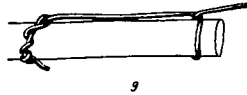
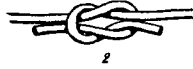
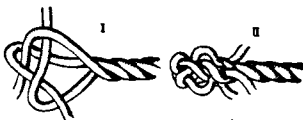
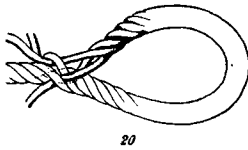
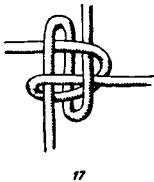
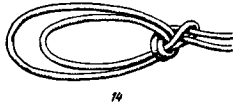
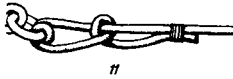
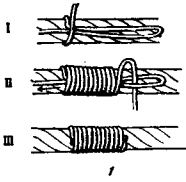
речных неводов и ловецкого такелажа (оснастки рыболовных судов). Технич. построение различных В. (безотносительно к их качеству) уясняется из приведенной выше табл. 1, причем для В. машинной выработки длина м. б. конечно и больше показанной. В. в указанную схему входит построение В. почти всех рыночных наименований.

Качество В. до некоторой степени находит свое отражение в размере В. по толщине: чем меньше диаметр или окружность В., тем лучше д. б. сырье; чем больше нитей пряжи употреблено для построения В. одной и той же толщины, тем лучше д. б. по качеству В. Пока еще не установлены качественные нормы В., и нельзя дать определенных указаний. Основные недостатки, которые встречаются в В. кустарной выработки: излишек влажности, не вполне удовлетворительное качество сырья и неравномерность выработки по размеру. Так как В. продаются по весу, то кустари для увеличения веса стремятся искусственно увлажнить веревку. В зимнее время излишек увлажненные В. при ударе друг о друга стучат, как деревянные бруски, а при трении издают скрип. Если такую веревку, выработанную в зимнее время, не просушить, то весной она начинает нагреваться, покрывается

Табл. 2.—Наиболее употребительные узлы и сплеси.

Фнг.	Название узла или сплеси	Назначение	Фнг.	Название узла или сплеси	Назначение
1	Марна	Предохранить конец веревки от развязывания	13	Беседочный узел	Петля, не могущая затянуться
2	Прямой узел	Связывать два конца. Будучи затянутым, узел развязывается более или менее легко	14	Двойной беседочный узел	То же. Специально для подъема человека наверх. В одну петлю человек садится, другая охватывает его за спину, под мышками
3	Поперечный, или бабий, узел	Связывать два конца. Будучи затянутым, трудно развязывается	15	Плоский узел	Для связывания концов веревок разной толщины
4	Рифовый узел	Связывать два конца при необходимости быстро и легко развязывать узел	16	Якутский узел	Разновидность рифового узла; служит для надежного связывания двух концов между собою или завязывания конца за самого себя, с расчетом при надобности мгновенно развязать узел, для чего следует потянуть за конец в направлении, указанном стрелкой
5	Шкотовый узел	Связывать конец с петлей	17	Шорный узел	Для связывания двух веревок накрест
6	Брамшотовый узел	То же, что и предыдущего, но узел более надежен	18	Бочечный узел	Для обвязывания бочки или ящика стропом при погрузке
7	Выблечочный узел	Привязывать одну веревку серединой к другой или к палке	19	Короткий сплесень	Для соединения двух концов веревки *1
8	Удавна	Скоро прихватить веревкой за брус, при непрерывном дальнейшем натяжении	20	Огонь	Образовать петлю **2
9	Удавна со шлагом	Тащить, поднимать или буксировать бревно или доску	21	Решка	Для предохранения конца веревки от раскручивания **3
10	Штык	Надежно привязать конец толстой веревки к столбу или кольцу и т. п.	22	Стопорный кноп	Создать на конце веревки утолщение, чтобы задерживать ее в отверстии, в которое она пропущена, и т. п.
11	Штык с двумя шлагами	То же, что и предыдущего. Уменьшена для узла возможность затянуться			
12	Рыбачий штык	То же			

\*1 Достаточно делать 3—4 пробивки (подсовывание пряжи одного конца под пряжи другого) каждой петле в каждую сторону, после чего концы прядей обрезаются. \*2 Подобно предыдущему делаются 3—4 пробивки. \*3 Обтягивается, делаются 3 пробивки.



плесенью и загнивает. Для проверки содержания влаги можно пользоваться кондиционными аппаратами, но этот способ довольно сложен. Практически достаточно следующее определение излишка влаги в В.: отобранные образцы В. точно взвешивают и оставляют в развернутом виде в комнате при 15—17° на срок не менее суток; затем выносят образцы в помещение, где находился товар, из которого взяты образцы, и дают им полежать там не менее 12 часов, после чего снова взвешивают; если разница в первоначальном и последующем взвешивании не превышает 3%, влажность В. считается нормальной. В отношении качества сырья необходимо отметить, что пенька для пряжи д. б. чистой, свободной от костры. Однако часто приходится встречать В. с большим содержанием костры в середине, и только внешняя сторона веревки очищается от нее или замазывается клеем. В практике для удешевления В. имеет место также и прямая фальсификация сырья, заключающаяся в том, что в пеньку, перед изготовлением из нее пряжи, подсыпают песок для утяжеления В. С внешней стороны такая В. может произвести впечатление хорошей, сухой В., но качество ее будет неудовлетворительно. При выработке пряжи для веревок иногда употребляют как основное сырье отходы от обработки пеньки или распинные концы старых веревок и только на облицовку пряжи дают пеньку хорошего качества. Веревки, выработанные из такой пряжи, с внешней стороны кажутся хорошими, но в службе будут неудовлетворительными. Реже встречаются случаи неравномерной выработки веревок по всей длине, например к концам веревка работает тоньше, а в середине — толще. Свернутая в круги, такая веревка производит впечатление тонкой, хорошо сработанной веревки, в развернутом же состоянии имеет вид длинной сигары.

Отмеченные нами ненормальности относятся главным образом к кустарной В.-проставке и отчасти к крученной В., улаковываемым в круги, благодаря чему их затруднительно обнаружить. Но эти ненормальности отнюдь не являются характерными для кустарного производства, которое в общем не хуже механического.

В. выпускаются на рынок свернутыми в круги или мотки различной длины и почти никогда не выпускаются из производства в виде готовых изделий, если не считать, что в некоторых случаях длина веревки соответствует назначению (парная вожжа).  
Лит.: см. *Веревочное производство*.

**В. в морском деле.** Всякая веревка на морском языке называется тросом. На судах, кроме проволочного стального троса, в большом употреблении тросы пеньковые и манильские. Материалом для судовых снастей служит пенька высшего качества или манильская пряжа (волокно растения *Musa textilis*). Пеньковые тросы по числу прядей делятся на трехпрядные и четырехпрядные, а также на тросы тросовой работы и кабельной работы, кроме того — на белые, или несмоленые, и смоленые. Толщина троса измеряется по его окружности, в дюймах.

Основной элемент троса — кабелка — скручивается из пеньки в направлении движения часовой стрелки; из кабелок скручиваются пряди — против часовой стрелки, и из прядей — трос тросовой работы, и по часовой стрелке. В четырехпрядном тросе внутри имеется сердечник — ятя, слабо скрученная прядь, заполняющая пустоту в середине и тем удерживающая трос от проминания прядей внутрь. Четырехпрядные тросы употребляются там, где нужна особая гибкость и гладкость поверхности троса. Там, где требуется плотность снасти, сопротивляющейся намakanю, употребляются тросы кабельной работы, свитые из тросов тросовой работы против часовой стрелки, причем эти тросы-пряди называются стрендами. Трос кабельной работы, как имеющий большую поверхность, после намakanия просыхает скорее. Для предохранения пеньки тросов от загнивания под влиянием сырости ее смолят.

Манильский трос, обладающий крепостью в смысле легкости: он не тонет в воде и употребляется поэтому главным образом для буксиров. Манильский трос обычно не смолят, т. к. он мало подвержен гниению от сырости.

По качеству пеньки тросы подразделяются на №№ 20, 25, 37, 40 и «особой выделки». Цифры при № указывают на число кабелок в одной пряди 3'' трехпрядного троса тросовой работы.

Для пряжи № 20 из пеньки вычесывается оческов 16%  
 \* \* \* № 25 \* \* \* \* \* 24%  
 \* \* \* № 37 \* \* \* \* \* 39%  
 \* \* \* № 40 \* \* \* \* \* 41%  
 \* \* \* особ. \* \* \* \* \* 71%  
 вычес. \* \* \* \* \* \* \* 71%

Очески идут на выделку так называемых бородачных линий.

Название тросов по толщине: канат — трос кабельной работы, имеющий в окружности свыше 14'', кабелетов — трос кабельной работы, от 6 до 14'', перлинь — трос кабельной работы, от 4 до 6''. Тросы тросовой работы особого названия не имеют, как и тросы кабельной работы от 1 до 4'' (например 3''-трос, 1½''-трос и т. д.). Тросы в 1'' и меньше называются линиями. Каболки в линиях называются нитями, и линии различаются по числу нитей.

Табл. 3. — Построение линий.

Сорт линий	Число нитей	Число прядей	Число нитей в пряди	№ пеньки
Линь . . . .	12	3	4	37
Девятярик . .	9	3	3	
Шестерик . .	6	3	2	
Стевлинь . . .	6	3	2	40
Юзень . . . .	3	3	1	
Марлянь . . .	2	2	1	

Бородачные линии спускаются в 12, 9 и 6 нитей. Кроме этих линий из бородач приготавливается шкимушгар в 6, 3 и 2 нити (шкимушгар шестерик, тройник и двойник).

Трос выпускается бухтами ок. 180 м длиной, лини — ок. 80 м длиной. Перед употреблением пенькового троса в дело он должен быть соответственным образом вытнут. Допускается вытягивание его на 3—9% без потери крепости. Крепость пенькового троса зависит от качества пеньки и равномерности

натяжения волокон каболок и прядей. Теоретически крепость троса должна равняться сумме крепостей всех составляющих его каболок; на практике натяжение каболок неравномерно, и действительная крепость троса значительно меньше. Для определения крепости смоленого трехпрядного троса тросовой работы пользуются формулами: 1) разрывная крепость в  $t$  равна  $\frac{c^2}{3}$ , где  $c$ —окружность троса в дм.; 2) рабочая крепость в  $t$  равна  $\frac{c^2}{15}$ ; 3) для троса, выбираемого на лебедке или подвергающегося переменным натяжениям, рабочая крепость в  $t$  равна  $\frac{c^2}{30}$ ; 4) трос кабельной работы на  $\frac{1}{4}$  слабее троса тросовой работы; 5) белый несмоленый трос на  $\frac{1}{4}$  крепче смоленого; 6) один хорошо сделанный сплесень уменьшает крепость троса на  $\frac{1}{6}$ .

Вес (приблизительный) 100-сж. бухты пенькового троса определяется формулами:

Вес 100 саж. несмоленого троса в пл. . . . .	$0,6c^2$
» 100 » смоленого » » » . . . . .	$0,7c^2$
» 100 » манильского » » » . . . . .	$0,5c^2$

Испытание крепости тросов производится посредством тяжести, навешиваемой на каболок 6-футовой длины. Смоленая каболок № 20 должна выдержать в тросовой работе 61,4 кг, в кабельной работе—57,3 кг; несмоленая каболок № 20 в тросовой работе должна выдержать 68 кг, в кабельной работе—63,9 кг; каболок манильского троса № 21—80,9 кг. Пеньковые изделия должны поступать на испытание лишь после просушки их в отопляемом помещении при температуре ок. 15°. Каболок, взятая для пробы, не д. б. раскручиваемая, т. к. достаточно двух-трех оборотов, чтобы нарушить ее крепость. Груз накладывается постепенно. Коуши, к которым привязываются концы каболок, должны иметь по возможности наибольший диаметр. Если разрыв каболок произойдет в концах, то такую пробу надо считать недействительной. При испытании каболок и тросов следует предварительно откинуть от концов не менее сажени, так как эти части всегда бывают значительно слабее. Испытание крепости надлежит производить в теплом помещении.

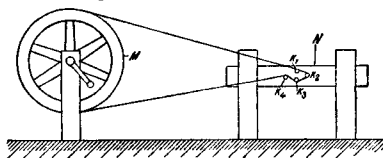
В табл. 2 и на фиг. даны наиболее употребительные в морском деле узлы и сплесни с указанием их назначения. П. Павлов.

**ВЕРЕВОЧНАЯ КРИВАЯ**, в граф. статике кривая, в которую обращается веревочный многоугольник, когда параллельные силы не сосредоточены, а сплошные. См. *Веревоочный многоугольник*.

**ВЕРЕВОЧНОЕ ПРОИЗВОДСТВО**. Веревки вырабатываются или ручным способом—на примитивном станке, носящем название веревочного колеса, или механическим способом—на т. н. веревочных машинах. В СССР по преимуществу развито кустарное ручное производство веревки.

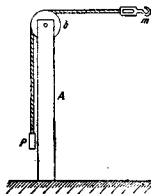
Ручной веревочный станок состоит из колеса (фиг. 1) и вспомогательного снаряда для кручения веревки (фиг. 2). Маховик  $M$  веревочного колеса соединен с блокчами, к-рые снабжены закрепленными в них крючками  $k_1, k_2, k_3$  и  $k_4$ , посредством шнура, обгибающего маховик и эти блокчи. Устройство крючков и закрепление их в

блокчах производится разными способами. Одно из таких устройств показано на фиг. 3: блокч  $a$  вращается на оси  $AB$ , конец к-рой неподвижно закреплен в доске  $N$  (фиг. 1) веревочного станка; закрепленный в блокче крючок  $k$  вращается вместе с блокчом  $a$  и

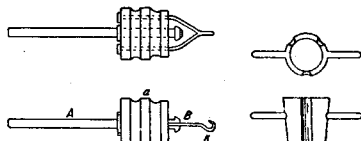


Фиг. 1.

производит скручивание веревки. Вспомогательный снаряд (фиг. 2) для кручения веревки состоит из стойки  $A$ , на к-рой вращается блок  $b$ ; блок обгибается шнуром, на одном конце которого находится груз  $P$ , а на другом крючок  $m$ . Кручение веревки производится следующим образом. Отдельные образующие веревку каболок (канатная и веревочная пряжа носят название каболок) надеваются одним концом на отдельные крючки веревочного колеса, а другими соединенными концами на крючок  $m$  вспомогательного снаряда. После надевания на крючки, между каболок, у крючка  $m$ , при прядении веревки, состоящих из двух каболок или прядей, рабочим закладывается деревяжка; если же число каболок больше двух, закладывается особый «конус» (фиг. 4) с числом бороздок, соответствующим числу каболок в пряди или числу прядей в веревке. После этого крючки веревочного колеса приводятся во вращение, и происходит скручивание каболок в прядь или прядей в веревку в промежутке между крючком  $m$  и заложеной между каболок деревяжкой или конусом. По мере скручивания деревяжка или конус продвигается в направлении крючков веревочного колеса, и таким образом скручивание происходит постепенно по всей длине каболок.



Фиг. 2.



Фиг. 3.

Фиг. 4.

Груз  $P$  создает определенное натяжение при скручивании веревки, а величина его зависит от качества вырабатываемой веревки. После скручивания указанным выше способом прядей для веревки или самой веревки из отдельных прядей концы ее со стороны веревочного колеса соединяются в один и надеваются на один крючок веревочного колеса. Другой ее конец надевается



на крючок т. н. в о л о ч у ш к и В (фиг. 5), представляющей собою обыкновенную доску с грузом Р, вес которого соответствует качеству вырабатываемой веревки. Далее идет процесс дополнительного докручивания веревки или пряди, состоящий в том, что крючку, на который надет один конец веревки, дают вращение в сторону, обратную вращению при скручивании веревки или пряди. Верека при этом получает дополнительный кручение и, сокращаясь в длину, подвигает волочущую к



Фиг. 5.

веревочному колесу. После получения определенной крутки, к-рой должна иметь веревка, рабочий прекращает вращение крючков, что соответствует заранее определенному укорачиванию веревки и заранее наметенному чертой месту, до которого должна дойти волочущая. Этим процессом докручивания заканчивается выработка веревки, после чего ее снимают с крючков и собирают в круг или моток, в каком виде веревка обычно и поступает в продажу. Для придания веревкам более красивого и гладкого вида их до снятия с крючков или протирают концами веревки или же смазывают разведенным клеем и т. п. полирующими веществами.

Машинная выработка веревки производится тремя способами: 1) на комбинированных машинах, 2) на машинах, от-



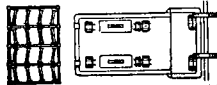
Фиг. 6.

дельно вырабатывающих пряди и отдельно скручивающих веревку, и наконец 3) путем выработки так называемой механической бечевы на канатных тягально-спускальных машинах с откатывающейся кареткой (см. Канатное производство).

На фиг. 6 изображена горизонтальная комбинированная веревочная машина, выработка веревки на которой производится следующим образом. На передней части машины закладываются катушки с каболками, из которых будет вырабатываться веревка. Эта часть машины производит скручивание каболок в пряди, что происходит благодаря вращению с разными скоростями рамы А и рамы В, на к-рой находятся катушки с каболками. Самое кручение происходит между крутильной трубкой и вращающимся роликом С. Далее скрученные в прядь каболки через ролики а, б, с направляются к трубке D и затем, обогнув блок E, которые вращаются сами и кроме того вращаются вместе с рамой А, проходят через трубку F. После этого каждая прядь направляется в отверстие конуса g, и несколько прядей, образующих веревку, соединяются вместе у неподвижной детали М. Этим заканчивается процесс свивания прядей и соединения их вме-

сте для скручивания в веревку. Скручивание веревки осуществляется задней частью машины. Здесь также имеется вращающаяся рама N, внутри к-рой помещается веревочная катушка. Эта катушка вращается вместе с рамой и кроме того на своей оси. Скрученная прядь, пройдя зажим М и втулку Р рамы N, окончательно скручивается в веревку и навивается на веревочную катушку Q.

Второй тип машин состоит из двух отдельных машин: 1) для скручивания прядей, 2) для скручивания веревки. Выработка веревки на этих машинах заключается с следующим.

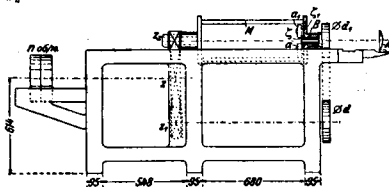


Фиг. 7.

Катушки с каболками помещаются в особой раме, стоящей впереди машины (фиг. 7), и отдельные каболки через распределитель А (фиг. 8) направляются в крутильную трубку В, а затем через вращающиеся желобчатые блокн а и а<sub>1</sub> выводятся к направляющим блокнам, находящимся на рогулке М, и через них на катушку, имеющуюся на шпинделе машины (на фиг. 8 не указана). Скручивание каболок в прядь происходит благодаря вращению рогулки М. Блокн а и а<sub>1</sub>, имея самостоятельное вращение от шестерни в ζ зубьев, сидящей на конце крутильной трубки, и шестерен по ζ, зубьев жестко сидящих на осях блокнов, осуществляют подачу пряди на рогулку и с нее на катушку. Число оборотов желобчатых блокнов при одновременном вращении рогулки и крутильной трубки равно разности числа оборотов в результате вращении рогулки и числом оборотов желобчатых блокнов, при условии, что рогулка является неподвижной. Из схемы машины определяем эту разность n<sub>1</sub> по формуле:

$$n_1 = \frac{n \cdot z \cdot \zeta}{z_2 \cdot \zeta_1} - \frac{n \cdot z \cdot d \cdot \zeta}{z_1 \cdot d \cdot \zeta_1};$$

подача l блокнов в 1 м. = n<sub>1</sub> · πd<sub>2</sub>, где d<sub>2</sub> — диам. желобч. блока в дм.; крутка l' =  $\frac{n \cdot z}{z_2 \cdot l}$ . Для изменения величины подачи и



Фиг. 8.

крутки шкивы d и d<sub>1</sub> выполняются ступенчатыми. Производительность А однорукальной машины за 8 часов выразится ф-лой:

$$A = \frac{n_2 \cdot 453 \cdot 60 \cdot 8}{a \sqrt{N_{кр.}} \cdot N_{кр.} \cdot 300 \cdot 36 \cdot 1000} \text{ кг};$$

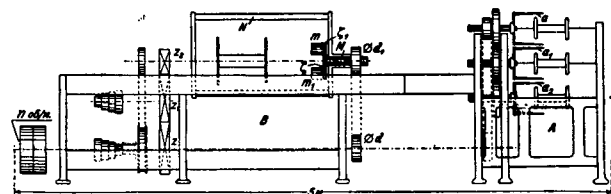
или в общем виде:  $0,02 \frac{n_2}{a \sqrt{N_{кр.}} \cdot N_{кр.}} \text{ кг в 8 ча-}$

сов, где n<sub>2</sub> — число оборотов рогулки, а — коэффициент крутки, N<sub>кр.</sub> равняется номеру каболок в английской нумерации, деленному на число каболок в пряди.

Катушка, на к-рую наматывается пряда, сидит на скрепляющем диске и для правильного расположения рядов прядей имеет при помощи червяка поступательное движение влево и вправо. Готовые пряди поступают на веревочную машину, которая состоит из двух частей: А и В (фиг. 9). В части А надеваются катушки с прядями, где они при работе машины подкручиваются вращением рогулек  $a$ ,  $a_1$  и  $a_2$ . Докрученные т. о. нити проводятся через разрезные конус и втулку, находящиеся под давлением груза, в крутильную трубку М, далее огибают желобчатые ролики  $m$ ,  $m_1$  и через направляющие ролики, находящиеся на рогулке N (не изображены на схеме), поступают на веревочную катушку, сидящую на шпинделе машины. Устройство этой части машины аналогично устройству машины для прядей. Расчет для веревочной машины одинаков с расчетом машины по изготовлению прядей. Из схемы фиг. 9 имеем: подача  $l$  желобчатого шкива будет:

$$\left( \frac{n \cdot z \cdot \zeta}{z_2 \cdot \zeta_1} - \frac{n \cdot d \cdot \zeta}{P_1 \cdot \zeta} \right) \pi d_2,$$

где  $n$ —число оборотов шкива машины в 1 м.,  $\pi d_2$ —окружность с диаметром  $d_2$ , равным сумме диаметров желобчатого бочка и прядей в дм.; крутка на 1'' равна  $\frac{n \cdot z}{z_2 \cdot l}$ , где  $\frac{n \cdot z}{z_2}$



Фиг. 9.

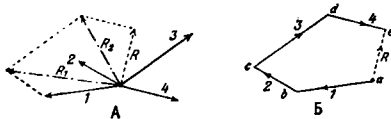
число оборотов рогулки N в 1 мин. Для изменения величины подачи и крутки отношение  $d/d_1$  осуществляется переменным путем применения ступенчатых шкивов.

Машины с отдельным приготвлением прядей и отдельным скручиванием их в веревку считаются более пригодными для изготовления веревков по сравнению с комбинируемыми машинами, так как с первых веревки получаются лучшего качества, чем со вторых. Машины для изготовления веревков строятся и вертикальн. типа, но за последнее время они выходят из употребления и заменяются горизонтальными машинами.

Лит.: Бородин П. И., Русский шпигат, М., 1924; Вебер К. К., Канат и верев. производство, П., 1915; Лебедев Н. Н., Производство канатов и веревков, П., 1923; Новгородский М. П., Производство канатов, веревков и шнуров, СПб, 1911; Петров Н. И., Канатно-веревочное производство, М., 1898; «Лен и пенька», М.; «Льняное дело», М.; Сатер Н. Р., Cordage Fibres, L., 1909; Woodhouse T. and Kilgour P., Cordage a. Cordage Hemp a. Fibres, L., 1919. Ф. Крашенинников.

**ВЕРЕВОЧНЫЙ МНОГОУГОЛЬНИК** (Вариант) имеет большое применение в графических расчетах. При помощи его решают все задачи, относящиеся к равновесию сил на плоскости, проводят построения деформаций систем и т. д. Когда к точке А

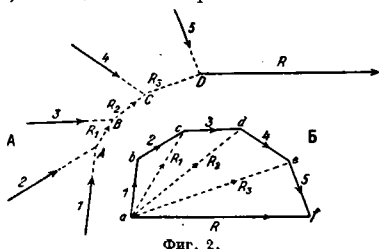
приложено несколько сил 1, 2, 3, 4 (фиг. 1, А), то равнодействующую этих сил получим, если мы найдем сначала равнодействующую  $R_1$  сил 1 и 2, затем сложим ее с силой 3 и, получив тем же способом равнодействующую сил  $R_1$  и 3, равную  $R_2$ , сложим ее с силой 4.



Фиг. 1.

Последняя равнодействующая R и будет равнодействующей всех данных сил. К тому же результату придем, если данные силы 1, 2, 3 и 4 последовательно перенесем в плоскости параллельно самим себе и составим из них многоугольник сил  $abcde$  (фиг. 1, Б), в к-ром стрелки сил по его периметру были бы направлены в одну сторону—по направлению движения часовой стрелки или противоположно ему. Тогда вектор  $ae$ , соединяющий начальную и конечную точки такого многоугольника сил (называемого словесным мн-ком, или планом сил), представит собой искомую равнодействующую R по ее величине и направлению.

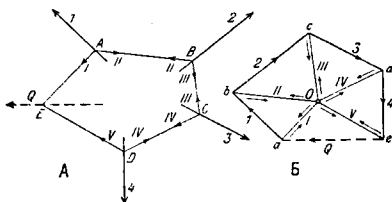
Порядок, в котором соединяются данные силы при построении многоугольника сил, не имеет влияния на окончательный результат: при любом порядке собирания сил получаем ту же по величине и направлению равнодействующую. Если силы, приложенные к точке А, образуют в плане сил замкнутый мн-к, то равнодействующая их  $R=0$ , и силы взаимно уравновешиваются. Когда данные силы приложены к различным точкам плоскости и не имеют общей точки пересечения, то определение равнодействующей этих сил можно сделать путем последовательного сложения их по правилу параллелограмма, как показано на фиг. 2. Но этот спо-



Фиг. 2.

соб оказывается неудобным для определения положения равнодействующей, если силы пересекаются под очень острыми углами или вне пределов чертежа, и вовсе не применим, когда силы параллельны между собой.

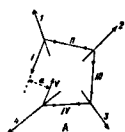
Самым общим приемом сложения сил является сложение их при помощи построения В. м. Пусть даны силы  $1, 2, 3$  и  $4$ , приложенные к разным точкам плоскости (фиг. 3, А). Требуется найти величину и положение уравновешивающей  $Q$  этих сил. Данные силы соединим в многоугольник сил (фиг. 3, Б) и из него найдем величину и направление уравновешивающ. силы  $ea = Q$  (перемена направления силы  $Q$  делает ее из уравновешивающей—равнодействующей заданных сил  $1, 2, 3$  и  $4$ ). Выбираем произвольную точку  $O$  (называемую полюсом), проводим из нее к вершинам мн-ка сил лучи  $Oa, Ob, Oc, \dots$  и строим мн-к  $I, II, III, IV$  и  $V$  (фиг. 3, А), начиная от произвольной точки  $A$  по направлению силы  $1$ , т. е., чтобы одноименные прямые на фиг. 3, Б (план сил) и на фиг. 3, А (поле сил) были между собой параллельны.



Фиг. 3.

Прямые  $I, II, III, IV$  и  $V$  на фиг. 3, Б (называемые полюсными лучами) можно рассматривать как силы, которые уравновешивают данные силы. Так, из рассмотрения замкнутого тр-ка сил  $Oab$  (фиг. 3, Б) следует, что силы  $Oa$  и  $Ob$  уравновешивают силу  $1$ . Точно так же  $Ob$  и  $Oc$  уравновешивают силу  $2$ , и т. д. Тогда, взамен нахождения положения уравновешивающей силы  $Q$  заданных сил, можно отыскивать положение равнодействующей тех сил, которые уравновешивают заданные силы, что очевидно одно и то же. Но силы  $III$  и  $II$  у точек  $A$  и  $B$ , а также силы  $III$  и  $III$  у точек  $B$  и  $C$  и силы  $IV$  и  $IV$  у точек  $C$  и  $D$  взаимно уничтожат друг друга (фиг. 3, А). Остается таким образом найти равнодействующую сил  $I$  и  $V$ , приложенных к точкам  $A$  и  $D$ . Эта равнодействующая, по положению, определяется пересечением сил  $I$  и  $V$  в точке  $E$ . Ряд прямых  $I, II, III, IV$  и  $V$  (фиг. 3, А) образует так называемый веревочный мн-к.

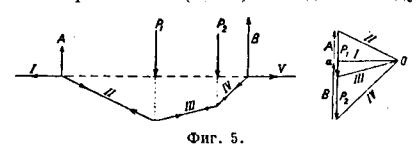
При построении В. м. могут встретиться три случая: 1) конечная точка силового многоугольника  $e$  не совпадает с начальной его точкой  $a$ ; в результате данные силы не находятся в равновесии, их равнодействующая определяется по величине и направлению отрезком  $ea$  (фиг. 3, Б); 2) конечная точка силового мн-ка совпадает с начальной его точкой, и крайние стороны В. м. параллельны между собой; в результате данные силы приводятся к паре сил, как по-



Фиг. 4.

казано на фиг. 4, где  $a$  есть плечо пары, а произведение  $Ia$  или  $Va = M$ —момент этой пары; 3) конечная точка силового мн-ка  $a$  совпадает с начальной его точкой, и крайние стороны В. м. ( $I$  и  $V$ ) совпадают между

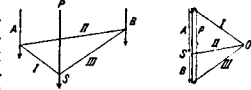
собою (силовой и веревочный мн-ки сами собой замыкаются); в результате получается равновесие системы (фиг. 5).



Фиг. 5.

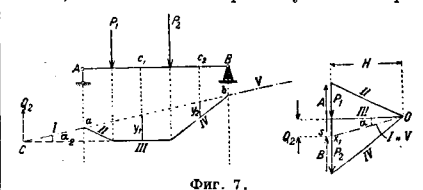
При помощи веревочного мн-ка задача о разложении заданной силы  $P$  (фиг. 6) на две параллельные ей составляющие  $A$  и  $B$ , данные по своему положению, решается просто. Отложив в плане сил силу  $P$ , выбрав произвольное полюс  $O$  и проведя лучи  $I$  и  $III$ , проводим их и в поле сил, начав с произвольной точки  $S$  на направлении силы  $P$ .

Прямая  $AB$  даст тогда направление второго луча, при помощи которого, проведя из полюса  $O$  прямую  $OS$ , параллельную  $AB$ , разделим заданную силу  $P$  на две искомые составляющие  $A$  и  $B$ . Подобным же образом можно решить и обратную задачу, встречающуюся при определении реакции опор балок: найти две параллельные, данные по положению силы  $A$  и  $B$ , которые находились бы в равновесии с двумя другими данными параллельными силами  $P_1$  и  $P_2$  (фиг. 7). Строим для этих сил план сил, берем точку  $O$  за полюс и строим В. м., начав его со второго луча на направ-



Фиг. 6.

лении реакции  $A$ . Так как при равновесии В. м., равно как и силовой, должны быть замкнутыми, то искомые лучи  $I$  и  $V$  должны сливаться, а потому направление их определяется направлением замыкающей прямой  $ab$ . Проведя из полюса  $O$  прямую  $Os$  параллельную  $ab$ , определяем реакцию  $A$  (как отрезок между лучами  $I$  и  $II$ ) и реакцию  $B$  (как отрезок между лучами  $IV$  и  $V$ ).

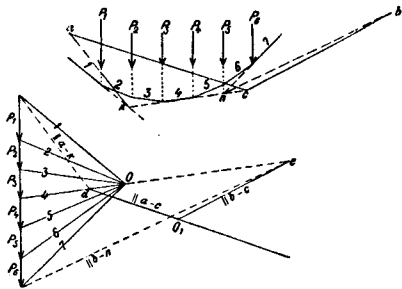


Фиг. 7.

В. м. обладает тремя степенями свободы при своем построении, так как полюс  $O$  выбирается произвольно (т. е. произвольными являются две координаты, для полюса—две степени); кроме того в поле сил построение В. м. начинается с любой точки на заданном направлении 1-й силы (еще одна степень свободы), изменение полюса влечет за собой изменение контура В. м., но все они

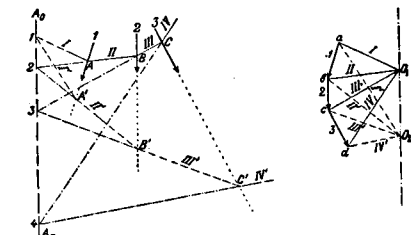
будут связаны тем условием, что точки пересечения одноименных сторон В. м. (фиг. 8), построенных для одной и той же группы сил, но при различных полюсах, лежат на одной прямой  $A_n A_n$  (называемой полярной осью), параллельной оси  $O_1 O_2$  — линии, соединяющей полюсы. Это непосредственно следует из того, что в любом четырехугольнике  $2B'E'3$  в поле сил и в соответствующем ему четырехугольнике  $bO_1O_2c$  в плане сил три стороны, образующие его, и две диагонали взаимно параллельны, следовательно четвертые стороны  $2-3$  и  $O_1-O_2$  также параллельны; а т. к. отрезки  $1-2$ ,  $2-3$ ,  $3-4$  имеют общие точки, то прямая  $A_n A_n \parallel O_1 O_2$ . Наличие трех степеней свободы дает возможность обуславливать построение В. м. любыми тремя (и менее) условиями. Примером может служить проведение В. м. через три заданные точки. На фиг. 9 дано такое построение для группы сил  $P_1, \dots, P_6$ , с условием, что первый луч должен пройти через точку  $a$ , последний — через точку  $b$ , а луч 4, между силами  $P_2$  и  $P_3$ , через точку  $c$ . Сначала выбираем полюс  $O$  произвольно, строим 1-й В. м.  $1-2-3-4-5-6-7$ , начав построение с точки  $c$ , проведя через нее луч 4; затем

любой точки плоскости. Пусть даны силы  $1, 2, 3$  и 4 и требуется найти их момент относительно заданной точки  $C$  (фиг. 10, А). Соединим данные силы в ми-ке сил и построим для них В. м. Проведем через точку  $C$  прямую, параллельную  $R$ , и назовем через  $y$



Фиг. 9.

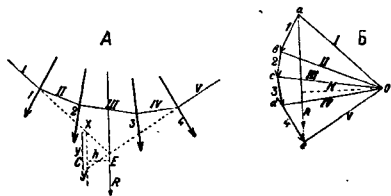
величину отрезка  $ee$  между направлением крайних сторон В. м., а через  $H$  — расстояние равнодействующей  $R$  от полюса  $O$  (называемое полюсным расстоянием). Сравнивая два подобных триа  $EХУ$  и  $Oae$  и принимая во внимание, что момент составляющих сил равен моменту равнодействующей, можем написать  $R : H = y : h$ , откуда  $Rh = M = Hy$ , т. е. статический момент данных сил равен произведению полюсного расстояния  $H$  и их равнодействующей на величину отрезка  $y$ , отделяемого крайними сторонами В. м. на прямой, проведенной через заданную точку  $C$  параллельно  $R$ . Знак момента определяется по направлению вращения  $R$  относительно точки  $C$ . Следует заметить, что величина  $H$  из плана сил прочитывается в масштабе отложенных сил, а отрезок  $y$  из плана сил — в масштабе длин. Указанное свойство имеет большое приложение для вычисления изгибающих моментов в балках, когда данные сил параллельны. На фиг. 7 — свободно лежащая на двух опорах балка



Фиг. 8.

строим влево лучи  $3, 2, 1$  и вправо лучи  $5, 6$  и  $7$ . Точками  $k$  и  $n$  определяются положения равнодействующих  $R_1$  (сил  $P_1, P_2$  и  $P_3$ ) и  $R_2$  (сил  $P_4, P_5$  и  $P_6$ ). Проведя луч  $ak$ , мы тем самым заставим левую сторону ми-ка пройти через точки  $a$  и  $c$ . Этому ми-ку будет соответствовать новый полюс  $d$ . Аналогично лучом  $bn$  в правой части определяется ми-к, проходящий через точки  $c$  и  $b$ . Этому ми-ку соответствует новый полюс  $e$ . Т. к. по условию левые ми-ки своими крайними сторонами должны проходить через точки  $a$  и  $c$ , а все правые через точки  $c$  и  $b$ , то новый полюс  $O_1$ , удовлетворяющий условию прохождения общего ми-ка через точки  $a, c$  и  $b$ , определяется пересечением прямых  $dO_1 \parallel ac$  и  $eO_1 \parallel bc$ . При этом полюсе В. м. пройдет через все три заданные точки, и, так как все три степени свободы В. м. здесь использованы, построенный В. м. будет единственным возможным. Если за полюс принять начальную точку силового многоугольника  $a$ , то каждая из сторон В. м.  $R_1, R_2$  и т. д. (фиг. 2) дает положение и направление равнодействующих всех сил, предшествующих рассматриваемой стороне. Последн. сторона совпадает с равнодействующей всех отдельных сил (применение — кривая давления).

При помощи В. м. определяются статические моменты сил и грузов относительно



Фиг. 10.

с системой параллельных сил; требуется определить последовательно величины моментов сил, находящихся по левую сторону от точек  $c_1, c_2, c_3$  и т. д., относительно последних. В данном случае полюсное расстояние  $H$  для всех сил будет одно и то же. Данные силы  $A, P_1, P_2, B$  откладываем в плане сил и строим В. м.  $I-II-III-IV$ . Затем, по предыдущему, проводим через точку  $c_1$  прямую, параллельную равнодействующей, которая вертикальна, и находим отрезок  $y_1$  между крайними сторонами  $I$  и  $III$ . Тогда

произведение  $M_1 = y_1 H$  выразит искомую величину момента всех сил, лежащих левее точки  $c_1$ . Аналогично для второй точки,  $c_2$ ,  $M_2 = y_2 H$ , и т. д. Таким образом искомые значения моментов оказываются пропорциональными ординатам  $y$  сторон В. м. относительно первой стороны его и следовательно изменяются между двумя смежными силами по закону прямой. Величина равнодействующей  $Q$  сил на участке между силами  $P_1$  и  $P_2$  определяется в плане сил отрезком, заключенным между  $I$  и  $III$  лучами, и равна  $Q_2 = A - P_1$ . Ее положение определяется в поле сил точкой  $C$  пересечения лучей  $I$  и  $III$  (фиг. 7). Графические представленные законы изменения момента и равнодействующих всех левых сил по длине балки называются *парами моментов и поперечных сил* (см. *Балки простые*).

Из рассмотрения фиг. 7 можно вывести зависимость:  $\operatorname{tg} \alpha_2 = \frac{Q_2}{H}$  и вообще  $\operatorname{tg} \alpha_n = \frac{Q_n}{H}$ .

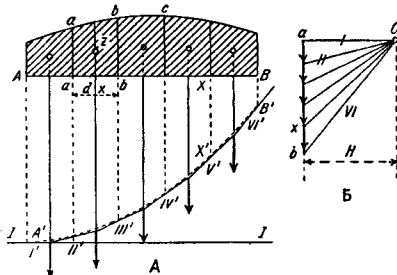
Так как  $\alpha_n$  есть угол, образуемый лучом  $n + 1$  относительно 1-го луча, то вообще

$$\operatorname{tg} \alpha_n = \frac{dy_n}{dx}; \text{ но } y_n = \frac{M_n}{H}, \text{ а потому}$$

$$\operatorname{tg} \alpha_n = \frac{dM_n}{dx} = \frac{d}{dx} \left( \frac{M_n}{H} \right) = \frac{1}{H} \cdot \frac{dM_n}{dx},$$

откуда  $\frac{dM_n}{dx} = Q_n$  (теорема Шведлера). Т. о. производная от момента внешних сил для какой-либо точки балки равна поперечной силе для этой балки.

Если вместо сосредоточенных грузов будет иметь место непрерывно распределенная сплошная нагрузка (фиг. 11), то ее можно рассматривать как систему бесконечно большого числа бесконечно малых грузов, расположенных бесконечно близко друг к



Фиг. 11.

другу. Для такой системы сил В. м. обратится в плавную кривую, называемую *веревочной кривой*. Заданную сплошную нагрузку переменной интенсивности  $z$  делят вертикальными прямыми  $aa$ ,  $bb$  и т. д. на ряд участков, определяют нагрузку, соответствующую каждому участку, и эти нагрузки откладывают в определенном масштабе на мн-ке сил (фиг. 11, Б). Система лучей, проведенных через произвольный полюс  $O$  к началу и к концу каждого из отложенных отрезков  $I, II, \dots, VI$ , определяет направления сторон В. м.  $I', II', \dots, VI'$ . Искомая веревочная кривая будет являться вписанной в построенный В. м. Точками касания явля-

ются точки пересечения сторон В. м. с вертикальными прямыми, разделяющими заданную сплошную нагрузку на ряд сосредоточенных сил. Это следует из того, что на границе участков ординаты В. м. и искомой веревочной кривой д. б. одинаковы, т. к. и та и другая ординаты определяют на границе участков момент всех сил, расположенных левее этой границы, а силы у них общие. При расположении полюса  $O$  с левой стороны кривая очевидно будет являться описанной около веревочного многоугольника.

Так как направления касательных параллельны соответствующим лучам мн-ка сил, то отсюда можно вывести дифференциальное уравнение веревочной кривой. Действительно, для касательной в точке  $x'$  имеем:

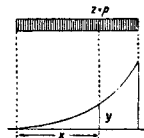
$$y' = \operatorname{tg} \alpha = \frac{1}{H} \sum z \cdot dx = \frac{fz \cdot dx}{H}.$$

Дифференцируя, имеем:

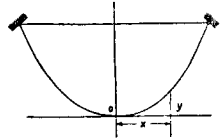
$$y'' dx = \frac{z \cdot dx}{H}, \text{ откуда } y'' = \frac{z}{H}.$$

Это и есть дифференциальное уравнение веревочной кривой.

Если закон изменения интенсивности нагрузки  $z$  нам известен, то путем интегрирования полученного выражения можно найти уравнение соответствующей веревочной кривой.



Фиг. 12.



Фиг. 13.

1-й случай. Сплошная нагрузка равномерно распределена вдоль горизонтальной оси. Величина  $z = p$  будет постоянной (фиг. 12). Т. о.  $y'' = \frac{p}{H}$ . Интегрируя, имеем:

$$y' = \frac{p}{H} x + C; \quad y = \frac{p}{H} \cdot \frac{x^2}{2} + Cx + D.$$

Постоянные интегрирования м. б. определены, если задано по условию положение той прямой, от  $k$ -рой надлежит производить отсчеты ординат. Так напр., если направление  $I$  луча должно являться такой прямой, то имеем, что, при  $x=0$ ,  $y'=y=0$ . Подставляя эти значения абсциссы и ординаты в выражения  $y'$  и  $y$ , получаем  $C=D=0$ , и уравнение веревочной кривой примет вид:  $y = \frac{px^2}{2H}$ , т. е. веревочная кривая представляет собою параболу.

2-й случай. Сплошная нагрузка равномерно распределена по длине той кривой, какою д. б. сама веревочная кривая (собственный вес тяжелой гибкой нити). В этом случае веревочная кривая представляет собою цепную линию, т. е. ту форму, которую принимает подвешенная в двух точках гибкая тяжелая (но не растяжимая) нить под влиянием собственного веса  $q_0$  кг/м (фиг. 13). В данном случае

$$q_z = q_0 \sqrt{1 + \left( \frac{dy}{dx} \right)^2},$$

где  $\frac{dy}{dx}$  — производная от у-рия искомой веревочной кривой. Таким образом дифференциальное уравнение цепной линии:

$$y'' = \frac{q_0}{H} \sqrt{1 + (y')^2}.$$

Интегрируя выражение дважды и выбирая начало координат, как указано на фиг. 13, имеем:

$$y = \frac{H}{2q_0} \left( e^{\frac{q_0}{H} x} + e^{-\frac{q_0}{H} x} \right).$$

Величина полюсного расстояния  $H$  определяется из условия, что длина цепной линии

$$S = \int_0^l ds \text{ равна заданной длине троса.}$$

Одно из самых важных приложений уравнения веревочной кривой в строительной механике основано на совпадении этого уравнения с уравнением упругой линии—изогнутой оси балки (см. *Упругая кривая*).

Лит.: Велихов П. А., Теория инж. сооружений, вып. 4, М., 1924; Тимошенко С. П., Курс

**ВЕРЕТЕННИК**, пучинник, просмолившаяся под влиянием развития грибка *Rigidium pini* часть соснового ствола, дающая волчковое смоле. Просмаливается одна заболонь и притом настолько сильно, что смолокору часто используют для добытия смолы только ее, выкалывая ядровую древесину. Содержание смолы составляет около 30% от веса просмолившейся древесины. На этом смоле основан смолокурный промысел в Повенецком округе Карельской республики, в других же местах его используют попутно с пеньвым осолом и смольем-подсочкой. См. *Смола*.

**ВЕРЕТЕННЫЕ МАСЛА**, смазочные минеральные масла, получаемые путем перегонки нефтяного мазута в виде фракций, следующих за тяжелыми соляровыми маслами и предшествующих машинным маслам. Применяются для смазки прецизионных механизмов или инструментов и быстходных, легко нагруженных частей. Различные сорта В. м., выпускаемых Нефтеиндикатом, и свойства их сопоставлены в таблице.

Веретенные масла Нефтеиндиката по данным 1927 г.

Название масла	Уд. вес при 15°	Вспышка		Вязкость по Энглеру при 50°	Цвет по Штаммеру ниже (в мм)	Наточная проба ниже	t° лет. не выше	Назначение
		не ниже	способ испытания					
Веретенное 0 . . . (Велосит Л)	0,865—0,875	120° 120°	По Бр. ** По М.-П. **	1,3—1,4	12	1	—	Для веретен валтов и кружальных машин кл.-бум. и шерст. пром-ства
Веретенное 1 . . . (Велосит Т)	0,875—0,885	140° 130°	По Бр. По М.-П.	1,5—1,6	12	1	—	Для веретен сельфакторов (мюлей)
Веретенное 2 . . . (Веретенное Л)	0,890—0,895	165°	По Бр.	2,0—2,2	60	3	-20°	Для веретен сельфакторов (мюлей)
Веретенное 3 . . . (Моторное Л)	0,895—0,905	170°	По Бр.	2,8—3,2	35	3	-15°	Для веретен льнопряд. валтов, для ткацких станков и для машин приготавлив. отделеный кл.-бум., льнопрядильного и шерстян. производства
Турбинное Л . . .	0,885—0,905	175°	По Бр.	2,9—3,2	—	—	-15°	Для подшипников паровых турбин, причем требуется отсутствие учащаемого эмульсион. слоя при испытании по Конрадону, содержание золы > 0,02 и орган. к-т по пересчету на SO <sub>2</sub> < 0,0 %

\*\* По Бреннеу. \*\* По Мартенс-Пенскому.

статик сооружений, ч. 4, Л., 1927; Проскуряков Л., Строительная механика, ч. 4, М.—Л., 1926; Жуковский Н. Е., Теоретическая механика, ч. 1 (статика и графостатика), М., 1925. М. Бевухин.

**ВЕРЕСК**, *Calluna vulgaris* Salisb., из сем. Ericaceae, низкорослый кустарник, распространенный в сев. и центр. Европе и в СССР. В. растет на торфяных и песчаных почвах, преимущественно в сосновых лесах, образуя иногда громадные заросли, чему способствует его особенность — давать обильные корневые отпрыски. В. достигает 0,3—1,0 м высоты, медоносен, цветет маленькими розовыми цветками, охотно посещаемыми пчелами. Листья В. могут заменить хмель. Растение принадлежит к дубителям и красящим (окрашивает в желтый цвет). После сжигания В. получается много золы с богатым содержанием поташа. В. часто служит показателем бедности песчаных почв и наличия в них особых орштейновых образований.

В. м. не содержат асфальтов; содержание органич. к-т (по пересчету на SO<sub>2</sub>) 0,21%, чистых нафтеновых кислот 1,9%, смол 3,8%; иодное число очищенных В. м. около 2, а дистиллата—ок. 6. Цена 1 кг В. м. в Москве за 1890—1915 гг. в среднем была 15,8 к., а в феврале 1926 г.—13 к.

Лит.: Гурвич Л. Г., Научные основы переработки нефти, 2 издание, М.—Л., 1925; Бауман А. Г., Смазочные масла СССР и техника их применения, ч. 1—2, М., 1925—27; Таблица технич. норм нефтепродуктов, изд. Нефтеиндиката, М., 1927; Справочник по нефтяному делу, Москва, 1925; Hilde D., Kohlenwasserstoffole und Fette, 6 Auflage, Berlin, 1924. П. Фелерский.

**ВЕРЕТЕНО**, в мукомольном деле вертикальный вал, приводящий в движение вращающийся большей частью верхний, камень (бегун) жернового постава, с которым он соединен посредством параллелицы; последняя помещена на верхней конической части В. и закрепляется шпонкой. Верхняя

часть веретена удерживается особой вертикальной втулкой-кружловиной, расположенной на высоте нижнего камня; в нижний конец веретена вставляется пята, которая опирается на подпятник, вложенный в подвешенный стакан, поднимая или опуская который, а вместе с ним и верхний камень, посредством особых рычагов, можно регулировать расстояние между рабочими поверхностями камней, а следовательно также и крупноту помола (конструкция—см. *Жерновой постав*).

**ВЕРЕТЕНО**, быстро вращающаяся деталь прядильной машины, производящая крутку пряжи и наматывание ее на катушку. В зависимости от рода обрабатываемого волокна и от положения в процессе производства веретена имеют различные устройства. По числу работающих веретен первое место занимают хлопкопрядильные, как видно из данных следующей таблицы.

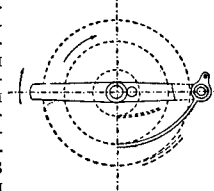
Страны	Веретена в млн. штук	
	хлопкопрядильные	льняные
Англия . . . . .	56,71	1,12
США . . . . .	37,88	0,07
СССР . . . . .	5,94	0,38
Франция . . . . .	9,5	0,55

Благодаря такому распространению конструкция хлопкопрядильного В. является наиболее разработанной и усовершенствованной и отличается исключительным разнообразием: существует несколько десятков типов. Хлопкопрядильные В. разделяются по машинам на банкброшнне, мольные, ватерные, крутильные и перемоточные. Основным назначением веретена является крутка пряжи и затем наматывание ее на катушку. Почти всегда веретено выполняет обе эти задачи, и только в мотальных машинах крутка отсутствует.

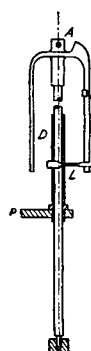
Первую операцию по крутке и наматке ровницы выполняют банкирошны В. Само В. представляет собою (фиг. 1) стальную круглый стержень диаметром 14—20 мм и длиной 85—90 см в зависимости от типа машины. Для предотвращения вибраций веретена ему придают солидные опоры. Нижний конец стержня, заточенный на конус, опирается на самосмазывающийся подпятник, т. е. горловой, выполняемый в виде длинной втулки Д, крепко привернутой к каретке Р. Во время работы каретка качается вдоль стержня, благодаря чему расстояние между подшипниками изменяется. Ровница (см. *Хлопкопрядение*) направляется в рогульку С, соединенную с утоненной верхушкой В. при помощи прорезанного на нем поперечного углубления, куда погружается шпилька, вставленная попеременно в трубочку части рогульки. Этим достигается вращение веретена и рогульки как одного целого. Пройдя сквозь отверстие А

в верхушке рогульки, ровница направляется в трубчатую ветвь, огибает лапочку L и поступает на деревянную катушку. Таким образом один конец ровницы зажат в цилиндрах, а другой вращается вместе в В., т. е. первая задача, закручивание ровницы, осуществляется. Одновременно с этим В. производит наматывание на катушку при помощи той же рогульки и лапочки. Роль последней помимо направления ровницы заключается в легкой пресовке навивающегося материала. Лапочка состоит из двух частей—горизонтальной и вертикальной, причем последняя значительно тяжелее первой. В некотором среднем положении (фиг. 2) обе ветви рогульки уравновешены, в остальные моменты уравновешенность отсутствует. При вращении тяжелая вертикальная часть стремится отойти от оси В. Благодаря чему горизонтальная часть нажимает на катушку. В различные моменты намотки давление лапочки неодинаково: в начале процесса мотки оно наибольшее, в конце—наименьшее, поэтому и плотность ровницы на катушке неодинакова. Для намотки ровницы, выпущенной цилиндрами, достаточно было бы дать В. небольшое число оборотов, но т. к. кроме того ровницу надо скрутить, приходится значительно повышать это число для различных машин до 1 000—1 200 об/м. Чтобы увязать эти два противоположных требования, катушку заставляют также вращаться в одну сторону с веретеном. В хлопкопрядении принята система с опережающей катушкой, т. е. с катушкой, делающей число оборотов больше, нежели В. Разность в окружных скоростях идет на намотку. Для сохранения постоянства этой разности, по мере роста диаметра катушки, необходимо ввести изменение угловых скоростей либо веретена либо катушки. Обычно веретено, как более тяжелая деталь, имеет постоянную скорость, а катушке при помощи конических барабанчиков сообщается переменная скорость. Преимущество устройства с опережающей катушкой заключается в том, что с ростом диаметра катушки число ее оборотов понижается.

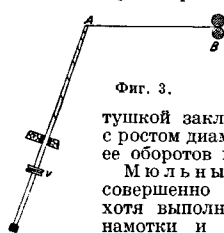
Мюльные В. работают по совершенно другому принципу, хотя выполняют те же функции намотки и крутки. На мюлях (сельфакторах) эти операции производятся последовательно; сначала пряже дается крутка и затем она наматывается. Производится это следующим образом. Стальное веретено (фиг. 3), имеющее слегка коническую форму, располагается в каретке наклонно. При отходе каретки В. вращается, и пряжа ложится на него по крутой винтовой



Фиг. 2.



Фиг. 1.

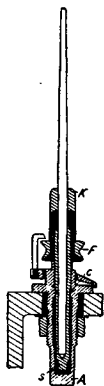


Фиг. 3.

Фиг. 3.

линии. На каждом обороте верхний виток соскакивает и дает одно кручение пряже на участке АВ. Для производства этой операции особое значение имеет конусообразная форма веретена, чем достигается легкое соскальзывание нити. Окончив крутку, В. подходит к цилиндрам и наматывает на себя нить. Для сохранения постоянства окружной скорости В. в этот период делает переменное число оборотов. В. вращается от жестяного барабаничка шнурком через блокочек У, расположенный ближе к хвосту В. Конструктивное устройство В. чрезвычайно простое. В. опирается конической пяточкой в подпятник, а выше блокочка поддерживается подшипником. Смазка производится вручную периодически, через 4 ч. Несмотря на простоту устройства, качество В. весьма высокое, что дает возможность работать на них с числом об/м. до 11 000. Производительность для средних В. 58 г в 10 ч. Размеры, как и всегда, определяются подъемом от 100 до 150 мм.

Многие веретена постепенно вытесняются ватерными, которые производят крутку и намотку одновременно и следовательно дают значительно большую производительность. Некоторые специальные условия не позволяют наматывать пряжу на ватерах непосредственно на голое В. Чаще всего на В. насаживают деревянные шпули, но т. к. изготовление строго центрированных шпулей трудно, то при вращении В. начинает бить. Устранение вибрации является основной задачей конструирования ватерных веретен. В. так назыв. подвесного типа Рабета имеют следующее устройство (фиг. 4). В гнезде А, привернутом наглухо к раме машины, подвешена на заплечиках с втулкой Б, так, что она может свободно качаться. Шпindel В. вставляется во втулочку и соприкасается с ней только на небольшом участке своим нижним коническим концом и вверху цилиндрическим против блокочка. Промежуток между опорами служит резервуаром для масла, причем через небольшие отверстия во втулке масло сообщается с внутренней частью гнезда. Т. о. в каждом веретене имеется значительный запас масла. Во время вращения В. масло поднимается по коническому хвосту до края втулки и стекает по особым прорезам вниз в гнездо, т. е. происходит постоянная циркуляция масла, что позволяет менять его раз в 2—3 месяца. Для смены масла машину останавливают, во избежание чего предложены конструкции, позволяющие менять масло на ходу. На шпindel под большим давлением насаживается колпачок К с блокочком F; через последний передается шнурком, иногда лентой, движение В. На верхнюю часть колпачка, где часто имеется специальная чашечка, насаживается шпуля. Рас-



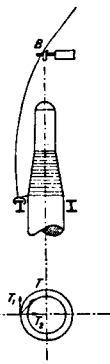
Фиг. 4.

положение верхней опоры В. в плоскости действия шнура имеет целью разгрузить В. от изгибающих усилий; однако на практике

большинство 3-дов не выполняет этого привала. Некоторые специалисты предпочитают конструкцию В., несколько измененную в том смысле, что втулка защемляется своим нижним концом в гнезде и не может качаться. Такие В. называются опорными.

Это небольшое изменение заставляет однако В. работать по другому принципу. В то время как свободная втулка имеет целью дать В. в работе возможность самому найти необходимое положение для спокойной работы, опорные В. являются жесткой конструкцией и, в случае неполной уравновешенности (что нередко и бывает) дают вибрации. Исследование ватерных В., ведущееся с 1926 года проф. А. П. Малышевым в кабинете прикладной механики Моск. текст. института, показывает, что, при определенном числе оборотов, у опорного В. неизбежно должно появиться явление резонанса, т. е. наступит критич. скорость. Понятно, что в этих условиях В. находится под угрозой поломки и кроме того рвет нить. В подвесных В. теоретически этого явления не может быть, так как волчок критической скорости не имеет и его верхушка может иметь лишь спокойное прецессионное движение.

Ватерные В. укрепляются неподвижно на раме машины и имеют постоянное число оборотов. Для того чтобы было возможно наматывать пряжу, вдоль В. качается планка с укрепленным в ней кольцом (фиг. 5). По кольцу может свободно двигаться металлическая скобочка—бегунок. Нить из глазка проходит под бегунок и оттуда на шпулю. При вращении нить увлекает за собой бегунок, к-рый трением о кольцо под действием центробежной силы слегка тормозится и отстает от В. Благодаря получаемой разности в числах оборотов возможно наматывание. При изменении диаметра намотки бегунок автоматически изменяет свое число оборотов и т. о. сохраняет постоянной длину наматываемой нити. На фиг. 5 это показано в плане. Натяжение нити Т можно разложить на две составляющих: Т<sub>2</sub> натягивает нить, а Т<sub>1</sub> дает движение бегунку. При увеличении диаметра Т<sub>1</sub> также увеличивается, и бегунок начинает вращаться скорее. При диаметре, равном 0, Т<sub>1</sub> будет равно 0, и движение тогда невозможно. Практически уже при определенном соотношении между диам. кольца и намотки нить обрывается. Этим объясняется необходимость надевания на веретено толстых шпулей. Ватерные В. работают при больших скоростях от 6 000 до 10 000 об/мин. и поэтому изготавливаются весьма тщательно. Обычно для них употребляется углеродистая марганцевая сталь, приготовленная как на кислом, так и на основном поду. Процентное содержание элементов может быть принято: 0,6—1,1% С; 0,2—0,3% Si; 0,5—0,7% Mn; 0,03—0,06% S; 0,03—0,06% P. Закалка веретено дается



Фиг. 5.



неравномерная по длине, наибольшая в пятке, где желательно иметь мартеновское строение, и наименьшая под блочком, где структура цементит-сорбитовая, близкая к перлиту. Принят. размеры 127—140—152 мм в зависимости от номера пряжи. Производительность одного В. для № 32—34 за 10 часов равна 100 г.

Крутильные ватерные В. конструктивно схожи с пряядильными. Отличие их лишь в более солидных размерах и тормозах, помощью которых работница останавливает веретена при обрыве нити.

В. мотальных машин выполняют только одну функцию перематывания. Веретена различны для основной и для уточной пряжи и кроме того в конструктивном отношении весьма разнообразны. Нить свободно сходит с початков, шпулей и мотовила и наматывается на деревянные катушки или картонные патрончики в крестовой мотке. Благодаря этому нет необходимости вводить механизмы для сохранения постоянства скорости нити: по мере роста диаметра растет и скорость схода нити. Правильность и форма намотки регулируется водком. Вращение веретена передается или через бочок или же фрикционом. Обычно эти В. снабжены остановом на случай обрыва нити; в некоторых конструкциях во время обрыва фрикционные диски разъединяются. В виду отсутствия крутки число оборотов мотальных В. значительно ниже пряядильных, б. ч. нить имеет скорость 80—300 м/мин.

Шерстопрядильные В. по своему устройству близки к хлопкопрядильным. В аппаратном прядении применяются преимущественно мольные В., которые можно разбить на три главные группы по длине: 480—465—445 мм, при толщ. стержня 9—9,5 мм. Форма шпинделя довольно сложная: по длине 12 мм (не считая конического острья), пяточка остается цилиндрической. Дальнейшая часть, высотой 25 мм, представляет тело вращения, у которого образующая—дуга окружности радиуса 100 мм. Нижняя часть стержня до бочка обычно цилиндрическая, а выше—слабо коническая и наконец верхняя веретена профилируется по сложной кривой. Диаметры бочков колеблются от 25 до 28 мм в зависимости от крутки пряжи. Конструктивно В. ничем не отличаются от обычного мольного В. Правда, в последнее время з-дом Гример и Фокерт предложена новая конструкция самосмазывающихся подшипников следующего устройства: вдоль каретки, у пяточек и у верхних подшипников, проходит корытца, наполненные маслом. Против каждого В. имеется фитиль, который и смазывает постоянно веретено. Масло наливается с концов машины. Практически до сих пор не выяснено, насколько может отразиться трение фитилей о веретено на потреблении энергии.

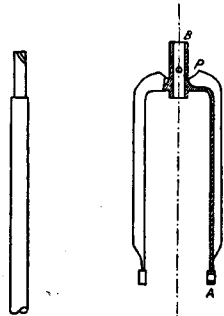
В камвольном прядении употребляются банкаброшные, мольные и ватерные В.

Банкаброшные В. имеют некоторое отличие от хлопкопрядильных. Во-первых, прессующая лапка отсутствует, и ровница проходит на катушку через круглый глазок в нижней части ветви рогульки; во-

вторых, катушка получает движение натяжением нити. В. имеет постоянную скорость и при вращении увлекает нитью катушку. Чтобы создать необходимую для намотки разность скоростей, под катушку подкладывают суконные кружки, которые тормозят катушку и заставляют ее несколько отставать от рогульки. По мере роста диаметра увеличивается вращающий момент от натяжения нити, и катушка получает большую скорость. Конструкция В. отличается солидностью. Число об/мин. обычно 150—900.

Ватерные В. в шерстопрядении встречаются трех след. типов: рогульчатые, кольцевые и колпачные.

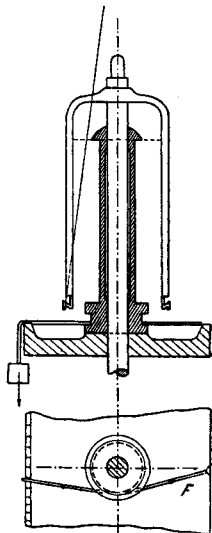
Рогульчатые В. работают, как и банкаброшные, и отличаются только значительно меньшими размерами; они употребляются для грубой шерсти. В колпачных В. роль бегунка выполняет железный колпак. Нить, проходя на шпулю, трется о кромку колпачка и затормаживается. Благодаря небольшому трению на ватерах этих возможно дать В. большее



Фиг. 6.

число об/мин. (до 4 000—5 000). Кольцевые веретена, применяемые для тонкой шерсти, принципиальных отличий от хлопкопрядильных не имеют.

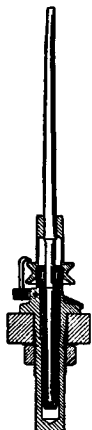
Льняные банкаброшные В. (фиг. 6) выполняются с незначительным изменением по типу хлопковых. Прессующая лапка отсутствует, и ровница проходит в глазок А. Обе ветви рогульки делают трубчатыми со слабо винтовой прорезью для завода ровницы. Горловой подшипник обычно бывает коротким, и для предохранения веретена от вибраций на часть В рогульки надевается специальная доска с отверстием, играющим роль верхнего подшипника. Для укрепления рогульки на верхней части В. имеется винтовая прорезь, куда заводятся пуговка Р рогульки. На фабриках применяются исклю-



Фиг. 7.

чительно В. с опережающей рогулькой. Перемена скорости катушки достигается помощью конических барабанчиков.

Ватерные льняные веретена делаются всегда рогульчатыми. Ветви рогульки сплошные, и нить переходит прямо в глазок (фиг. 7). Для получения торможения катушки устраивается специальный тормозной шнурок *F*. Во избежание износа втулочек верхних подшипников в некоторых конструкциях применяются конические шейки и втулки. По мере изнашивания подшипник опускается винтом, и веретено устанавливается на надлежащей высоте. Движение *V* передается шнурком от жестяного барабана на блок. В новых конструкциях вместо шнура употребляют ленту и помещают блок на линии подшипника, так что веретено разгружено от изгибающих усилий. Приведенное выше описание не охватывает всех *V*. В шелковом, льняном, вискозном и т. п. производствах применяются также веретена несколько других конструкций. Однако по принципам своей работы они не отличаются от приведенных выше.



Фиг. 8.

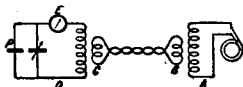
В виду того, что *V* работают при высоких числах оборотов и потребляют до 70% энергии, затрачиваемой на всю машину, заводы неоднократно пытались ввести конструкции на шариковых опорах. Однако такие конструкции не оправдали себя, и только лишь в последнее время появились веретена SKF Norma (фиг. 8), к-рые могут рассчитываться на широкое распространение. Веретена Norma обычно подвесного типа, имеют в верхней опоре роликовый подшипник. Достоинством этих *V*, помимо легкого хода, является расположение верхнего подшипника в плоскости действия шнура, что освобождает веретено от изгибающих усилий. Эти *V* в настоящее время испытываются в кабинете прикладной механики Моск. текст. института на нагревание, прочность и вибрацию. О вибрации *V* см. *Вибрации*.

Лит.: Таггарт В. С., Прядение хлопка, Москва, 1926; Чиликин Н. М., Лен и льнопряд. производство, М.—Л., 1926; Федоров С. А., Механическая технология волоконист. веществ, М., 1901; Жеглов, Ватерные веретена, Изв. О-ва для содействия науки и развитию мануф. пром., М., 1900—01; Кандрикс И. Я., Шерсть и ее обр., М., 1923—24; Johansson O., Handb. d. Baumwollspinnerei, Luz., 1902; Holtz O., Kraftbedarf von Ringspinneln, «Osterr. Woll.-Ind.», Berlin, 1898. И. Сабариков.

**ВЕРЕХА**, один из сортиментов жерднегого товара, из сосны или ели, имеющий 8—11 см в верхнем диам. при длине 10 м и более; употребляется для мачт на небольших судах, при сплачивании бревен и пр.

**ВЕРИГРАФ**, в е с о м е р, прибор для мгновенного, непрерывного и точного измерения веса движущейся полосы материала

(резина, бумага и т. п.); сконструирован Альбертом Алленом. Вериграф основан на способности электрического конденсатора менять емкость в зависимости от диэлектрических свойств вещества между пластинами. При-

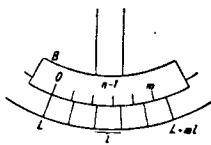


веденная схема поясняет принцип, на к-ром основано действие аппарата. *A*—генератор тока высокой частоты, *BC*—катушка (связи), *D*—настроенная цепь (контур), *E*—термогальванометр, *P*—конденсатор, между пластинами к-рого помещается испытуемая полоса резины, бумаги и т. п.

Лит.: «The Rubber Age», N. Y., 1927, v. 21, 10, p. 487, перевод помещен в журнале «Резиновая промышленность», 1928, 4.

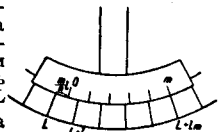
**ВЕРКЛЕЙ**, сырой свинец с примесью благородных металлов, получающийся в результате плавки свинцовых руд, содержащих эти металлы. *V* имеет сложный состав. Содержание свинца в *V* обычно 97,8—99%, серебра и золота 0,1—0,5%. Загрязняющие примеси в сумме составляют около 1—2% и подразделяются на 4 класса: 1) примеси, дающие с *Pb* твердый раствор, 2) дающие эвтектику, 3) дающие с *Pb* химич. соединения и 4) механически взвешенные в *Pb* и не сплавляющиеся с ним. Первый класс примесей равномерно распределен в *Pb*. Второй класс сконцентрирован в той части штыков, где остывание происходит позже всего. Присутствие примесей третьего класса зависит от растворимости химич. соединений в *Pb*. Примеси четвертого класса при охлаждении всплывают на поверхность *Pb*. Присутствие значительного числа примесей затрудняет образование верклея. Обработка верклея состоит из трех операций: 1) первого рафинирования, 2) обессеребряния, 3) второго, или окончательного, рафинирования. См. *Свинец*. В. Вайнгов.

**ВЕРНЬЕР**, н о н и у с, приспособление для уточнения отсчетов или прямолинейных или круговых масштабов (разделенных кругов). Для последних к кругу, разделенному на произвольные равные части длиной в  $l$  дуговых единиц, прилагает концентрич. дуга—*V*, равная  $n-1$  делений круга, но разделенная на  $n$  равных частей; нулевое деление *V* служит указателем отсчета круга. Каждое деление *V* на  $\frac{1}{n}$  короче делений круга: если нуль верньера (фиг. 1) совпадает с отсчетом  $L$  круга, то  $m$ -ое после нуля деление отстает на  $\frac{m}{n}l$  от отсчета  $L+ml$  круга. Если нуль *V* (фиг. 2) лежит между отсчетами  $L$  и  $L+l$  круга и деление  $m$  *V* совпадает с делением  $L+lm$  круга, то нуль *V* впереди отсчета  $L$  на  $\frac{m}{n}l$ ; отсчет круга равен  $L+\frac{m}{n}l$ . Мож-



Фиг. 1.

но брать дугу верньера равной  $n+1$  делений круга и делить ее на  $n$  частей; приемы отсчета те же, но цифрование делений *V* и круга идет в противоположные стороны. *V* позволяет отсчитывать круг с точностью до  $\frac{1}{n}$  доли величины  $l$ . Если ни одно деление *V* не совпадает с каким-либо делением круга,



Фиг. 2.

не совпадает с каким-либо делением круга,

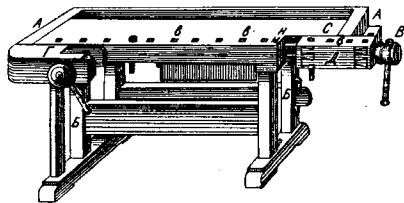
то, рассматривая ближайшие к совпадению тиски, можно оценивать доли величины  $\frac{1}{n}$ . Вернер изобрел Пьером Вернье (1580—1637 гг.); иногда изобретение неправомерно приписывают Педро Нуñezу (латинизированный Нониус). В. в применении к конденсаторам переменной емкости нашли весьма широкое распространение в радиотехнической аппаратуре.

Лит.: Шевцов А. Ф., «Радиолюбитель», Москва, 1922, 3. С. Назанов.

**ВЕРОНАЛ**, диэтилбарбитуровая кислота, белый, кристаллич. порошок,  $C_8H_{12}N_4O_4$  без запаха, горьковатого вкуса, легко возгоняющийся,  $t^{\circ}$  п. 191°. В. легко растворяется в горячей воде, эфире, ацетоне, спирте, трудно— в холодной воде и хлороформе; водный раствор обнаруживает слабо кислую реакцию (на лакмус). В технике В. получается действием мочевины на диэтиловый эфир диэтилмалоновой кислоты в присутствии алкоголята натрия. Применяется в медицине как спазмолитическое средство.

**ВЕРОНСКАЯ ЗЕМЛЯ**, зеленая земля, природная краска, состоящая из соединений закиси железа, кремнезема, глинозема, магнезии и окисей калия и натрия; добывается около Вероны в Италии, на о-ве Кипре и в нек-рых других местах. Цвет краски чаще зеленый, но встречаются сорта оливкового цвета и других оттенков. Применяется В. з. как клеевая и масляная краска; в смеси с желтой дает красивые оригинальные тона; кроющая способность большая. От времени цвет краски меняется вследствие окисления главной составной ее части — закиси железа в окись. Иногда под названием В. з. продают глину, подкрашенную анилиновыми или медными красками, что является конечно грубой фальсификацией.

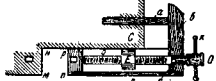
**ВЕРСТАК** столярный предназначен для закрепления обрабатываемых частей дерева в целях надежного удержания их при обработке. Наиболее ходовой у нас верстак



Фиг. 1.

состоит из подверстака *Б* (Фиг. 1), собранного из ряда связанных друг с другом брусков, и из верстачной доски *А* с задними или продольными тисками *В* и передними или поперечными *Г*. Устройство задних тисков показано на Фиг. 2. В вырезе *mnс* верстачной доски помещается коробка *Д*, направляемая пазами в стенке *С* и бруском *а*, связанным с отрезком *б* коробки. Прямолинейно-возвратное перемещение тиском сообщается при помощи винта *о*, который проходит через связанную с верстачной доской неподвижную гайку *Е* и

снабженного головкой *О* с рукояткой *к* для его вращения. Винт благодаря шейке *с* и направляющему ее штырю может только вращаться в коробке *Д*; продольно же он перемещается лишь вместе с нею, причем гнездо *м, н, р*, и либо упирается либо суживается, чем и производится зажим в этом гнезде предметов. Передние тиски верстака устроены проще. В них винт сам зажимает предмет, помещенный между его концом и передней гранью верстачной доски, причем, для



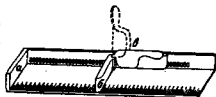
Фиг. 2.

устранения смятия обрабатываемого предмета винтом, между ним и предметом помещается передвигаемая в пазу прокладка. Упорам для зажимаемых задними тисками частей служат гребенки, вгоняемые в гнезда *в* (Фиг. 1) верстачной доски и задних тисков. Гребенки вгоняются в гнезда так, чтобы их головки располагались ниже поверхности обрабатываемой части. Если на верстаке приходится укреплять очень длинные части доски или бруски, то один их конец зажимается в передних тисках или упирается в гребенку вблизи этих тисков, а другой опирается на так назыв. козелок, несущий переставной по высоте упор. В задней части верстачной доски имеется желобок для помещения используемых во время работы инструментов, а над верстачной доской обычно устраивают ящик для хранения инструментов. Ширина верстачной доски бывает 50—70 см, а длина 140—200 см.

Лит.: Нетыкса М. А., Практич. курс столярного искусства, стр. 134—147, М., 1910; Песоцкий и Н., Обработка дерева, Л., 1925; его же, Столярное ремесло. М.—Л., 1927.

М. Дешевый.

**ВЕРСТАТНА**, прибор для производства ручного типографского набора, представляет собою полированную металлическую пластинку (б. ч. никелированную), длиной от 25 до 40 см и толщиной ок. 1 мм, согнутую вдоль под прямым углом так, что широкая сторона (дно) вмещает 10 строк шрифта «корпус» (4 см); высота узкой стороны—около 2 см. Формат набора определяется двумя перпендикулярными к узкой стороне угольниками и строго параллельными друг к другу стенками, из которых одна *а*



неподвижна, а другая *б* может быть закреплена на любом месте с помощью винта или рычажка *в*. На исправность этого последнего механизма должно быть обращено наибольшее внимание при выборе верстаки (стенка не должна отходить при закреплении набора). Новейшие *В*. (за границей) делаются с делениями по типографской системе и с зажимными приспособлениями при установке на определенный формат. Разновидности *В*. для особых видов типографского набора (корректорные и афишные—деревянные, табличные—металлические, с несколькими подвижными стенками) мало употребительны.

С. Михайлов.

**ВЕРСТНА**, заключительная и наиболее ответственная стадия типографского набора, состоящая в придании однообразного вида

книжных, журнальных или газетных страниц полосам (гранкам), обычно имеющим произвольное число строк. При В. оставляют необходимые проделы, а также вставляют в набор рисунки, надписи, примечания и т. п., после чего лишь книга или газета приобретает свойственный ей привычный для нас вид. В зависимости от характера издания верстка может быть обыкновенная книжная, газетная, одно-, двух- или многоколонная (словари, журналы), иллюстрационная и т. п. Во всех случаях (а в последних в особенности) верстка требует значительного художественного вкуса, умения и находчивости, почему и поручается только очень опытным наборщикам, прошедшим хорошую школу типографского дела, обычно называемым верстальщиками или метранпажами (от франц. *metteur en pages*).

Лит.: Бауер Ф., Книга как создание печатника, пер. с нем., М.—Л., 1926. С. Михайлов.

**ВЕРТИКАЛЬНЫЕ КОТЛЫ**, см. *Котлы паровые*.

**ВЕРТИКАЛЬНЫЕ ПАРОВЫЕ МАШИНЫ**, см. *Паровые машины*.

**ВЕРТИКАЛЬНЫЙ КРУГ**, инструмент для измерения углов, лежащих в вертикальной плоскости. Колонна, вращающаяся около вертикальной оси, несет горизонтальную ось вращения, с которой связаны визирная труба и точно разделенный круг. Отсчеты круга производятся при помощи *верньеров* (см.) или специальных *микроскопов* (см.).

Лит.: Ambronn L., Handbuch d. astr. Instrumentenkunde, В. 2, Berlin, 1900. С. Казаков.

**ВЕРФЬ**, место для постройки судов, спуска их на воду и ремонта. Обычно на В. строится лишь корпус судна с его оборудованием, главные же и вспомогательные механизмы доставляются на В. в готовом виде для установки на судно (на судостроительном з-де производится постройка судна в целом, т. е. корпуса и механизмов). В. располагается на берегу бухты или реки, имеющих достаточную водную площадь и глубину, необходимые для спуска и проводки строящихся судов. Помимо топографич. условий местности необходимо, чтобы В. была связана ж.-д. или водными путями с добывающими и обрабатывающими центрами страны, обеспечивающими В. дешевым строительным материалом и топливом, а также квалифицированной рабочей силой. Каждая судостроительная В. обычно предназначается для постройки судов однородных типов—например крупных военных и коммерч. судов, миноносцев, судов внутреннего плавания, самоходных и несамходных. В том случае, когда В. для постройки и ремонта военных судов находится в исключительном ведении морского ведомства, она называется адмиралтейством и имеет своей задачей, кроме постройки новых судов и их ремонта, обслуживать суда флота средствами снабжения.

В. для постройки судов должна иметь следующее оборудование. 1) Стапелы, т. е. площадки для постройки корпусов строящихся судов и спуска их на воду, со всем их оборудованием в виде спусковых и водных фундаментов, кранов, стрел и т. д. До настоящего времени, особенно в странах с холодным климатом, стапелы ус-

раивались закрытыми внутри каменных, деревянных или железных, достаточно хорошо застекленных эллингов; однако все увеличивающиеся размеры судов заставили в настоящее время перейти к открытым стапелам как более дешевому и удобному способу постройки. В зависимости от своего расположения относительно береговой линии стапелы бывают продольные, расположенные нормально к берегу, предназначенные для спуска судна кормой вперед, и поперечные—параллельные берегу, с которых судно спускается боком (лагом); последний вид стапелов весьма часто встречается на верфях для речных судов, особенно при сравнительно малой ширине реки. 2) Рабочий плавз, занимающий иногда очень значительную площадь, на полу которого, закрашенном в черный цвет, прочерчивают мелом в натуральную величину обводы строящегося судна для изготовления по ним необходимых шаблонов. 3) Судостроительная мастерская, оборудованная кранами и разного рода станками, необходимыми для производства работ по холодной обработке отдельных частей корпуса судна, а именно: станками для обрезки листов, строгальными, вальцовочными, для отгибания фланцев, для проколки дыр в листах и угольниках, сверлильными и др.; отдельно расположенными калильными печами и при них чугунными плитами для обработки листовой и сортовой стали в горячем состоянии; кузница с горнами, вагранками и небольшими паровыми молотами для производства легких судостроительных работ. 4) Сборочный плавз, где изготовленные в судостроительной мастерской и кузнице отдельные части корпуса собираются перед их установкой на стапеле. 5) Деревообделочная мастерская для производства плотничных и столярных работ на судне, при к-рой обычно имеется отделение для изготовления моделей штевной, рулей, кронштейнов, клюзов и пр. для отсылки их на механич. з-ды, а также моделей судов в малом масштабе для разбивки на них пазов и стыков обшивки палуб и пр. 6) Мастерские вспомогательного значения: слесарно-сборочная для подделки и сборки мелких частей оборудования судна, цинковальная, медническая, котельная, малярная, такелажная, парусная, блоковая, фанерная, купорная и др. 7) Шлюпочная мастерская, лесопильный завод, лесосушилка и канатный завод. 8) Для хранения строительных материалов и топлива склады леса, стали, угля и проч., а также магазины для хранения малых механизмов, изделий и снабжения. 9) Силовая станция, паровая или тепловая, для снабжения установок энергией и для подачи сжатого воздуха для пневматических инструментов, имеющих большое применение в судостроении. Верфь должна иметь водоснабжение, канализацию и противопожарные средства в виде стационарных устройств и пожарных судов. Оборудование В. дополняется целесообразно развитой системой рельсовых путей с вагонетками и кранами для переброски материалов и изделий со склада в мастерские, а из них уже на стапель. Обычно достройка

спущенных судов производится также на В., а потому д. б. целесообразно оборудованная подъездными путями и краями береговая линия стоянки судов и так наз. бассейны для постройки судов. Береговая линия м. б. очень полезной для доставки на верфь водой топлива, основных строительных материалов и т. д. Расположение складов, мастерских, стапелей, плаза и других учреждений В. должно удовлетворять всем требованиям рационализации производства в смысле наименьшего прогега материалов и изделий; этим же требованиям должно удовлетворять размещение станков и других механизмов в мастерских и на стапеле. В этом отношении многие современные В. стремятся к фабричному методу постройки судов (сериями) по возможности при малом числе типов, а также к стандартизации отдельных деталей корпуса судна и его оборудования.

Техническое бюро В., с его обширными и светлыми чертежными, светокопировальной или литографической мастерской, архивом чертежей и библиотекой, размещается в непосредственной близости от разбивочного плаза, стапелей и мастерских. Весьма часто в одном с ним здании находится заводоуправление, приемный покой, охрана верфи и т. д.

Забота о целесообразном использовании рабочей силы является мотивом для устройства дешевых столовых и мест для разумного отдыха на территории В.; точно так же в целях привлечения и сохранения основного кадра квалифицированных рабочих и техников при В., удаленных от населенных центров, устраиваются рабочие поселки.

В., на к-рых должен производиться более или менее значительный ремонт судов, обладают кроме ремонтных мастерских соответствующими сухими и пловучими доками (см. Док), устройствами для подъема судов на берег (слипы и мортюны элинги), пловучими краями и т. д. Для производства приемных испытаний построен судов вблизи верфи должно иметься специально оборудованное и огражденное вежами водное пространство, так наз. «мерная миля», защищенное по возможности от ветра и течения. На наиболее крупных иностранных верфях имеются специальные бассейны для испытания сопротивления воды движению моделей строящихся судов.

При современном развитии судостроительной промышленности общая площадь В., несмотря на наиболее компактное и удобное размещение стапелей и мастерских, достигает значительных размеров, особенно, если прибавить водную площадь, непосредственно примыкающую к В. и предназначенную для ее надобностей. Чистый тип судостроительной В. в настоящее время встречается сравнительно редко, преимущественно в мелком судостроении внутренних бассейнов страны с преобладанием судов непарового флота. Помимо В. чисто кустарного характера для постройки приморских каботажных и промысловых морских деревянных судов, а также речных непаровых деревянных баржей, можно указать на крупные В. в СССР: б. Адмиралтейский з-д (ныне

судостроит. з-д им. Марти), Северная судостроит. верфь в Ленинграде, судостроит. з-д в Сенапостоле, б. з-д Русского об-ва парох. и торг. в Одессе. Остальные з-ды, как морские (Балтийский и Невский в Ленинграде, судостроит. з-ды в Николаеве), так и речные (Сормовский, Коломенский и др.), связаны с машиностроением. За границей имеется много полных заводов, но есть и В., на которых строятся только корпуса, а механизмы для них изготовляются на отдельных заводах. См. *Судостроительные заводы*.

Лит.: Дмитриев Н. И. и Колычев В. В., Судостр. заводы и судостроение в России и за границей, СИБ, 1909; Schwarz T. und v. H a l l e E., Die Schiffbauindustrie in Deutschland und im Auslande, В. 1, 2, Berlin, 1902; Jahrbuch d. Schiffbautechnischen Gesellschaft, В., 1918—27; «G», 1917—27; «The Shipbuilder a. Shipping Record», L.; «Werft, Reederei, Hafen», Berlin, «Schiffbau», Berlin.

**ВЕРХНЕЕ СТРОЕНИЕ** пути имеет своим назначением принимать на себя воздействия подвижного состава и передавать их вниз — на земляное полотно и искусственные сооружения (мосты, эстакады и т. п.).

### 1. Верхнее строение жел.-дор. пути.

В. с. жел.-дор. пути состоит из 1) балласта, 2) шпал и 3) рельсов со скреплениями. Рассматриваемые вместе, земляное полотно и искусственные сооружения, в противоположность В. с., носят общее название *нижнего строения* (см.) пути.

1. **Балласт.** О его значении как составной части В. с. и о его классификации см. *Балласт железных дорог*.

2. **Шпалы.** Давление колес подвижного состава на рельсы не может достаточно надежно восприниматься непосредственно балластом, а потому все попытки создать тип В. с. без промежуточного элемента между рельсами и балластом не увенчались успехом. В качестве такого передаточного элемента прежде применялись отдельные под каждым рельсом опоры (каменные или металлические), затем продольные лежни (деревянные) и, наконец, общие под оба рельса поперечины. Практика жел.-дор. дела показала, что последний тип В. с. по сравнению с другими имеет неоспоримые преимущества, главнейшие из которых следующие. При устройстве колеи на отдельных опорах и на лежнях поддержание рельсовых ниток в требуемом положении как по высоте, так и по расстоянию между ними более затруднительно; создаются также затруднения при столь часто встречающейся на практике нужде в поперечных перемещениях (сдвигках) колеи. При укладке пути на продольные лежни балласт под последним вследствие подбивок и переработки настолько измельчается и уплотняется, что становится в короткий срок непроницаемым для воды, которая задерживается в середине колеи и затрудняет поддержание ее в исправности. Колея, устроенная на шпалах, лишена указанных недостатков, почему в настоящее время шпалы почти исключительно и применяются на ж. д. Назначение шпал в верхнем строении: 1) принимать на себя давления от рельсов, 2) передавать эти давления балластному слою и 3) служить для рельсов колеи жел.-дорожн. пути прочной взаимной связью и удобным местом прикрепления их.

А. Материал и размеры шпал. В практике ж. д. известно применение шпал деревянных, металл., железобетонных и составных из железа и дерева, причем в подавляющей степени преобладают деревянные шпалы. В частности на дорогах сети СССР применяются исключительно деревянные шпалы, шпалы же прочих родов укладываются лишь на опытных участках в целях определения их технич. и экономич. ценности. На наших магистральных ж. д. нормального типа (с колеи в 1 524 мм) длина шпал для главных путей установлена в 2,70 м. На магистралях облегченного типа, подъездных, а равно и станционных путей нормальная длина шпал—2,50 м. Отступления от установленной длины допускаются в каждую сторону не более 0,05 м, причем число укороченных шпал не должно превышать 5% от общего количества укладываемых шпал. Деревянные шпалы допускаются у нас дубовые, сосновые, лиственничные, буковые, кедровые, пихтовые и еловые, причем на главных путях магистральных ж. д. пихтовые и еловые шпалы—в количестве не более 10% от числа всех лежащих на указанных путях шпал. Нормальные типы шпал для дорог различных категорий и путей разного назначения, а равно расчетные данные элементов поперечных сечений этих шпал, соответствующие минимальным значениям *W* и *I*, указаны в табл. 1 и 2 и на фиг. 1 (размеры на фиг. даны в мм).

Табл. 1.—Размеры нормальных шпал на ж. д. СССР.

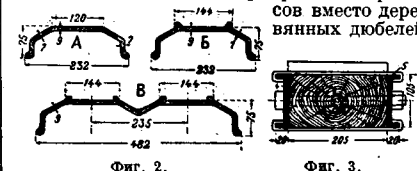
Типы шпал	Толщина шпал	Ширина верхней постели	Ширина нижней постели	Наименование дорог и путей, на к-рых применяются указанные типы шпал	
					в см., не менее:
Брусковые	I	15,5	15,0	25,5	Гл. пути магистральных ж. д. норм. типа
	III	14,5	13,0	23,5	Для дубовых шпал—гл. пути магистральных ж. д. нормального типа, для прочих—гл. пути магистр. ж. д. облегч. типа и подъездн. пути
	V	13,5	11,0	22,0	Станционные пути
Пластинные	II	13,5	15,0	31,0	Гл. пути магистральных ж. д. норм. типа
	IV	13	12,5	29,0	Для дубовых шпал—гл. пути магистральных ж. д. норм. типа, для прочих—гл. пути магистр. ж. д. облегч. типа и подъездные пути
	VI	12,5	10,0	27,0	Станционные пути

Табл. 2.—Расчетные размеры (в см) элементов поперечных сечений разных типов шпал (IV и I—по отношению к горизонтальной оси п. т.).

Типы шпал	Толщина шпал	Ширина верхней постели	Ширина нижней постели	Площадь сечения в см <sup>2</sup>	Момент инерции в см <sup>4</sup>	Момент сопротив. в см <sup>3</sup>	
							h
Брусковые	I	15,5	15,0	25,6	378,9	7 011	848
	III	14,5	13,0	23,8	323,6	5 208	670
	V	13,5	11,0	21,96	274,8	3 816	524
Пластинные	II	13,5	15,24	31,0	356,8	5 027	682
	IV	13,0	12,84	29,0	317,3	4 069	573
	VI	12,5	10,2	27,0	279,4	3 284	473

Металлич. поперечины наибольшее распространение получили на дорогах Германии и Швейцарии. Однако и там деревянные шпалы все время успешно с ними конкурируют, а за последние годы даже получают явное предпочтение. Сечения наиболее употребительных типов металлических поперечин длиной в 2 700 мм приведены на фиг. 2. Тип А применяется как на стыках, так и в промежутках между стыками; тип Б—только как промежуточные; тип В—только как стыковые. Железобетонные шпалы получили наибольшее распространение на итальянских железных дорогах. Для прикрепления рельсов в тело шпалы закладывают дюбели из дерева крепких пород. За последнее время известно также применение асбестовых шпал системы Воле, в которых для прикрепления рельсов вместо деревянных дюбелей

делают опорные рельсовые площадки из асбестона (цементный раствор, смешанный с асбестом), допускающего ввертывание шурупов. На фиг. 3 представлена составная железо-деревянная шпала системы Мишель. Она состоит из двух швеллеров, между



Фиг. 2.

Фиг. 3.

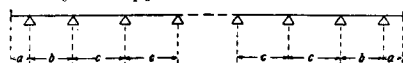
делают опорные рельсовые площадки из асбестона (цементный раствор, смешанный с асбестом), допускающего ввертывание шурупов. На фиг. 3 представлена составная железо-деревянная шпала системы Мишель. Она состоит из двух швеллеров, между

которыми по концам зажаты болтами деревянные бруски, служащие для прикрепления рельсов и для передачи давлений от них балласту. Кроме болтов взаимная связь между швеллерами поддерживается при помощи хомутов из полосового железа, скрепляющих сверху и внизу горизонтальные полки швеллеров.

Б. Сравнительная оценка различных родов шпал. Общий характер составных шпал еще не вполне определен в виду сравнительно малого распространения их на жел. дор. Наиболее значительное применение они нашли пока лишь на дорогах второстепенного значения во Франции. Железобетонные шпалы изучены значительно полнее, и отзывы о них в различных странах установились более или менее определенные. Высокая заготовительная стоимость железобетонных шпал могла бы экономически оправдаться лишь при соответственно большом сроке службы их. Между тем практика показывает, что повреждения этого рода шпал, в виде волосных трещин и отколов наружных поверхностей, доводящие их до негодности, начинаются вскоре после укладки в путь. Ценность же снятых с пути за негодностью железобетонных шпал ничтожна. Поэтому экономическое применение железобетонных шпал может иметь место лишь в странах, где металл. или деревянные шпалы обходятся еще дороже. С технич. стороны железобетонные шпалы в нормальных условиях никаких преимуществ не имеют, представляя своей большой тяжестью неудобства для работ. На последних ж.-д. международных конгрессах—в Риме в 1920 году и в Лондоне в 1925 году—общее заключение о целесообразности применения железобетонных шпал на ж. д. было отрицательное. Что касается сравнения металл. и деревянных шпал, то не подлежит сомнению, что как первые, так и вторые дают полную технич. возможность к устройству такого В. с., к-рое вполне отвечает наиболее высоким современным требованиям движения. К недостаткам металл. шпал нужно отнести: 1) невозможность применять их на балластах плохого качества (песчаных) и на угольных шлаках; в противоположность деревянным шпалам железные требуют обязательного применения щебеночного или гравелистого балласта из камня твердых, не выветривающихся пород, не оказывающих к тому же химич. влияния на железо; 2) невозможность применять их на пучинах; 3) вследствие сильного ржавления укладка их нецелесообразна в сырых тоннелях; 4) укладка их невозможна на участках, где в целях сигнализации применяются в рельсовых нитках колеи электрич. токи; 5) путь на металл. шпалах электрич. более жесткий, чем на деревянных, что вредно отражается как на состоянии колеи, так и на подвижном составе. Технич. преимуществами металл. шпал являются: 1) способность в большей мере обеспечивать ширину колеи и противодействовать боковым ее смещениям под влиянием движения поездов; благодаря этому нек-рые заграничные дороги, совершенно не применяющие металл. шпалы, поперечин на перегонах, укла-

дывают их на стрелочных переводах, где боковые воздействия подвижного состава сказываются наиболее сильно; 2) при разборке В. с. в целях перекладки его, в металл. шпалах не страдают дыры, служащие для прикрепления рельсов, т. к. устройство их одинаково для прямых и кривых частей пути; в деревянных шпалах такие повреждения дыр являются неизбежными. В общем технич. оценка склоняется в пользу деревянных шпал, и вопрос о применении того или другого рода шпал практически разрешается на основании экономич. соображений. Для СССР, изобилующего лесными богатствами, единственно рациональными д. б. признаны деревянные шпалы.

В. Распределение шпал под рельсовым звеном. Шпалы под рельсовым звеном располагают не на равных расстояниях по длине рельса, а несколько сближают подле стыков для того, чтобы неизбежно получающиеся на стыках удары колес подвижного состава встречали здесь большую опору на сближенных шпалах,



Эпюра расположения шпал.

чем в середине звена, где поезд оказывает меньшее воздействие на В. с. При принятии у нас длин рельсов эпюры распределения шпал на звене, при различных количествах их, установлены согласно табл. 3.

Табл. 3.—Распределение шпал под рельсами разных длин.

Длина рельсов в м.	Количество шпал		Расстояние см	
	на звено	на км	b	c
15	23	1 533	55	67
15	22	1 467	60	70
15	21	1 400	59	74
15	20	1 333	62	78
15	19	1 267	61	83
15	18	1 200	65	88
12,5	19	1 520	56	68
12,5	18	1 440	60	72
12,5	17	1 360	59	77
12,5	16	1 280	60,5	88
12,5	15	1 200	66	89
10	16	1 600	52,5	65
10	15	1 500	61	69
10	14	1 400	62,5	75
10	13	1 300	60	83
10	12	1 200	70	90

a равно 25 см для рельсов любой длины.

Применение большего или меньшего числа шпал на звене зависит от тех условий движения, к-рым данное В. с. должно соответствовать. Несомненно, что увеличение числа шпал на звене является одной из мер по усилению В. с., но сближение шпал имеет свои пределы, обусловленные удобством подбивки их: при ручной подбивке просвет между шпалами должен быть не менее 300 мм, что дает минимальное расстояние между осями шпал около 500—550 мм.

О производстве и об условиях приемки шпал—см. Шпалы.

Г. Срок службы деревянных шпал и меры по удлинению его. Деревян. шпалы в непританном состоянии

имеют сравнительно короткий срок службы: подвергаясь переменному влиянию сырости, они быстро загнивают и приходят в негодность. Средними сроками службы пропитанных шпал в СССР считаются:

Для основных шпал . . . . .	5—6 лет
• дубовых . . . . .	9—10 "
• еловых и пихт. шпал . . . . .	3 года
• недубовых . . . . .	3—4 "
• лиственничных . . . . .	7—8 лет
• буковых . . . . .	2—3 года

Пропитка увеличивает срок службы шпал (сосновых—до 12 лет, а буковых—даже до 15—17 лет). Поэтому пропитка шпал уже давно признана ж. д. как обязательная мера; благодаря этому деревянные шпалы получили возможность успешно конкурировать с металлическими и железобетонными. Наиболее распространенными антисептиками у нас служат хлористый цинк и креозот. Но шпалы приходят в негодность также в результате механич. износа, который режет всего сказывается в разработке костыльных и шурупных дыр, во вдавлении подошвы рельсов (на пути без подкладок) или подкладок в верхнюю постель шпал и наконец в продольном раскалывании шпал по костыльным дырам. Характер и размер этого износа зависит от типа В. с.: износ верхней постели шпал получается по размерам тем меньше, а по характеру тем более охватнее, чем на большей площади применяются подкладки и чем совершеннее осуществлено прикрепление рельса к шпале. Пропитывающие составы (антисептики) обыкновенно проникают в дерево неглубоко—лишь в поверхностные слои; всякое же глубокое повреждение шпал открывает доступ влаге в непропитанные слои древесины, после чего износ шпал становится особенно усиленным. Для обеспечения шпалам возможно долгого срока службы нужны меры против наружных их повреждений при работах. Подрубка шпал при зимнем ремонте не должна допускаться. Зарубку шпал для подуклонки должно производить по преимуществу на механич. станках перед пропиткой. Для устранения порчи шпал от растрескивания следует принимать меры по отношению не только шпал, уже треснувших, но и шпал, обнаруживших стремление к растрескиванию. Для предупреждения образования трещин в шпалах рекомендуется их торцы заливать известковым молоком или забивать мелом, загрунтовывать каким-либо



Фиг. 4.

масляным антисептиком или смазывать смесью глины с известью, наконец забивать в торцы железные скобы. Против смтия верхних постелей и разработки костыльных дыр на магистральных линиях и главных путях необходимо укладывать подкладки на всех шпалах. При этом разрешается в прямых частях пути вместо железных укладывать на промежуточных шпалах деревянные пропитанные подкладки (карточки) из твердых пород леса толщиной в 6 мм и шириной не

более подошвы рельса. Против износа рельсовых гнезд применяют специальные втулки (дубели) из дерева твердых пород, вставляемые в новые шпалы ранее укладки их в путь. На фиг. 4 показаны образцы таких втулок для костыльного и шурупного прикреплений. Полезное действие этих втулок состоит в том, что твердое дерево (дуб, бук и другие) держит костыли или шурупы гораздо крепче и тем самым предохраняет дыры от износа, давление же от самих втулок на более мягкое дерево шпал, передаваясь по гораздо большей площади, становится уже для них безопасным.

**3. Рельсы и скрепления.** Назначение рельсов в В. с.—принимать на себя давления от колес подвижного состава и передавать эти давления шпалам. Скрепления должны: 1) прочно связывать отдельные рельсы в непрерывные рельсовые нитки любой длины (накладки, болты, пружинящие шайбы) и 2) надежно соединять рельсовые нитки со шпалами (костыли, шурупы, подкладки).

О материале рельсов, производстве их и условиях приемки—см. Рельсы.

А. Поперечное сечение рельсов. На ж. д. широко применяются рельсы двух резко различающихся форм: 1) двуголовые (Стефенсона) и 2) широкоподошвенные (Виньоля). Двуголовые рельсы являются господствующим типом на английских дорогах и частично применяются во Франции, Австрии и Германии. Виньолевский тип рельса



Фиг. 5.

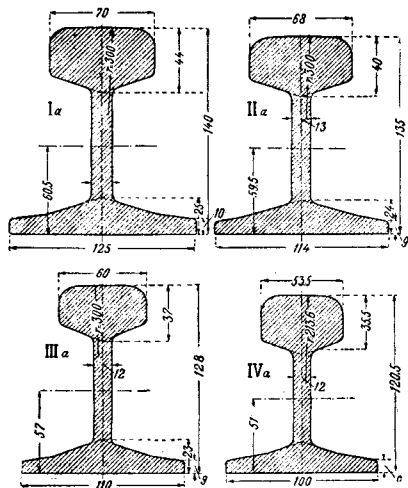
применяется на всех дорогах СССР, Америки и на большинстве дорог Зап. Европы. Существенная разница указанных типов рельсов состоит в том, что виньолевский рельс допускает более простое и дешевое прикрепление непосредственно к поперечникам, как это видно из фиг. 5, между тем как прикрепление двуголового рельса требует обязательного применения специального, сравнительно дорого стоящего стула, представленного на фиг. 6. С другой стороны, В. с. на двуголовом рельсе является более прочным в отношении поперечных сил, действующих на колесо. Что касается самих рельсов, то обе формы, при одной и той же затрате материала, дают приблизительно равные по сопротивлению рельсы. Необходимо отметить, что первоначальная идея Стефенсона—перекладывать в опорном стуле двуголовый рельс, после износа одной его головки, вверх другой головкой для получения ровной поверхности катания—на практике не оправдалась: за время работы рельса, одновременно с износом рабочей головки, изнашиваются также места на нижней головке, которыми он опирается на стулья, и настолько, что нижняя сторона становится непригодной для езды по ней. Поэтому в последнее время отказались от прокатки вполне симметричных профилей двуголовых рельсов и придают нижней головке меньшую высоту.



Фиг. 6.



чем верхней, рабочей, головке. Во всяком случае В. с. с двугловым рельсом не представляется, по данным многократно производившихся в Европе специальных сравнительных опытов, таких преимуществ, которые могли бы побудить страны, применяющие рельсы Виньоля, отказаться от него. На фиг. 7



Фиг. 7.

указаны поперечные сечения нормальных типов рельсов, Ia, IIa, IIIa и IVa, применяемых на наших дорогах (размеры — в мм), а в табл. 4 приведены основные размеры

Табл. 4.—Основные размеры и вес нормальных типов рельсов (I и W—по отношению к горизонтальной оси п. т.).

Тип рельсов	Разряды дорог	Шир. подошвы	Толщ. шейки	Шир. головки	Высота	Площ. сечен. ω	Вес п. м q	Мом. инерции I	Мом. сопротивл. W	Показатель выгодности профиля	
										$\frac{I}{q}$	$\frac{W}{q}$
миллиметры											
Ia	Магистраль I разряда, с курьерскими поездками . . . . .	125	14	70	140	55,64	43,57	1476	210	33,9	4,8
IIa	Магистраль II разр. . . . .	114	13	68	135	46,06	38,42	1232	183	31,8	4,7
IIIa	« . . . . .	110	12	60	128	42,76	33,48	968	147	28,9	4,4
IVa	Дорога местного значения . . . . .	100	12	53,5	120,5	39,44	30,89	751	123	24,3	4,0

рельсов, вес их и распределение по разрядам дорог. Приведенные в этой таблице отношения к весу п. м рельса момента инерции поперечного сечения  $\frac{I}{q}$  и момента сопротивления  $\frac{W}{q}$  носят название показателей

выгодности профиля рельса. Если при проектировании профиля рельса учтены все основные конструктивные соображения, касающиеся взаимодействий между колесами подвижного состава и путем, то показатели определяют

степень рациональности размещения материала по отдельным элементам сечения—головке, шейке и подошве. Необходимо оговориться, что по сравнению с заграничными дорогами, особенно американскими, вес установленных в СССР нормальных типов рельсов сильно отстает. В Америке применяют рельсы весом до 70 кг на п. м, что объясняется более значительными нагрузками подвижного состава. Что касается точности выполнения при прокатке заданного чертежом профиля рельса, то на этот счет в СССР установлены следующие допуски:

• В ширине подошвы . . . . .	$\pm 1$ мм
• толщине шейки . . . . .	$+0,75$ — $-0,5$ »
• ширине головки и высоте рельса . . . . .	$\pm 0,5$ мм
• прочих измерениях . . . . .	$\pm 0,25$ »

Фактич. вес рельсов должен отличаться от расчетного, определенного по точной площади сечения рельса при уд. в. стали 7,83, не свыше чем на 1% в сторону недоваеса. Перевес допускается в любом размере, если рельсы вполне удовлетворяют всем прочим условиям приемки.

Б. Длина рельсов. Так как стыки рельсов в пути представляют во всех отношениях явление отрицательное, то в целях уменьшения числа их ж. д. применяют рельсы все большей длины. По мере удлинения рельсов уменьшается потребность в накладках и болтах, а вместе с тем В. с. приобретает большую сопротивляемость действующим на него силам подвижного состава, так как каждое отдельное звено лучше сопротивляется ударам и сдвигам. Нормальные длины рельсов, установленные для наших дорог: 15, 12,5 и 10 м. При установлении длины рельсов необходимо считаться с наибольшей величиной стыковых зазоров. Если обозначить через  $l$  длину рельса в м,

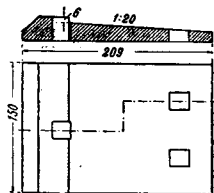
через  $t_1$ ,  $t_2$  и  $t$  температуры рельса—максимальную, минимальную и при работе по укладке рельсов, через  $\delta_1$  и  $\delta$ —наибольший стыковой зазор и необходимый зазор при укладке пути в мм, то будем иметь:

$$\delta_1 = (t_1 - t_2) \frac{l}{85}; \quad \delta = (t_1 - t) \frac{l}{85}.$$

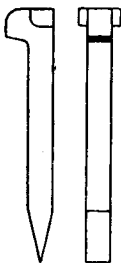
Если далее принять, что наибольшая амплитуда колебания температуры  $(t_1 - t_2)$  составляет 85°, то  $\delta_1$  в мм будет равна длине рельса в м. Необходимо однако учесть еще, что стыковой зазор при укладке пути требуется не

только для свободного удлинения рельсов при повышении температуры, но и для выравнивания перекосов в стыках, получающихся в колее на закруглениях вследствие применения на внутренней нитке укороченных рельсов. Необходимый запас в зазоре для указанной цели составляет около 5 мм. Т. о. наибольший зазор при 15-м рельсах может достигнуть величины  $\delta_1 + 5 = 15 + 5 = 20$  мм. Допущение в колее зазоров свыше 20 мм во всяком случае нежелательно в виду тех расстройств, к-рые вызывают удары колес на таких стыках как в пути, так и в подвижном составе. Поэтому применение рельсов длиной свыше 15 м встречается в указанном отношении препятствие, так как при недостаточной величине стыковых зазоров вследствие удлинений рельсов от нагревания могут возникнуть в колее усилия, способные вызвать внезапное искривление пути в плане, опасное для движения поездов. Укороченные рельсы для укладки на внутренней нитке кривых изготавливаются у нас двух сортов: 1) с укорочением на 40 мм и 2) с укорочением на 80 мм. Первые применяются на пологих кривых, вторые — на более крутых. Однако в вопросе о необходимости устанавливать величину стыковых зазоров, вполне достаточную для свободного удлинения рельсов при нагревании их, в последнее время среди железнодорожников нет прежнего единодушия. Устанавливается, наоборот, мнение, что при отсутствии продольного угона в колее появление в рельсах нек-рых сжимающих усилий вследствие  $t^{\circ}$ -ных удлинений м. б. допущено безопасно для пути, если только тип В. с. соответственно приспособлен к поглощению этих усилий. Такой взгляд находит подтверждение в производящихся за последнее время в разных странах опытах укладки специальной длины звеньев (до 30 м) без соответственного увеличения стыковых зазоров и в сварке стыков на протяжении свыше 100 м.

В. Прикрепление рельсов к шпалам. Непосредственное прикрепление рельса к шпале, показанное на фиг. 5, на магистральных линиях в настоящее время не допускается. По действующим на наших дорогах правилам, рель-



Фиг. 8.



Фиг. 9.

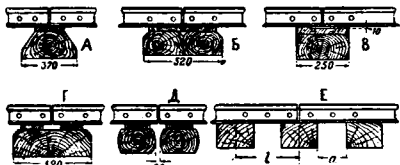
сы на главных и пассажирских путях должны укладываться по сплошным подкладкам на всех поперечинах. На фиг. 8 представлена подкладка для рельсов типа Ia; подкладки для других нормальных типов рельсов (IIa, IIIa и IVa) отличаются только размерами длины и высоты. Полезное значение подкладки в верхнем строении за-

ключается в том, что: 1) давление от рельса передается на верхнюю постель шпалы по значительно большей площади, чем непосредственно от подошвы рельса; 2) для придания рельсу подуклонки не требуется зарубать шпалу; 3) поперечные давления подвижного состава на рельс воспринимаются сразу всеми тремя костылями, причем опрокидыванию рельса наружу колес противодействуют на каждой шпале два внутренних костыля. Костыль для рельсов нормальных типов представлен на фиг. 9.

Отрицательной стороной нашей конструкции прикрепления рельсов является то, что костыли в одно и то же время должны выполнять работу как по соединению подкладки со шпалой, так и по соединению рельса с подкладкой. Практика показывает, что такого рода работа непосильна костылям, почему они сравнительно быстро расшатываются и разрабатывают свои гнезда в шпалах. В. с. сильно выигрывает в устойчивости и долговечности составных частей, когда в его конструкции соединение подкладки со шпалами и рельса с подкладками обособлено и выполняется различ. элементами. Отчасти указанный принцип обособления проведен в подкладке, представленной на фиг. 10. Прикрепление рельса к подкладке достигается здесь с наружной стороны подошвы при помощи лапы, а с внутренней стороны — при помощи прижимной пластинки и шурупа. Подкладка скреплена со шпалой при помощи двух особых



Фиг. 10.

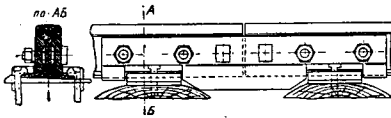


Фиг. 11.

шурупов снаружи колеи, а внутри держится на том же рельсовом шурупе. Полностью обособление креплений рельсов, подкладки и шпал проведено в конструкции нидерландских дорог, где прокладка прикрепляется в шпале четырьмя шурупами; независимо от них рельс прижимается к подкладке при помощи пластинок двумя закладными болтами с пружинящими кольцами.

Г. Рельсовый стык. На ж. д. рельсовые стыки применяются трех различных типов (фиг. 11): 1) стык на шпале (А — на одной шпале, Б — на двух связанных шпалах), 2) стык на весу (В — на одиночной шпале, Г — на двойной шпале, Д — на двух сближенных шпалах) и 3) стык американский, или трехшпальный (Е). Первоначально на заграничных, а равно и на наших дорогах применялся исключительно стык на шпале. В дальнейшем (ок. 1880 г.) дороги резко перешли к устройству стыков на весу, признав за ними преимущества более плавного прохода подвижного состава и лучшей сохранности рельсов. В последнее время многие

дороги опять возвращаются к стыку на шпале с концами рельсов на весу, стараясь совместить в нем выгодные стороны 1 и 2 типов. По роду примыкания концов смежных рельсов стыки называются: а) тупыми, если концы рельсов обрезаны нормально к продольной оси их; б) косыми, если концы рельсов обрезаны под углом в  $45^\circ$ ; в) внахлестку, если рельсы соединены между собой по продольным плоскостям для устранения сквозного поперечного прозора; г) лапчатыми, если соединение происходит по кривым поверхностям. Наиболее распространенным на железных дорогах родом стыка является тупой. На наших дорогах применяются исключительно тупые стыки. Наконец по системе своей, различаются стыки обыкновенные, имеющие отдельные подкладки на каждой шпале, и мостовые, с одной общей подкладкой на двух шпалах. На фиг. 12 представлен наш стык из рельсов нормальных типов. По типу—это обыкновенный тупой стык на весу, с фартуковыми накладками. Передача усилий, возникающих под действием колес подвижного состава на одной стороне стыка, на другую сторону происходит через накладки. Последние, будучи стянуты болтами, работают как тупые клинья, упираясь своими скошенными плоскостями (губами) в соответствующие плоскости рельса под головкой и над подошвой. Для

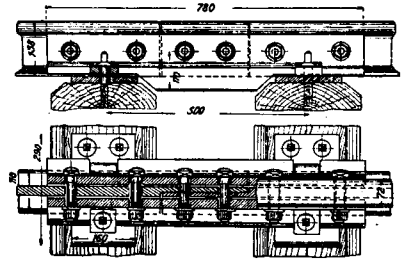


Фиг. 12.

того, чтобы усилия передавались от рельса накладкам без ударов (упруго), под гайки болтов ставятся пружинящие кольца. По мере износа болты необходимо периодически подтягивать, однако не чрезмерно, чтобы не утратилась возможность перемещений рельса между накладками, вызываемых температурными изменениями. Вследствие износа соприкасающихся плоскостей между накладками и рельсом будут постепенно уменьшаться прозоры, находящиеся между шейкой и внутренними вертикальными гранями накладок. С полным исчезновением этих прозоров полезное действие накладок прекращается, и стык начинает быстро расстраиваться. Стык на весу внахлестку представлен на фиг. 13 (размеры—в мм). Являясь наиболее сложным и ответственным элементом В. с., рельсовый стык естественно служит предметом особенно настойчивых исканий со стороны ж.-д. техников. Именно этим и объясняются большое разнообразие применяемых на дорогах типов и систем стыков и частая замена их новыми, а иногда и возврат к старым, в прошлом уже отвергнутым. Необходимо признать, что и до сих пор стык является в колее наиболее слабым местом, с которого начинается расстройство В. с. Наряду с экономическими соображениями обстоятельство это заставляет стремиться к возможному уменьшению числа стыков путем увеличения длины звеньев и

даже к совершенному устранению стыков путем сварки рельсов.

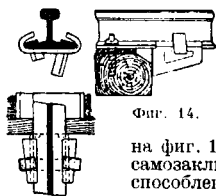
Д. Противугонные приспособления. Под действием поездов в колее появляются продольные горизонтальные усилия, вызывающие сдвиги рельсов вдоль пути. Усилия эти сказываются особенно резко на крутых уклонах и угоняют рельсы вниз по скату. На двухпутных линиях с направлением движения в одну лишь сторону



Фиг. 13.

явления угона сказываются реже, чем на однопутных линиях со встречным движением. Величина угона рельсов при одинаковых условиях профиля и движения зависит от конструкции В. с. По существу нужно различать угон одних лишь рельсов по шпалам и угон всего В. с., т. е. рельсов, шпал и балласта. В действительности оба вида угонов наблюдаются всего чаще одновременно. При угоне рельсов исправность пути нарушается: утрачивается нормальное расположение шпал на звене, перекошенные шпалы, особенно стыковые, вызывают сужение колеи, зазоры стыков в одних местах пути исчезают, в других, наоборот, чрезмерно растягиваются. Благодаря указанным явлениям, в местах угона путь периодически приходится исправлять: перегонять колеею в обратную сторону, ставить стыки по наугольнику, равнять зазоры, перегонять и подбивать шпалы. Работа эта дорогая, а к тому же очень вредно отзывавшаяся на сохранности элементов В. с. Лучшим средством против угона шпал является применение щебеночного балласта, представляющего весьма сильное сопротивление сдвигу колеи. Однако и при балласте высокого качества конструкция В. с. может допускать угон рельсов. Для противодействия угону применяются специальные приспособления, связывающие прочно рельсы со шпалами и передающие последним перегоняющие усилия от первых. В зависимости от величины угоняющих усилий такую связь устанавливают на большем или меньшем числе шпал на звене т. о., чтобы шпалы противодействовали угону солидарно. Наиболее целесообразно ставить такие приспособления на средних на звене шпалах, чтобы  $t^2$ -ные изменения длины рельсов могли происходить по возможности без влияния на положение скрепленных с рельсами шпал. Из применяющихся на наших дорогах противоугонных приспособлений наиболее широкое распространение получили угловые

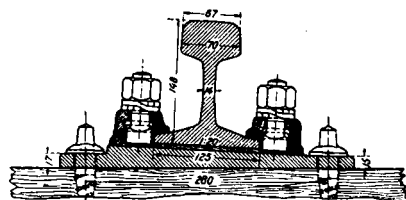
полунакладки на промежуточных шпалах, прикрепляемые с внутренней стороны колеи двумя болтами к шейке рельса и обхватывающие специально сделанными вырезами подкладки. Отрицательной стороной такого типа является, во-первых, передача уходящих колею усилий на костыли или шурупы, прикрепляющие рельс и подкладку к шпале, и расшатывание вследствие этого шпальных гвоздей, а во-вторых—ослабление рельсов дырами для болтов полунакладок.



Фиг. 14.

На загранич. дорогах известно применение многочисленных и разнообразных типов противоугольных приспособлений, одно из коих показано на фиг. 14; оно представляет самозаклиняющееся приспособление Дорнмюллера, состоящее из металлического хомута, надеваемого на подошву рельса, и двух клиньев, загоняемых в прозоры между кромками подошвы и хомутом. Уходящие усилия от клиньев передается непосредственно шпале, а потому рельсовое крепление не подвергается расшатыванию.

Верхнее строение новейшей конструкции. На фиг. 15 представлена деталь нового типа В. с. герман. жел. дор. под маркой «Reichsoberbau K», а именно—прикрепление рельса к промежуточным



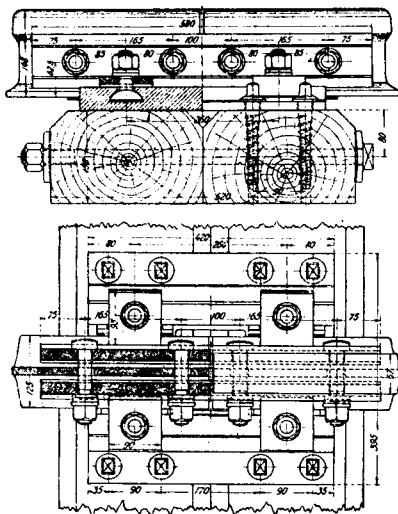
Фиг. 15.

шпалам для частей пути, имеющих нормальную ширину колеи, т. е. укладываемых без уширения. Подошва рельса заката по всей ширине подкладки между двумя продольными ребрами последней; боковые толчки рельса непосредственно передаются кромками подошвы исключительно внутренним граням указанных ребер. Между подошвой рельса и подкладкой помещается прессованная деревянная или джутовая картонка, которая имеет назначение предотвратить износ подошвы рельса о подкладку и увеличить между ними трение, чтобы парализовать продольные движения рельса. К подкладке рельс прижимается двумя стальными пластинками размером  $75 \times 70$  мм, обхватывающими ребра подкладки, при помощи закладных болтов. Головка этого болта заводится снаружи в выфрезерованные по соответствующему профилю отверстия в ребрах подкладки. Между прижимной пластинкой и гайкой болта помещается пружинящее двойное кольцо, чтобы опрокидывающие моменты рельса переда-

вались на болт упруго. Подкладка имеет размеры  $345 \times 160$  мм и прикрепляется к шпале четырьмя шурупами. Принцип обоснования прикрепления рельса к подкладке и последней к шпале проведен в данной конструкции полностью. При этом доступ воде под подкладку прегражден наилучшим образом. Указанный тип подкладок получил название «ребристых». На кривых, требующих уширения колеи, применяется второй тип ребристых подкладок, имеющий несколько большие размеры:  $395 \times 160$  мм. Способ и вид прикреплений сохраняется тот же, что и в первом типе; разница лишь в расстоянии между внутренними гранями ребер подкладки. Это обстоятельство, в связи с большими размерами прижимных пластинок ( $90 \times 93$  мм), дает возможность регулировать положение рельса относительно ребер подкладки при помощи особых стальных вкладышей. Вкладыши эти вставляются между кромками подошвы рельса и внутренними гранями ребер подкладки. Закрепление вкладышей в продольном направлении достигается в одних случаях при помощи их верхних ушек, удерживаемых прижимными пластинками, в других случаях—при помощи их боковых утолщений, входящих в выфрезерованные отверстия для головок закладных болтов. Имеется всего лишь четыре номера вкладышей. Путем комбинаций вкладышей различных номеров на той и другой рельсовых нитках могут быть достигнуты девять различных ширин колеи: нормальная (для прямых участков пути) и восемь равномерно увеличивающихся, с одной и той же ступенью уширения в 2,5 мм. Т. о. нормальная ширина колеи м. б. получена как на подкладках первого типа, так и на подкладках второго типа. Это имеет большое практическое значение при укладке пути на переходах кривых. Как последнюю особенность В. с. марки К нужно отметить стык. На фиг. 16 показана конструкция стыка в кривых частях пути (размеры—в мм). Как видно, стык расположен на одной общей ребристой подкладке размером  $420 \times 395$  мм. Подкладка эта прикрепляется восьмью шурупами к двоякой при помощи трех металлических болтов шпале. Расстояние между внутренними гранями ребер подкладки составляет 154 мм. По ту и другую сторону стыка рельсы закрепляются теми же вкладышами и теми же прижимными пластинками, как на промежуточной подкладке второго типа. Накладки четырехгранные, плоского типа. Болты накладок снабжены пружинящими кольцами для упругой передачи вертикальных давлений на стык. Следует отметить, что хотя стык и лежит на одной общей мостовой подкладке, однако в действительности он работает как стык на весу. Это достигнуто устройством в середине подкладки выреза между ребрами на длину 120 мм. Благодаря этому конец кажд. рельса на длине 60 мм оказывается не подпертым подкладкой. Для стыков, расположенных в частях пути, не требующих уширения колеи, имеется наконец четвертый тип ребристой подкладки. Конструкция стыка в последнем случае вполне аналогична стыку на кривых, отсутствуют лишь вкладыши,

и соответственно этому ширина между внутренними гранями ребер равна 127 мм. Размер этой подкладки 420 × 345 мм.

Описанный тип В. с. запроектирован для рельса весом 48,89 кг/п. м. Нормальная длина звеньев установлена трех размеров: в 15 м — при 22 промежуточных шпалах, в 12 м — при 17 шпалах и в 18 м — при 27 шпалах. Балласт должен применяться исключительно щебеночный, чтобы не могло появиться угона шпал. Шпалы должны укладываться исключительно пропитанные.



Фиг. 16.

Немецкая литература отмечает следующие преимущества В. с. марки К. 1) Ни один из ранее применявшихся типов В. с. не может считаться вполне соответствующим ныне назревшей потребности пропускать поезда с нагрузками на ось до 25 т, со скоростями свыше 100 км/ч; тщательная разработка всех деталей конструкции марки К дает надежду, что ребристые подкладки успешно разрешат эту задачу. 2) Имеется возможность все дыры в шпалах (для шурупов подкладок и стяжных болтов на стыках) проस्верливать на шпалопропиточных з-дах перед пропиткой, благодаря чему все отверстия могут быть пропитаны по всей глубине, что разумеется благотворно отразится на сроке службы шпал. 3) Работа по сдвиганию стыковых шпал и пришурупливание всех ребристых подкладок м. б. централизована на тех же з-дах и производится механическим, а не ручным способом. Это удешевляет указанную работу и повышает ее точность и тщательность. Необходимо оговориться, что небрежное пришурупливание ребристых подкладок к шпалам является конструктивно совершенно недопустимым. 4) Шпалы на места работ могут рассыпаться с з-дов в совершенно готовом для укладки виде. Опасаться повреждений шурупов при погрузке и пе-

ревозке шпал не приходится, т. к. наружные ребра подкладок возвышаются над головками шурупов и предохраняют последние от ударов. 5) Укладка в путь полученных с з-да шпал с пришурупленными уже подкладками крайне проста, почему может производиться безошибочно рабочими без особой квалификации. 6) Благодаря сильному придавливанию подошвы рельса ко всем подкладкам при помощи болтов и прижимных пластинок угон рельсов невозможен и без применения специальных противоугонных приспособлений. 7) Плотное прилегание на значительном протяжении кромок подошвы рельсов к ребрам подкладок делает путь на прямой как бы рамой весьма большой жесткости в поперечном направлении. Благодаря этому устраняется опасность внезапных боковых искривлений (выбросов) вследствие  $l^0$ -ных напряжений при недостаточн. зазорах в стыках. Герм. дороги производят успешные опыты укладки рельсов длиной 30 м и сварки стыков на большом протяжении без увеличения нормальных стыковых зазоров. 8) Контроль за состоянием скреплений, благодаря полной видимости их сверху, очень удобен, а поддержание их в порядке просто и не требует квалифицированных рабочих. 9) Срок службы В. с. марки К на магистральных линиях оценивается, предположительно, в 24 года. При этом считают, что в указанный срок не потребуют капитального ремонта ни шпалы, ни рельсы, ни скрепления. Смена одиночных шпал на магистралях была бы в таком случае редким исключением, а не нормальным явлением, как ныне. Что касается экономич. стороны вопроса о переходе на В. с. марки К, то приводятся следующие расчеты. Заготовительная стоимость материалов для В. с. марки К, по сравнению с типом на лапчатых подкладках, выше в среднем на 13,5%. Однако, если принять средний срок службы В. с. на лапчатых подкладках в 16 лет, как это показывает практика герман. дорог, то меньшая стоимость укладки марки К вследствие возможности применения при ней механизации работ на з-дах окупит этот перерасход за 2 года добавочной службы. Следовательно, если марка К сможет вместо 16 лет служить без капитального ремонта 18 лет, то она уже будет в состоянии экономически конкурировать с типом В. с. на лапчатых подкладках. Если же срок службы марки К принять в 24 года, как это ныне предполагают герм. дороги, то ее применение, по сравнению с лапчатым типом, даст экономию около 28%.

С технической же стороны В. с. марки К повидимому является наиболее совершенным и мощным среди типов, осуществленных практически до сего времени. Нет сомнения, что стабилизация пути, если она в полной мере достижима при помощи этого типа, даст большие выгоды в смысле снижения эксплуатационных расходов.

#### Расчет верхнего строения ж.-д. пути.

При выработке новых типов В. с. применительно к заданной схеме подвижного состава и скорости его движения, а также при решении вопросов о соответствии дан-

ного типа В. с. новым нагрузкам и условиям движения их, является необходимым определять прежде всего внешние силы и моменты, действующие на элементы В. с.: балласт, шпалы, рельсы; затем—напряжения в этих элементах. На основании таких расчетов устанавливаются как данные, подробные характеризующие соответствующий тип В. с. (профиль и вес рельса, размеры шпал и расстояния между ними, род балластного слоя), так и предельные скорости предположенных к обращению подвижных нагрузок. Ниже мы приводим вкратце установленные для наших дорог правила приближенного расчета В. с., в виду большой сложности точных расчетов усилий, которым подвергаются элементы В. с.

А. Определение внешних сил и моментов. Максимальное вертикальное давление  $R_2$  одного подвижного груза  $P$  на элементы В. с. и максимальный момент  $M_2$  определяются по динамическим реакциям колес по методу сплошного упругого основания. Эти реакции берутся для паровозов из паспортных книжек, а для тендеров и вагонов—из веса их, увеличенного перегрузом от колебания рессор; этот перегруз равен произведению из степени жесткости рессор и полумиллиметра колебания, которая принимается равной 15 мм. Для определения величин  $M_2$  и  $R_2$  необходимо учесть относительную жесткость пути  $\gamma = \frac{6EI}{l^3 D}$ , где  $E$ —модуль упругости рельсов, принимаемый равным 2 000 000 кг/см<sup>2</sup>,  $I$ —момент инерции рельса в см<sup>4</sup> с учетом степени износа около 6 мм, так что  $I = 0,83I_0$ ,  $l$ —наибольшее расстояние между осями шпал в см,  $D$ —сила, погружающая в балласт полшпалу на 1 см и выражающая жесткость опор рельса. Эта сила

равна  $a \cdot \frac{ab}{2} \cdot C$ , где  $a$ —коэф., учитывающий влияние изгиба шпал и принимаемый при нормальной колее равным 0,90,  $a$ —длина шпалы,  $b$ —ширина нижней постели шпалы, а  $C$ —коэф. балласта или коэф. постели шпалы, характеризующий податливость шпальной постели под временной нагрузкой. На основании опытов над различными сортами балласта на земляном полотне разнобразных качеств установлены следующие численные значения коэффициента  $C$ :

Т. о. под действием одного груза  $P$  изгибающий момент в рельсе  $M_2$  и вертикальное давление  $R_2$ , передаваемое на шпалу от рельса и дальше от рельса балласту, определяются по формулам:

$$M_2 = \frac{P \cdot l}{4} \sqrt{\frac{3}{2}} \gamma; R_2 = \frac{P}{2} \sqrt{\frac{3}{2}}$$

Формулы эти применимы, когда рельс прикажет к шпалам соседними с  $P$  грузами. Если рельс при изгибе может подняться с опор, то  $M_2$  и  $R_2$  увеличиваются на 9%, т. е.

$$M_2 = 1,09 \frac{P \cdot l}{4} \sqrt{\frac{3}{2}} \gamma; R_2 = 1,09 \frac{P}{2} \sqrt{\frac{3}{2}}$$

Когда на рельс кроме груза  $P$  действуют еще смежные грузы  $P_1, P_2, \dots$ , то значения  $M_2$  и  $R_2$  будут:

$$M_2 = \frac{P \cdot l}{4} \sqrt{\frac{3}{2}} \gamma + \frac{P_1 \cdot l}{4} \sqrt{\frac{3}{2}} \gamma \cdot \mu_1 + \frac{P_2 \cdot l}{4} \sqrt{\frac{3}{2}} \gamma \cdot \mu_2 + \dots$$

$$R_2 = \frac{P}{2} \sqrt{\frac{3}{2}} + \frac{P_1}{2} \sqrt{\frac{3}{2}} \cdot \eta_1 + \frac{P_2}{2} \sqrt{\frac{3}{2}} \cdot \eta_2 + \dots$$

где  $\mu$  и  $\eta$ —коэф-ты влияния соседних с  $P$  грузов  $P_1, P_2, \dots$  Эти коэффициенты определяются из приведенной ниже табл. 5 по вычисленной предварительно величине

$$\varphi = \sqrt{\frac{D}{4EI}} \cdot x,$$

где  $x$  (в см)—расстояние грузов  $P_1, P_2, \dots$  от груза  $P$ .

Табл. 5.—Коэффициенты  $\mu$  и  $\eta$  в функциях от  $\varphi$ .

$\varphi$	$\eta$	$\mu$	$\varphi$	$\eta$	$\mu$
0,0	1,0000	1,0000	3,6	-0,03659	-0,01241
0,1	0,9907	0,8100	3,7	-0,03407	-0,00787
0,2	0,9631	0,6398	3,8	-0,03188	-0,00401
0,3	0,9267	0,4888	3,9	-0,02982	-0,00077
0,4	0,8781	0,3564	4,0	-0,02863	0,00189
0,5	0,8231	0,2415	4,1	-0,02809	0,00403
0,6	0,7628	0,1431	4,2	-0,02804	0,00572
0,7	0,6997	0,0599	4,3	-0,01787	0,00699
0,8	0,6354	-0,0093	4,4	-0,01546	0,00791
0,9	0,5712	-0,0657	4,5	-0,01320	0,00852
1,0	0,5083	-0,1108	4,6	-0,01112	0,00786
1,1	0,4476	-0,1457	4,7	-0,00921	0,00698
1,2	0,3889	-0,1716	4,8	-0,00748	0,00602
1,3	0,3325	-0,1897	4,9	-0,00593	0,00570
1,4	0,2849	-0,2011	5,0	-0,00455	0,00537
1,5	0,2384	-0,2068	5,1	-0,00334	0,00579
1,6	0,1959	-0,2077	5,2	-0,00229	0,00746
1,7	0,1576	-0,2047	5,3	-0,00139	0,00692
1,8	0,1234	-0,1985	5,4	-0,00063	0,00636
1,9	0,0932	-0,1899	5,5	0,00001	0,00578
2,0	0,0667	-0,1794	5,6	0,00053	0,00520
2,1	0,0439	-0,1675	5,7	0,00095	0,00464
2,2	0,0244	-0,1548	5,8	0,00127	0,00409
2,3	0,0089	-0,1418	5,9	0,00152	0,00356
2,4	-0,0066	-0,1282	6,0	0,00169	0,00307
2,5	-0,0166	-0,1149	6,1	0,00180	0,00261
2,6	-0,0254	-0,1019	6,2	0,00185	0,00219
2,7	-0,0320	-0,0895	6,3	0,00187	0,00181
2,8	-0,0369	-0,0777	6,4	0,00184	0,00146
2,9	-0,0403	-0,0666	6,5	0,00179	0,00115
3,0	-0,0423	-0,0563	6,6	0,00172	0,00087
3,1	-0,04314	-0,04688	6,7	0,00162	0,00063
3,2	-0,04307	-0,03851	6,8	0,00152	0,00042
3,3	-0,04224	-0,03081	6,9	0,00141	0,00024
3,4	-0,04079	-0,02374	7,0	0,00129	0,00009
3,5	-0,03887	-0,01769			

Для расчета элементов В. с. необходимо учесть неровности и выбоины в банджаках и рельсах, в виду чего  $M_2$  и  $R_2$  необходимо умножить на коэф.  $m$ , зависящий от скорости движения груза. Величина этого коэффициента принимается: 1) для пассажирских паровозов—за 1 при нулевой скорости, за 2—при скорости 100 км/ч; 2) для товарных паровозов—за 1 при нулевой скорости, за 1,8—при скорости 50 км/ч. Значения коэф-та  $m$  для скоростей от 0 до конструктивной определяются по закону прямой линии, т. е.

$$m_{\text{масс.}} = 1 + \frac{v}{100}; m_{\text{тов.}} = 1 + \frac{0,8v}{50}$$

где  $v$ —скорость движущейся нагрузки в км/ч. Таким образом в конечном итоге при расчете элементов верхнего строения следует исходить из внешних усилий:

$$M_{\text{max}} = m M_2 \text{ и } R_{\text{max}} = m R_2$$

или, после подстановки значений  $M_2$  и  $R_2$ ,

$$M_{max} = \frac{m l}{4} \sqrt{\frac{2}{3}} \gamma \cdot \Sigma \mu P, \quad (1)$$

где  $\Sigma \mu P = P + \mu_1 P_1 + \mu_2 P_2 + \dots$

$$R_{max} = \frac{m}{2} \sqrt{\frac{3}{2\gamma}} \cdot \Sigma \eta P, \quad (2)$$

и  $\Sigma \eta P = P + \eta_1 P_1 + \eta_2 P_2 + \dots$

Б. Определение напряжений. 1) Напряжения в балласте определяется по формуле Винклера  $p = C \cdot y$ . Эта формула предполагает, что упругий прогиб шпалы на балласте  $y$  всегда остается пропорциональным уд. давл.  $p$  в данной точке;  $C$  — коэф. пропорциональности, к-рый при  $y=1$  делается равным  $r$ . Наибольшее упругое погружение шпалы в балластный слой  $y$  определяется из выражения:

$$y = \frac{R_{max}}{D} = \frac{m R_2}{D}$$

Определив прогиб шпалы  $y$ , получим напряжения в балласте из выражения:

$$p = C \frac{R_{max}}{D} = C \frac{m R_2}{D} \text{ кг/см}^2. \quad (3)$$

По величине же напряжения  $p$  можно судить как о требуемом сорте балласта, так и о степени рациональности рассчитываемого типа В. с. в целом. Допускаемые напряжения для различных сортов балласта установлены:

- В 4 кг/см<sup>2</sup> — для балласта из мелкого песка,
- 5 кг/см<sup>2</sup> — для балласта из среднего песка,
- 6 кг/см<sup>2</sup> — для балласта из щебня и крупного песка.

2) Напряжения в рельсах определяются по формуле строительной механики:

$$\sigma = \frac{M_{max}}{W} \text{ кг/см}^2, \quad (4)$$

где  $W$  — момент сопротивления рельса, причем  $W$  берется также с учетом износа рельса в 6 мм, так что  $W = 0,87 W_0$ . Допускаемые напряжения в рельсах при указанном способе расчета принимаются в 3 000 кг/см<sup>2</sup>. Пользуясь формулой (4), можно по заданным значениям  $\sigma$ ,  $P$ ,  $l$ ,  $a$  и  $b$  определить предельную допустимую скорость движения системы грузов  $v$  км/ч, которая входит в выражение динамического коэффициента  $m$ .

3) Напряжения в шпалах должны определяться в сечениях под рельсом, где они вследствие изгиба имеют наибольшие значения. Изгибающий момент для сечения под рельсом определяется по следующей формуле Циммермана:

$$M = R_{max} \cdot \frac{L}{2} \cdot [\mu \epsilon]. \quad (5)$$

$R_{max}$  получается из ф-лы (2), а  $L = \sqrt{\frac{4 E' I'}{C \cdot b}}$ , где  $E' = 120 000$  кг/см<sup>2</sup> — модуль упругости дерева,  $I'$  — момент инерции сечения шпалы,  $C$  — коэффициент постели и  $b$  — ширина нижней постели шпал;  $[\mu \epsilon]$  представляет функцию от  $\lambda$  и  $\epsilon$ , определяемую по таблицам Циммермана, причем  $\lambda = \frac{a}{2L}$ , где  $a$  — длина шпал,

а  $\epsilon = \frac{r}{L}$  (здесь  $r$  — половина расстояния между осями рельсов в пути). Определив по ф-ле (5) наибольший изгибающий момент, находят наибольшее напряжение в шпале

$$\sigma = \frac{M}{W}, \quad (6)$$

где  $W$  — момент сопротивления шпалы. Напряжения от изгиба в 250 кг/см<sup>2</sup> шпалах не должно превосходить 250 кг/см<sup>2</sup>.

Лит.: Петров Н. П., «Зависимости имп. русского технического о-ва», СПб, 1903, 2, 12, 1904, 6, 1905, 1, и «Железнодорожное дело», СПб, 1904, 5; Стерев И. И. Р., О сопротивлении верхнего строения, «Изв. Собрания инженеров путей сообщения», СПб, 1895, 9, 10; е г о ж е, Об устойчивости жел.-дор. пути, СПб, 1897; е г о ж е, О новой теории верхнего строения железно-дорожного пути, Н. П. Петрова, «Железнодорожное дело», СПб, 1904, 4; Холоденчик И. А., Исследование влияния подвижной нагрузки на службу рельсов, «Инженер», Киев, 1894, 5, 6, 7/8; е г о ж е, Исследование влияния внешних сил на верхнее строение жел.-д. пути, Киев, 1897; Обпенгейм К. А., Об установлении нормальн. типов верхн. строения пути русск. ж. д., М., 1918; е г о ж е, Успехи загранич. техники и новейшие течения в области стр-я рельс. пути (1912—22 гг.), М., 1923; Кюниер К. Э., Проблемы усиления верхн. строения пути в связи с явлениями увода и действия гезер-ра, доклад XXXIII Совещательн. съезду службы пути, 1922; е г о ж е, Стабилизация рельсовых ниток как непременное условие устойчивости верхнего строения пути, доклад XXXIV Совещательн. съезду службы пути, 1923; Зиммерманн Н., Die Berechnung d. Eisenbahn-Oberbaues, В., 1888; Зиммерманн Н., Die Wirkungsweise d. Bettung nach Versuchen d. Reichseisenbahnen, «Organ für die Fortschritte des Eisenbahnwesens», Wiesbaden, 1888, р. 41, 184; Зиммерманн Н., Die Seitenkräfte zwischen Schiene und Rail, v. d. VDI, Berlin, 1890, р. 1387; Зиммерманн Н., Zentralblatt d. Bauverwaltung, В., 1882, 1888, 1890; Браунинг К., Die Grundlagen des Gleisbaues, В., 1920; Вучholz, Der Rippenplattenoberbau auf die Holzschwellen, «Die Gleistechnik», В., 1927, 7—8. К. Милленгаузен.

## II. Верхнее строение трамвайных путей.

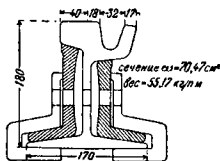
По сравнению с ранее описанным В. с. жел. дорог В. с. трамвайных путей имеет свои характерные особенности, вызываемые: расположением трамвайных путей на замощенных городских проездах (т. е. закрытое верхнее строение), наличием добавочной нагрузки от движения городских экипажей и необходимости осуществлять обратную проводку электрич. тока по рельсовым ниткам. Указанные причины требуют при устройстве В. с. трамвайных путей принятия во внимание следующих положений: 1) В. с. должно соответствовать размерам движения, нагрузкам, скоростям и типу подвижного состава, которые приняты на данном трамвае; 2) В. с. должно соответствовать плану, профилю и типу замощения каждого данного уличного проезда, составляя с мостовой одно целое, так как разрушение В. с. влечет за собой расстройство замощения и наоборот; при этом необходимо принимать во внимание также подземные уличные сооружения (водостоки, водопровод, канализацию, газовую и кабельную сети); 3) экипажи, движение по проездам не должно быть затруднено наличием трамвайных путей и не должно вызывать разрушения В. с.; 4) в виду того, что ремонт трамвайных путей связан с разборкой замощения и с нарушением уличного движения, верхнее строение должно быть устроено так, чтобы не требовалось производить частый ремонт его, а смена отдельных частей была, по возможности, облегчена и не требовала разборки всего устройства; 5) частые и разнообразные по величине и направлению нагрузки не должны расстраивать соединений отдельных частей и вызывать перемещений рельсов и расстройств замощения; 6) В. с. должно иметь необходимые устройства для отвода воды как с поверхности путей, так и от основания;

7) очистка путей от снега, льда, уличного мусора и пр. не д. б. затруднена особенностями конструкции В. с., при этом состояние поверхности рельсов не должно препятствовать прохождению обратного электрического тока в местах контакта с ними колес вагона; 8) обеспечивая надежную проводку электрического тока, В. с. не должно содействовать образованию блуждающих токов и появлению связанного с ними электролиза, разрушающего металл: подземные сооружения (трубы и кабели). Все эти условия, с одной стороны, значительно усложняют конструкцию В. с. трамвайных путей по сравнению с открытым ж.-д. В. с., а с другой,—вызывают наличие самых разнообразных типов как отдельных частей, так и всего устройства В. с. в целом. Почти все трамвайные предприятия имеют в одном и том же городе несколько конструкций В. с., и стандартные типы прививаются в этой области с большим трудом; в последнее время отдельными странами и трамвайными объединениями вырабатываются стандарты.

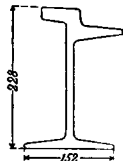
В. с. трамвайных путей состоит из рельсов, креплений, электрических соединений, оснований и путевого замощения.

Рельсы для трамвайных путей, в соответствии с условиями работы их (крутые подъемы, спуски, частое торможение вагонов, загрязненность рельсовых поверхностей и др.), д. б. по возможности, массивны иметь большой момент сопротивления во избежание прогибов и деформаций, могущих растрескивать основание и прилегающее замощение. Наличие мостовой требует увеличения высоты рельса (140—225 мм вместо 100—140 мм ж.-д. рельсов). Площадь поперечного сечения должна быть по возможности большой (от 5 000 до 8 000 мм<sup>2</sup>) для уменьшения сопротивления прохождению электрич. тока. Применение сварки рельсовых стыков также требует усиления профиля рельсов. Укладка рельсов непосредственно на щебеночное основание вызывает необходимость упрочнения рельсовой подошвы, к-рая обыкновенно равна высоте рельса. Для обеспечения беспрепятственного качения реборд колес в самом рельсе устраивают специальный жолоб глубиной от 25 до 45 мм, иногда заменяемый специальным устройством в мостовой. Такое устройство применяется сравнительно редко, так как оно увеличивает износ реборд колес, осложняет устройство мостовой, требуя укладки фасонных камней, и затрудняет движение городских экипажей и пешеходов. Большинство рельсов (до 80%), укладываемых на городских трамвайных путях, желобчатые, типа «Феникс» (фиг. 17; размеры даны в мм); на американских трамваях применяют рельсы ступенчатые (фиг. 18; размеры в мм), облегчающие их очистку, устройство замощения, а также проезд экипажей; рельсы типа «Виньоль» применяют на улицах с малым гужевым движением, а также на загородных линиях; специальные трамвайные профили виньольских рельсов имеют большую высоту и вес, из ж.-д. же типов применяются наиболее тяжелые. На путях с кривыми малого радиуса (до 13 м) применяют рельсы с утолщенной и повышенной губой, образующей

более широкий жолоб и рассчитанной на усиленный износ. При применении рельсов типа «Виньоль» на кривых устраивают приставной контр-рельс (фиг. 19; размеры даны в мм). Для укладки внешних ниток кривых применяют рельсы с мелким жолобом; на мостах нередко укладывают особые рельсы

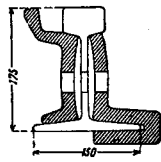


Фиг. 17.



Фиг. 18.

с уменьшенной высотой. В общем разнообразие типов трамвайных рельсов чрезвычайно велико. Разработанные в некоторых странах стандарты обыкновенно дают несколько типов рельсов для малых, средних и больших городов в зависимости от размеров движения по путям. Города СССР в настоящее время применяют разработанные Постоянным бюро всеоюзных трамвайных съездов и изготовляемые «Югосталью» желобчатые рельсы двух типов: «Феникс объединенный I»—для больших городов (фиг. 17) и «Феникс объединенный II»—для средних и малых городов, причем каждый тип имеет соответствующий профиль для кривых.



Фиг. 19.

Требования, предъявляемые к трамвайным рельсам, отличаются от предъявляемых к железнодорожным, т. к. условия работы различны. Трамвайные рельсы, благодаря уклону, частым торможениям и загрязненной поверхности, сильно истираются; с другой стороны, менее тяжелый, чем на ж. д., подвижной состав, усиленный профиль рельсов и наличие мостовой уменьшают возможность и опасность поломки рельсов. В виду этого трамвайные рельсы изготовляют из жесткой стали, хорошо сопротивляющейся износу. Эта сталь обыкновенно содержит около 1% Mn, 0,5% C, 0,2% Si, менее 0,05% P, менее 0,05% S; разрывное усилие стали 70—90 кг/мм<sup>2</sup>, относительное удлинение 12—7%, предел упругости 35—50 кг/мм<sup>2</sup>. Во избежание частой смены изношенных рельсов в последнее время применяют рельсы из стали специальных сортов: марганцовистой (с содержанием около 11—13% Mn, около 1,0—1,2% C), хромоникелевой, ферротитановой (0,1% Ti, 0,8—0,4% C, 0,7—0,9% Mn) и других.

Длину отдельных рельсов делают по возможности большой (15—18 м), т. к. t-ные влияния компенсируются наличием мостовой, создающей боковым трением противодействие изменению длины рельсов. Это обстоятельство позволяет с успехом применять сварку трамвайных рельсов почти без ограничения длины свариваемых участков (нормально сваривают рельсы по 10 звеньев с пропуском кривых малых радиусов).



Для соединения рельсов в настоящее время применяют: 1) стыки с механическими соединениями (сборные стыки) на накладках, ухватах, болтах, с анкерами и без них; 2) стыки, сваренные термитом, электрич. способом, газовой сваркой; 3) стыки смешанной конструкции (с приваренными накладками или анкерами).

1) Главные типы механич. соединений: а) стыки с ordinaryми накладками, приспособленными для электросварки; они имеют значительное распространение в Германии, Англии и Америке; б) стыки с накладками, обхватывающими подошву рельсов (фиг. 19); в) стыки с накладками и ухватами типа «Бохумер-Штосс» (фиг. 17); г) стыки с разными специальными приспособлениями. Стыки бывают накладку, внахлестку, лапчатые и др. Для соединения накладок и ухватов применяют болты  $\varnothing \approx 22$ —28 мм с пружинными шайбами; анкеры соединяют в стыках с подошвой рельса заклепками или болтами, а специальные анкера-подушки—особыми клиньями. Для облегчения прохождения по рельсам электрич. тока в стыках ставят специальные электрич. соединения из чистой меди, прикрепляемые к шейке или к подошве рельса. Сложность этих стыков, наличие многих частей, сравнительно быстрое расстройство стыков, недостаточно обеспеченная электропроводимость, а также необходимость периодического ремонта стыков (подтягивания болтов, клиньев и электрических соединений) вместе с высокой стоимостью этих соединений заставляют все трамвайные предприятия перейти к сварочному способу соединения стыков.

2) В арке а рельсовых стыков В. с. трамваев начала применяться в 1898 году и быстро распространилась на трамвайных предприятиях всего мира. Первоначально применялся способ заливки рельсов расплавленным чугуном (стык Фальба); стык при этом не сваривался, а лишь заформовывался в чугунном башмаке; в виду сложной и громоздкой аппаратуры (передвижная вагранка) этот способ не мог иметь большого успеха. С 1900 года начала распространяться алюминотермитная, а с 1904 г. электрич. сварка рельсов. Первая (по способу Гольдшмита) быстро завоевала себе прочное положение в виду несложности и сравнительной дешевизны ее, простоты изготовления термитной смеси и аппаратуры, а также вполне надежных результатов. Опыт показывает, что число лопнувших стыков, сваренных термитом, весьма невелико: в течение всего срока их службы это число не превышает 4—5%, снижаясь при тщательном выполнении работ до 0,5%. Срок службы термитных стыков совпадает обыкновенно со сроком службы самих рельсов (10—25 лет). Сварка производится или стяжными аппаратами—для рельсов, заготовленных к укладке, или расклинивающим способом—для рельсов, лежащих в пути. Сварка термитом производится главн. обр. при укладке их вновь; рельсы же старые, лежащие в путях и имеющие износ, обыкновенно сваривают электрич. способом путем приварки накладок специального профиля. Электрич. сварка ведется металлическ. или угольными

электродными. Результаты электросварки менее надежны; срок службы стыков не превышает 4—5 лет, зато этот способ соединения рельсов самый дешевый. В среднем для рельсов типа «Феникс» стоимости сборного стыка, стыка, сваренного термитом, и стыка, сваренного электрич. способом с приваркой накладок, относятся, как 6:5:3. Сварка рельса типа «Феникс объединенный I», весом 55,17 кг, при замощенных путях, стоит в условиях г. Москвы 25 руб. за стык. Главным достоинством сваренных стыков является уничтожение зазоров в стыках, а отсюда плавность движения вагонов, уменьшение износа подвижного состава и рельсов в стыках и значительное улучшение электропроводности стыка: в то время как нормальное сопротивление сваренного стыка равно или даже ниже сопротивления целого рельса той же длины, сборный стык нормально дает увеличение сопротивления в 2,5 раза. Газовая сварка (ацетиленовая и др.) применяется лишь для ремонта стыков, наплавки выбоин и пр.; приварка накладок газовым способом не дает надежных результатов и в настоящее время почти нигде не применяется.

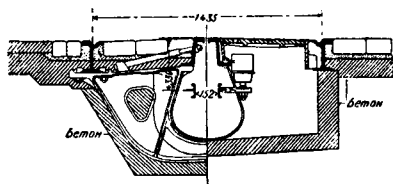
3) Стыки смешанной конструкции на накладках с полной или частичной приваркой их к рельсам помощью электрической или газовой сварки применяются гл. обр. для ремонта изношенных стыков и подержания их в исправности до окончания срока службы рельсов.

В настоящее время во всех трамвайных предприятиях более 30% всех стыков сварено. Механическое соединение при укладке новых рельсов применяется лишь в кривых малого радиуса и в местах применения специальных частей (стрелок, крестовин и т. п.). В СССР термитная сварка в широких размерах начала применяться лишь с 1924/25 г.; ранее она применялась в большом масштабе лишь в Ленинграде (с 1912 г.) и в виде опыта в Москве. Почти везде при укладке новых трамвайных линий, а также при сплошной смене рельсов как типа «Феникс», так и «Виньоль» железнодорожного типа (IIa и IIIa) применяется сварка термитом.

Для соединения рельсовых ниток между собой при устройстве В. с. применяют поперечные тяги по преимуществу из плоского железа (для удобства замощения путей) с нарезными круглыми концами, лапчатые с загнутыми концами или Т-образные, укрепляемые болтами с гайками; на незамощенных участках применяют также круглые тяги. Тяги ставят в зависимости от профиля рельсов на расстоянии 2—2,5 м на прямых и 1—1,5 м на кривых. Они ставятся главным образом при бетонных и щебеночных основаниях, но применяются и при шпальных основаниях (особенно при шпально-брусковых).

Помимо механического соединения отдельные рельсовые нитки соединяются поперечными электрич. соединениями и, в частности, и путевыми и междупутными, для равномерного распределения напряжения электрич. тока во всех рельсовых нитках. На некоторых трамваях применяется подводка электрич. тока не воздушным проводом, а

помощью особого кабеля, к-рый находится в расположенном между рельсами канале. Пример такого устройства в Вашингтоне показан на фиг. 20 (размеры в мм). Но этот способ сильно усложняет конструкцию В. с.,



Фиг. 20.

очень дорог и применим лишь при наличии весьма чисто содержимых асфальтовых мостовых и при благоприятном климате.

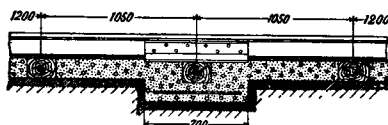
Основания, применяемые в трамвайных путях, делятся на жесткие, полужесткие и упругие, а также на шпальные и бесшпальные. Жесткими являются бесшпальные бетонные основания. Бетон укладывают под рельсы в виде сплошной подушки (в пределах путей или же всей ширины улицы), а иногда в виде отдельных продольных канавок под каждым рельсом или в виде железобетонных поперечных шпал по типу железнодорожных. Рельсы укладывают прямо на бетон и заливают примерно на половину их высоты. В других конструкциях для более надежного скрепления рельсов с бетоном применяются анкеры или же специальные связи из железных прутьев. Такое основание обыкновенно применяется при устройстве асфальтовой или торцовой мостовой. Бетон под рельсом имеет толщину от 150 до 300 мм. Составы бетона различны; наиболее распространенными являются 1:2:4, 1:2:5, 1:3:5, 1:3:6, 1:4:6 и 1:3 (цемент, крупный песок); для подвижки берется 1:2. Бетон должен быть тщательно приготовлен и выдержан до затвердения 6—20 дней. Последнее обстоятельство является большим недостатком бетонного основания, так как сильно задерживает ход работ при ремонте основания и вызывает необходимость закрывать движение вагонов на ремонтируемом участке. Тип жесткого основания приведен на фиг. 21 (размеры даны в мм), изображающей основание в нюрнбергском трамвае. При своей массивности и жестком закреплении рельсов этот тип основания имеет много недостатков помимо выше-



Фиг. 21.

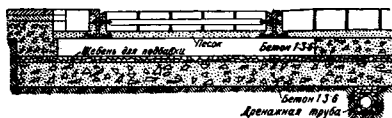
указанных: повышенный износ рельсов (особенно волнообразный), шум при проходе вагонов, значительные затраты на устройство и ремонт; кроме того при малейших неисправностях, особенно при расстройстве стыков или замощения, с попаданием внутрь верхнего строения воды, начинается неизбежное разрушение устройства. В результате большие затраты в расчете на долгий срок службы без ремонта не оправдываются, и почти везде трамвайные

предприятия начали переделывать жесткие бетонные основания на полужесткие и упругие. С этой целью между бетоном и рельсом укладывают упругие прокладки из дерева, асфальта, просмоленного войлока и других эластичных материалов, что уменьшает жесткость основания и неблагоприятное влияние жесткого закрепления рельсов. Однако упругая прокладка с течением времени выдавливается из-под подошвы рельса и требует ремонта. Поэтому более совершенной является укладка рельсов на продольные или поперечные деревянные брусья, утопленных в бетон и нередко с ним связанных болтами (фиг. 22; размеры в мм). Этот тип В. с., в случае устройства непроницаемой для водомостовой и надлежащего дренажа грунта, весьма долговечен. Главными недостатками его являются: высокая стоимость устройства, сложность и дороговизна



Фиг. 22.

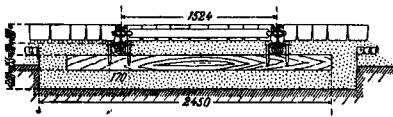
ремонта, т. к. для снятия рельсов и выемки брусьев и шпал приходится разрушать бетон. В последнее время в Америке применяют бетонное основание в виде подушки толщиной около 200 мм, на которую укладывают подбитые щебнем деревянные шпалы. На фиг. 23 показано стандартное устройство этого типа. Это устройство солидно, просто по конструкции и удобно для ремонта. Замощение из гранитной шашки с затитами швами обеспечивает основание от проникания воды. Шпальные основания пользуются широким распространением



Фиг. 23.

на трамвайных путях и при надлежащем отводе воды и достаточном слое подбитки (песком или щебнем) создают упругое долговечное основание, особенно если шпалы пропитаны креозотом (срок службы до 20 лет). Однако непосредственная укладка рельсов на шпалах без промежуточного бетонного слоя при сильном гужевом движении обыкновенно сказывается на состоянии мостовой на путях, т. к. неоднородное основание (дерево и песок) под слоем замощения дает разную осадку и поверхность мостовой скоро делается волнообразной. В этих случаях, с целью углубить шпалы под рельсами и дать более мощный слой песка под мостовой, применяют шпално-брусковые основания, т. е. под рельс на шпалы укладывают продольный брус. Рельс соединяют со шпалой костылями, шурупами или же

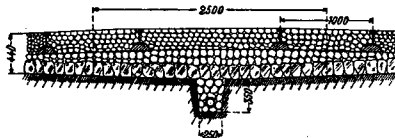
уголками с брусом. На фиг. 24 (размеры в м.м.) представлено такое основание, применяемое на московских трамвайных путях. Опасность бокового раскачивания рельсов устраняется в данном случае сопротивлением окружающей мостовой, а также наличием между



Фиг. 24.

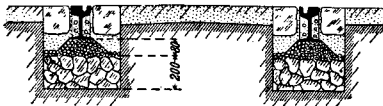
рельсами поперечных тяг. Для небольших городов с булыжными мостовыми, с отсутствием дренажа грунта и с малым экипажным движением по путям, а также для загородных линий самым распространенным является обыкновенное шпальное основание с засыпкой рельсов под головку песком с последующим замощением или даже без него.

Кроме описанных выше оснований при устройстве В. с. трамвайных путей применяется полужесткое щебеночное основание двух типов: а) в виде сплошного основания во всю ширину пути и б) в виде отдельных канавок под каждым рельсом. Слой щебня укладывают непосредственно



Фиг. 25.

на грунт или же на слой (до 200 мм) крупного правильно выложенного стоймя камня (пакеляжа) или бута, размеры щебня постепенно уменьшаются кверху (от 75 мм до 25—15 мм диаметром под подошвой рельса); рельс подбивают мелким щебнем (12—15 мм); рельсы лежат непосредственно на щебне, причем достаточная ширина подошвы рельса (150—180 мм) обеспечивает нормальное давление на балласт. Толщина всего слоя щебня при сплошном основании без пакеляжа 300—500 мм, с пакеляжем 300—700 мм. Щебеночные канавки делают прямоугольной и трапециoidalной формы, размерами 500—400 × 300—400 мм. На фигуре 25 (размеры в мм) изображено сплошное щебеночное основание (московское), а на фиг. 26 (размеры в мм)—тип щебеночных



Фиг. 26.

канавок (в Берлине). Щебеночные канавки под действием воды, попадающей сверху с мостовой и снизу из грунта, имеют свойство располагаться в стороны, смешиваясь с окружающим грунтом, вследствие чего получается просадка лежащих на канавках

рельсов. Сплошное основание более надежно в этом отношении и особенно удобно для устройства в местах расположения стрелочных переводов, пересечений и на прочих узловых пунктах, где устройство шпального основания затруднительно. Щебеночные основания на практике приближаются к жестким основаниям с присутствием им недостаткам; кроме того, сильно страдают от воды, щебеночные основания требуют наличия дренажа; ремонт основания может производиться надлежащим образом лишь при выемке всего слоя щебня, промывке его от затвердевшего ила и грязи и при устройстве канавок вновь, так как простая подбивка просевших рельсов щебнем не дает удовлетворительных результатов.

Отношение стоимостей шпального, шпально-брускового, щебеночного на канавках, щебеночного сплошного и бетонного оснований на замощенных проездах, при всех прочих равных условиях, составляет примерно 1 : 1,8 : 2,5 : 3 : 5 (в московских условиях стоимость 1 кв. м шпального основания в песке—10 р.). При выборе типа основания особое значение имеет электропроводность основания, содействующая при плохом состоянии рельсовых стыков появлению блуждающих токов. В этом отношении наиболее совершенным является тип бетонного основания (сплошного под всем проездом) с асфальтовой изолирующей прокладкой под рельсом; менее совершенными являются щебеночные и шпальные основания, так как при мокром грунте изоляция рельсов, соприкасающихся с ними, ничем не обеспечена; более удачным является расположение рельсов на продольных брусьях, но все же оно не дает полной изоляции.

Для прикрепления рельсов в стыках к основанию, в случае бетонных оснований, служат анкеры, которые закладывают в бетон и соединяют с рельсами болтами или заклепками; при деревянных основаниях—костыли или шурупы; для оснований щебеночных, железобетонных и других применяют специальные укрепления в виде тяжей, болтов и т. п.

Мостовое замощение предохраняет основание В. с. трамвая от попадания в него поверхностной воды и удерживает рельсы в надлежащем положении, препятствуя боковым перемещениям их, защищая рельсы от  $t^{\circ}$ -ных влияний и уменьшая размеры изменений длины рельсов от действия темп-ры. Замощение путей обыкновенно устраивается такое же, как и прочей проезжей части улицы, но с укладкой вдоль рельсов специальных бордюрных камней, а иногда упругих прокладок для уменьшения взаимодействия между рельсами и мостовой. При укладке рельсов типа «Виньоль», при каменных мостовых, вдоль рабочего канта рельсов укладывают иногда специальный бордюрный камень, дающий возможность свободного качения ребордам колес. Асфальтовые и тордовые мостовые устраивают на слое бетона, гранитные—на бетоне или гравии, булыжные—на песке. По мнению английских авторитетов, наилучшие результаты дают мостовые из прямоугольных гранитных брусьев (150—225) × 100 мм, высотой

в 125 мм и на бетонном основании толщиной 125 мм с подливкой из цементного раствора состава 1 : 4 толщиной в 13 мм. Важным условием хорошей работы мостовой является тщательный подбор и посадка камней и надлежащее трамбование. В Америке замощение гранитными брусками ведется на слое гравия с устройством в некоторых случаях упругих прокладок между рельсом и мостовой, а также с заполнением пространства между шпалами слоем бетона (шпальные ящики). Швы мостовой заливаются на половину высоты гудроном и сверху цементом. Устройство брусчатых и булыжных мостовых на слое песка без заливки швов непрочны, в особенности же при отсутствии дренажа. Чтобы избежать просадки прилегающих к рельсам камней, боковые пазухи рельсов закладываются деревянными, бетонными, асфальтовыми или гончарными закладками, а иногда замазывают цементным раствором.

Большое значение для правильной работы В. с. в целом имеет надлежаще устроенный отвод воды от основания, что выполняется укладкой вдоль пути специальных дренажей, которые отводят воду в водосточную или канализационную сеть. Дренажные трубы закладываются или одной линией по оси междупутья или же двумя линиями по оси каждого пути. Дренажи укладываются из керамических труб диаметром около 150 мм, окруженных слоем щебня или шлака, в виде канавы, закладываемой на глубине 500—800 мм, или в виде простых продольных щебеночных канав, покрытых досками и без них; уклон дренажных труб 0,01—0,02. В некоторых случаях поперечные дренажные линии устраиваются в шахматном порядке, сходясь в среднюю дренажную линию, идущую по оси междупутья. На расстоянии 50 м друг от друга по оси дренажной линии располагают отстойные колодцы, предотвращающие преждевременное засорение дренажных труб. Для отвода воды, текущей по рельсовым желобкам, на путях в пониженных точках укладывают водосточные коробки со специальными прорезами в желобках для стока воды; коробки, имеющие отстойники, соединяют трубами с водосточной или канализационной сетью. Примеры устройства дренажной сети показаны на фиг. 23 и 25.

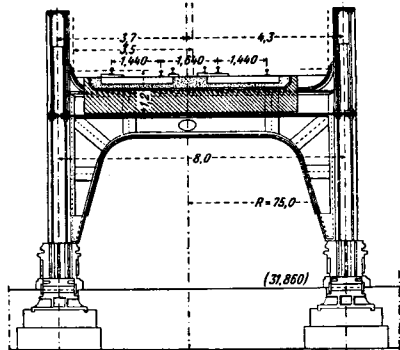
Лит.: Каменицкий А., Устройство пути городских и пригородных трамваев, Л., 1927; «Группы Постоянного Бюро всевозможных трамвайных съездов», Москва, 1924—27; R i c h e у A. S., Electric Railway Handbook, N. Y., 1924; «Proceedings of the American Electric Railway Engineering Association», N. Y.; «Les chemins de fer d'intérêt local et les tramways», Bruxelles, août, 1910; «Verkehrstechnik», B., August, 1884; «Electric Railway Journal», N. Y.; «Industrie des voies ferrées et les transports publ. automob.», P., août, 1907; «Electric Traction», Chicago. И. Германович.

### III. Верхнее строение метрополитена.

В. с. метрополитена отличается от В. с. железнодорожного пути главным образом в отношении балласта.

В н а д з е м н о м метрополитене, сооружаемом на металлических эстакадах, В. с. вначале не отличалось от типового на жел.-дор. мостах: рельсы прикреплялись непосредственно к поперечинам, уложенным на про-

езжей части эстакады (Нью Йорк, Лондон, Берлин). Проход поездов по такому В. с. вызывает сильный шум и вибрацию на эстакадах, в виду чего строители метрополитенов перешли к типу балластного В. с. (Париж, Гамбург, Берлин). Такой тип В. с. (фиг. 27) имеется на парижском метрополитене. Балласт располагается на кирпичных



Фиг. 27.

или бетонных сводиках, поддерживаемых балочками эстакады. Он несколько заглушает шум от поездов, но мертвый вес балласта и поддерживающих сводиков, ложась большой лишней нагрузкой на эстакаду, требует более сильных и тяжелых ферм, что значительно удорожает сооружение надземного метрополитена. В настоящее время вопрос о В. с. надземных метрополитенов потерял свою остроту, так как надземных метрополитенов более почти не строят.

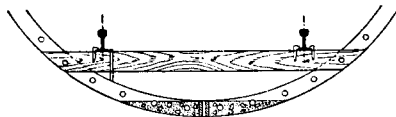
В. с. п о д з е м н о г о метрополитена делается на балласте и без балласта. Почти всюду, за исключением метрополитенов Лондона, Сиднея, Чикаго, Филадельфии и отчасти Нью Йорка, В. с. до сих пор делалось на балласте, и в общем оно не отличалось от В. с., принятого на ж. д. Типичный пример такого В. с. дает парижский метрополитен (фиг. 28). Однако применение балласта для В. с. подземных метрополитенов вызывает среди многих специалистов резкую



Фиг. 28.

критику, сводящуюся к следующему: 1) Балласт, применяемый в качестве посредника при передаче давления от шпал полотно, в подземных метрополитенах излишен, так как здесь вместо земляного полотна, состоящего из разнообразных грунтов и часто не выдерживающего непосредственного давления от шпал, под путем находится прочное основание в виде лотка тоннеля. 2) Применение щебня, как показывает практика,

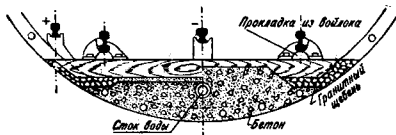
не предохраняет соседних зданий в достаточной степени от сотрясений при проходе поездов по тоннелям. 3) Балласт, не имея достаточного сцепления ни со шпалами ни с лотком, не гарантирует в должной мере устойчивости пути на кривых и в местах торможения, что для метрополитенов, с их малыми радиусами и большими уклонами, имеет большое значение. 4) В тоннелях балласт содействует отсыреванию шпал. 5) Балластный слой препятствует надлежащей очистке тоннеля от накапливающейся в нем вредной для здоровья органич. пыли. 6) Образующаяся в метрополитене от трения, тормозных колодок о бандажи колес металлическая пыль, проникая в балласт и металлизируя его, делает его электропроводным, что содействует



Фиг. 29.

появлению блуждающих токов, которые вызывают разрушающее явление электролиза в подземных металлических трубопроводах (водопровод, газопровод, канализация и пр.). 7) При балластном слое тоннелю метрополитена приходится давать большую высоту, что увеличивает стоимость сооружения метрополитена. 8) Наличие балласта в случае появления трещин в лотке не дает возможности своевременно их обнаружить. Однако, несмотря на перечисленные недостатки балластного типа В. с., многие высказываются за сохранение этого типа, опасаясь, что безбалластное верхнее строение будет отличаться жесткостью.

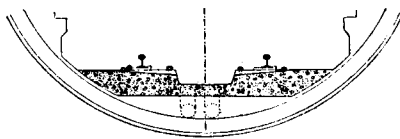
Безбалластное В. с. получило распространение преимущественно в т. н. «тюбах» лондонского метрополитена, где дало прекрасные результаты. На первых линиях, City and South London (фиг. 29), путь состоял из деревянных поперечин, свободно опирающихся своими концами на чугунные кольца тоннельной обделки туба, и обыкновенных виньольевских рельсов. Затем на линии Central London перешли к пути на продольных лежнях с уложенными на них рельсами типа Брюнеля. Лежни укладывались на бетонное основание, устроенное в нижней части такого туба. Оба эти типа В. с. на лондонском метрополитене теперь оставлены, и на последних линиях применяется тип пути на деревянных поперечинах, уложенных в бетонной кладке (фиг. 30).



Фиг. 30.

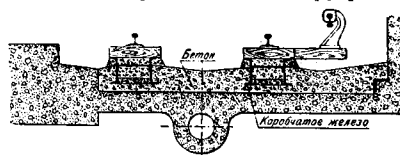
Для придания пути большей упругости концы шпал под рельсами укладывают не непосредственно на бетонную кладку, а на щебе-

ночную прослойку, между чугунной же рельсовой подушкой и шпалой закладывают слой просмоленного войлока. Такое В. с. вполне обеспечивает спокойную, ровную езду, не



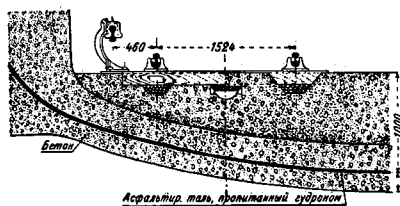
Фиг. 31.

требуя в то же время больших расходов на ремонт. На нью-йоркском метрополитене безбалластное В. с. применяется только на станциях и в подводных тоннелях с чугунной обделкой (типа тубов). Шпалы жестко заделывают в бетон (фиг. 31). Присутствие деревянной упругой шпалы несколько смягчает жесткость езды; она была бы значительно более мягкой, если бы поперечины работали не только на смятие, но и на изгиб. Такое же В. с. (шпалы в бетоне) применяется на чикагском подземном метрополитене. Особенно оригинально сконструировано



Фиг. 32.

В. с. на филладельфском метрополитене (фиг. 32): короткие полшпалы, расположенные отдельно друг от друга, лежат на продольных железных балках (из двух швеллеров каждая), втолпленных в бетон.



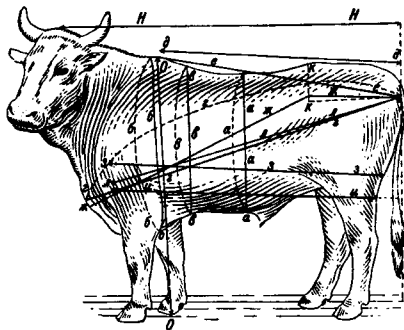
Фиг. 33.

При составлении бывшей Петроградской городской управой проекта метрополитена для Петрограда былработан тип В. с. со шпалами, заделанными заподлицо в бетон, причем для придания пути некоторой упругости часть шпал под рельсами должна была опираться не на бетон, а на щебеночный балласт (фиг. 33). При составлении Московского коммунального хозяйства проекта московского метрополитена были предложены между прочим два типа безбалластн. упругого верхнего строения на поперечинах, причем для придания пути большей упругости поперечины под самыми рельсами оставлены на некотором протяжении без опоры.

Особое значение имеет вопрос о сварке стыков рельсового пути. Широкое и удачное применение сплошной сварки рельсов на трамвайных путях Москвы, Ленинграда и многих городов за границей, а также удачные опыты сварки рельсов небольшими участками на нек-рых германских железн. дорогах дают право а priori сделать заключение, что сварка стыков в тоннелях метрополитена, где амплитуда колебания  $t^0$  обычно незначительна по сравнению с трамваями и обычными ж. д., предоставленными всем атмосферическим воздействиям, не может вызывать в рельсах опасных добавочных напряжений от темп-ры. А между тем сварка стыков обеспечивает спокойный ход поездов, дает меньший износ бандажей и рельсов на стыках и уменьшает сотрясение почвы, что в городах имеет большое значение для прилегающих зданий. Опыты сварки рельсовых стыков на метрополитене производились в Париже, где рельсы сваривались плетями по 4 звена, или по 72 м, в Нью Йорке на пробном участке общей длиной в 300 м, а также в жел.-дор. тоннеле Франкфурт-на-Майне—Бебра (находящемся в условиях, схожих с метрополитенными), в середине которого стыки были сварены на протяжении 1 200 м плетями по 90 м. Во всех этих случаях сварка стыков дала прекрасн. результаты как в отношении экономии ремонта пути, так и в отношении безопасности и спокойного хода поездов. Многие специалисты идут поэтому далее и настаивают на сплошной сварке рельсов без разделения на участки. Тем не менее в виду новизны дела и за неимением еще достаточных опытных данных (а опытов со сплошной сваркой не было нигде еще произведено) рекомендуется не производить сплошной сварки стыков на большое протяжение, а расчлнить линию на небольшие участки длиной по 4—5 рельсовых звеньев и кроме того ограничиться сваркой лишь на прямых участках линии или на кривых больших радиусов. Необходимо также отметить, что в современных системах блокировки при помощи рельсовой цепи путевые рельсы у блокировочн. постов обязательно должны быть электрически изолированы друг от друга на месте стыка, для чего они обычно скрепляются вместо железных деревянными накладками, причем в зазор вставляются кожаные или фибровые прокладки. Естественно, что о сварке такого стыка не м. б. и речн и сплошные сваренные участки рельсовых нитей на метрополитене не могут превосходить в таком случае длины блок-поста.

Лит.: Г и р ш о н Г., Городские дороги большой скорости, СПб, 1900; По вопросу о сооружении метрополитена и развитии сети гор. ж. д. в Петрограде, Уд.-ние петрогр. гор. ж. д., П., 1917; К ю н е р К. Э., Сплошная рельс. путь, уничтожение зазоров и сварка стыков на магистр. ж. д., М., 1925; H e r v i e u J., Le chemin de fer métropolitain de Paris, t. 1, 2, P., 1903, 1907; T h i e r y J. B., Note sur le Métropolitain de Paris, Paris, 1907; M a t t e r s d o r f W., Die Hamburger Hochbahn, B., 1912; S i e m e n s u. H a l s k e, Elektrische Hoch- und Untergrundbahn in Berlin, Berlin, 1913; T a y l o r M e r r i t A., Report of Transit Commissioner City of Philadelphia, v. 1—2, Philadelphia, 1913; M u s i l F., Die elektrischen Stadtschnellbahnen d. Vereinigten Staaten von Nordamerika, Berlin, 1913; O t a m e n d i M., Metro-politeno Alfonso XIII, Madrid, 1921—1924; A u s a m u s E. et G a l l i e n L., Tramways, métropolitains et automobiles, Paris, 1924, С. Р о з а н о в.

**ВЕРХУШЕЧНАЯ ПОЧКА**, см. *Дерево*. **ВЕС ЖИВОТНЫХ** играет большую роль в определении их ценности в правильно поставленном хозяйстве. Каждая порода характеризуется определенным весом самцов и самок: в каждом возрасте молодой при нормальном росте должен достигать определенного веса; при откорме вес животных должен каждый день возрастать на определенную величину, в зависимости от породы и степени откорма, по периодам и возрастам. Живой вес животного соответствует весу ценных продуктов убоя и отбросов. Отношение в % убойных ценных продуктов к живому весу называется убойным весом. Живой вес обычно определяют взвешиванием животного, при отсутствии же весов его узнают вычислением по некоторым пропорциям живого животного (см. ниже фиг.).



Промеры делаются следующие: 1) вертикальный наибольший обхват живота по середине корпуса *a*; 2) перекрестный обхват груди через середину холки, между передними ногами, через передний выступ плечелопаточного сочленения с одной стороны и через задний край лопатки с другой стороны корпуса *b*; 3) наименьший обхват груди за передними ногами *c*; 4) продольный обхват туловища кругом его (по эллипсоиду) *g*; 5) горизонтальная длина туловища от середины холки до вертикали через выступ седальной кости *d*; 6) косяя длина туловища от холки к выступу седальной кости *e*; 7) косяя и ломаная длина от выступа грудной кости до мокла и далее до седальной бугра *ж*; 8) боковая длина туловища от середины плеча по горизонтали до пересечения с перпендикуляром, опущенным от седальной бугра *з*; 9) боковая длина туловища по горизонтали между перпендикулярами через плечелопаточное сочленение и выступ седальной кости *и*; 10) контур крупа от точки на спинном хребте между моклами до нижнего выступа мокла, а оттуда через выступ седальной кости до средней линии туловища между задними ногами *к*; эту величину умножают на 2; 11) основная длина туловища от плечелопаточного сочленения до седальной бугра *л*; 12) верхняя длина туловища от затылка до корня хвоста *н* и 13) высота в холке—высшая точка в холке *o*.

Живой вес для крупного рогатого скота (по Мациевичу)  $P = a \times e \times 69$ , причем для того же скота берут коэф. 63, а для откормленного 75. Точно так же  $P = a \times e \times \mu \times 62$ . По Кловвер-Штрауху составлена таблица, в которой в столбцах на пересечениях основной длины  $\lambda$  и обхвата  $e$  в см находят живой вес в кг. По Пресслеру,

$$P = \left(\frac{e}{2}\right)^2 \pi \times \rho \times C,$$

где  $C$  — постоянный коэф. в зависимости от упитанности: для волов 39, 40, 41, для молодняка 40, 41, 42, для коров (нестельных) 42, 43, 44. Для откормленных волов, по Кетле,  $P = e^2 \times z \times 8,75$ ; по Крева,  $P = a \times e \times \mu \times 80$ ; по тому же автору,  $P = e^3 \times 80$ . Для убойного веса, по Домбальо,  $P = e^3 \times 29,5$ ; по Эварту,  $P = e^2 \times d \times 53,5$ ; по Крева,  $P = a \times e \times \mu \times 50$ . Все измерения делаются в см, живой вес получается в кг.

Для определения живого веса лошадей измеряют обхват  $e$  в англ. дюймах и длину корпуса  $\lambda$  и, приняв обхват за окружность круга, вычисляют его радиус, возводят в квадрат и помножают на длину корпуса, а полученное произведение делят на коэф. 27,5 либо 30,7, либо 35,3, смотря по упитанности. По Хлюдзинскому, рост лошади в холке, выраженный в англ. дюймах, умножают: для рабочих лошадей легкого сложения на 13 либо 14,5, либо 16 и для лошадей тяжелого типа на 19 либо на 21, смотря по упитанности (вес в фн.).

Живой вес свиней, по Придорогину, получают умножением длины туловища  $H$ , выраженной в дюймах, на обхват корпуса  $e$  в дюймах же и делением произведения на 9 либо 10, либо 11, смотря по упитанности (вес в фунтах).

Лит.: Широких А., Основы улучшения крупного рогатого скота, Варшава, 1898; Лискун Е. Ф., Кормление сельскохозяйственных животных, 2 изд., Москва, 1926. Е. Лискун.

**ВЕС СЦЕПНОЙ** локомотива, вес, падающий на те оси локомотива, к которым прилагаются вращающие их силы. Локомотив может двигаться лишь тогда, когда вращающие силы  $F \leq \varphi Q$ , где  $\varphi$  — коэф-т трения между колесом и рельсом, а  $Q$  — вес, приходящийся на движущие колеса. Коэф-т трения называется также коэффициентом сцепления, поэтому и вес  $Q$ , определяющий значение наибольшей возможной силы тяги, получил название веса сцепления, или, проще, сцепного веса. Из ф-лы видно, что чем больше значение необходимой силы тяги локомотива, тем больше должен быть сцепной вес. В товарных локомотивах, развивающих большую силу тяги при малой скорости, используется по возможности максимум веса, и отношение В. с. к общему весу колеблется в пределах 75—100%. В пассажирских локомотивах, работающих при более высоких скоростях, но с меньшей силой тяги, нет надобности использовать для сцепления максимум веса, и поэтому отношение в них В. с. к общему принимается от 50 до 75%. В абсолютных величинах вес сцепной товарных локомотивов в Америке равен 120—150 т, достигая в исключительных случаях 250 т, в Европе не превосходит 80—100 т. Вес сцепной пассажирских локомотивов: в Америке 90—120 т, в Европе 50—75 т.

**ВЕСА ИЗМЕРЕНИЙ.** Если произведено  $n$  измерений одной и той же величины  $x$  с одинаковой точностью и результаты измерений выразились числами  $x_1, x_2, \dots, x_n$ , то наиболее вероятное значение  $x$  есть среднее арифметическое:

$$x = \frac{x_1 + x_2 + \dots + x_n}{n} \quad (1)$$

(см. Ошибки измерений). Для получения наиболее вероятного значения при неравнооточных наблюдениях вообразим, что каждая величина  $x_i$  есть средняя из  $p_i$  равнооточных наблюдений:

$$x_i = \frac{x_{i1} + x_{i2} + \dots + x_{ip_i}}{p_i}$$

Тогда по ф-ле (1) наиболее вероятное значение

$$x = \frac{x_{11} + x_{12} + \dots + x_{1p_1} + \dots + x_{n1} + x_{n2} + \dots + x_{np_n}}{p_1 + p_2 + \dots + p_n} = \frac{p_1 x_1 + p_2 x_2 + \dots + p_n x_n}{p_1 + p_2 + \dots + p_n} \quad (2)$$

В ф-ле (2) при  $x$  находятся множители  $p_i$  — В. и. В. в практике, имея единичные измерения  $x_i$  неравной точности, каждому из них приписывают вес  $p_i$ , стараясь из обстановки наблюдений выяснить его точность и придавая большие веса более надежным измерениям; затем наиболее вероятное значение  $x$  вычисляется по формуле (2). В. Степанов.

**ВЕСЕЛЫЙ ГАЗ**, закись азота, см. Азота окислы.

**ВЕСОМ**, отвес, нить с грузом на конце; для проверки вертикальности установок нить подносят к данной установке и, когда колебания груза прекратятся, проверяют параллельность нити относительно плоскости стены, стоек, столбов и т. п.

**ВЕСЫ**, прибор для определения веса тел. В зависимости от принципа, положенного в основу конструкции, различаются следующие типы весов: рычажные, гидростатические и пружинные. Наибольшее применение в промышленности, торговле и научной работе имеют рычажные весы.

Весы вообще должны обладать следующими свойствами: 1) устойчивостью, 2) чувствительностью, 3) верностью, 4) неизменяемостью показаний и 5) прочностью. Устойчивость — свойство В. автоматически возвращаться после нескольких колебаний в состояние равновесия по прекращении действия силы, нарушившей равновесие. Чувствительность — свойство рычага отклоняться на видимый угол под действием достаточно малого груза. Верность В. в смысле абсолютной математической точности практически неосуществима вследствие трения в частях механизма и неизбежной неточности отношения плеч. В виду этого законом устанавливается для каждого рода В. допускаемая максимальная погрешность, и т. о. В. считаются верными, если ошибки, получаемые при взвешивании, не выходят за пределы допуска. Неизменяемость показаний заключается в совпадении результатов при повторных взвешиваниях одного и того же груза на одних и тех же В. Это совпадение также не м. б. математически точным, и практически требуется лишь, чтобы

расхождение не выходило за пределы допуска. Наконец прочностью — свойство весового прибора продолжительно сохранять требуемую степень устойчивости, чувствительности и верности.

В 1928 г. Комитет по стандартизации при СТО утвердил стандартную номенклатуру, условные обозначения и наибольшие нагрузки (грузоподъемности) для рычажных весов, подлежащих обязательной поверке и клеймению (табл. 1). Кроме В., вошедших

Табл. 1.—Стандартная номенклатура весов (ОСТ 248, 249).

Название	Условное обозначение	Наибольшие нагрузки
Коромысловые обобщенные	О	2,5,10,20,50,100,200 кг
Коромысловые точные	А	1,5,20,50,100,200,500 г, 1,5,10,20,50 кг
Безмены	Б	10,20 кг
Столовые	С	2,5,10,20,30 кг
Товарные	Тв	100,200,500 кг, 1,2,3 т
Возовые	Вз	2,3,5,10 т
Вагонные	В	30,50,75,100 т
Крановые	К	500 кг, 1,2,5,10,20 т
Медицинские	М	20,150 кг

в стандартную номенклатуру, на практике применяются еще некоторые специальные типы: а) автоматические (преимущественно для сыпучих и жидких тел) — «Ав», б) аналитические для лабораторной и научной работы — «Ан», в) образцовые и для поверки гири — «Кн», г) специальные для различных особых целей (для определения сорта пряжи, бумаги и пр.) — «Сп».

### 1. Общая теория рычажных В.

На фиг. 1 изображен  $AB$  — рычаг 1-го рода:  $O$  — точка опоры,  $P$  — гиря, приложенная на расстоянии  $L$  от точки опоры,  $Q$  — взвешиваемый груз, приложенный на расстоянии  $l$ . Условие равновесия:  $Ql = LP$ , или  $Q = \frac{L}{l} P$ .

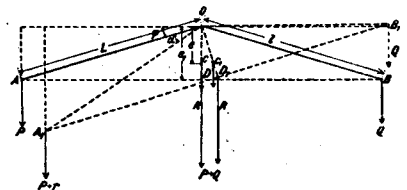
1) При постоянном отношении  $L:l$  и переменном  $P, B$ . могут быть равноплечные, если  $L=l$ , неравноплечные, если  $L \neq l$ ; причем если  $L:l = 10$ , веса называются десятичными. 2) При постоянном  $P$ , но переменном отношении  $L:l$ , веса называются безменом. 3) Наконец, если при постоянных  $P$  и  $L:l$  вес тела определяется по углу отклонения рычага, получаются циферблатные веса.

Рычаг в весах, на котором помещаются гири для определения веса, называется коромыслом. Построение коромысла уясняется следующими теоретич. соображениями. Пусть  $P$  и  $Q$  (фиг. 2) будут две взаимно уравновешивающиеся силы, а  $R$  — собственный вес коромысла, приложенный к центру тяжести  $C$ . Прибавлением груза  $r$  заставляем ко-

ромысло отклониться на угол  $\alpha$ . При перемещении ц. т. из  $C$  в  $C_1$  имеем такое равенство моментов сил:  $r \cdot A_1 O = R \cdot O_1 O$ , или  $rL \cos \alpha = Re \sin \alpha$ , откуда

$$r = \frac{Re}{L} \operatorname{tg} \alpha.$$

Грузик  $r$  характеризует чувствительность весов: чем он меньше при том же угле отклонения, тем коромысло чувствительнее. Увеличение расстояния  $e$  влечет за собой необходимость увеличения грузика  $r$  и вызывает уменьшение чувствительности. Следовательно для увеличения чувствительности расстояние между точкой опоры и центром тяжести должно быть минимальным; в этом случае рычаг легче выводится из состояния равновесия и возвращается к нему после значительного числа колебаний. С другой стороны, для обеспечения устойчивости ц. т. рычага должен находиться ниже точки опоры; при совпадении обеих точек получится состояние безразличного равновесия, при помещении же ц. т. выше точки опоры — неустойчивое равновесие. Увеличение чувствительности путем увеличения плеча  $L$  имеет то неудобство, что одновременно увеличивается и вес  $R$ , а вместе с тем при удлинении рычага увеличивается возможность его прогиба. Отсюда следует, что рычаг д. б. возможно коротким и из легкого материала, с наибольшим модулем упругости и. В особю точных В. прибегают к оптическим приборам для наблюдения очень малых углов отклонения и тем практическим уменьшат величину грузика  $r$ , т. е. увеличат чувствительность  $B$ . Если прямая  $AB$ , соединяющая точки приложения сил (точки



Фиг. 3.

подвеса чашек), не проходит через точку опоры  $O$ , что бывает на практике вследствие изгиба рычага и некоторой неточности изготовления прибора, то это также отзывается на чувствительности  $B$ . На фиг. 3 изображен такой случай изгиба рычага:  $\varphi$  — угол наклона плеча  $AO$  к горизонту,  $D$  — точка приложения равнодействующей сил  $P$  и  $Q$  (центр тяжести чашек и их груза),  $e_1$  — расстояние этой точки от опоры,  $e$  — расстояние центра тяжести коромысла от точки опоры. Момент грузика  $r$  должен уравновесить момент рычага и момент, образовавшийся благодаря смещению центра тяжести в  $D_1$ . Условие равновесия:

$$rL \cos(\varphi + \alpha) = Re \sin \alpha + (P + Q)e_1 \sin \alpha,$$

откуда

$$r = \frac{Re + (P + Q)e_1}{L} \frac{\sin \alpha}{\cos(\varphi + \alpha)}.$$

Так обр. помимо веса рычага и расстояния его ц. т. от точки опоры чувствительность зависит также от нагрузки и от величины

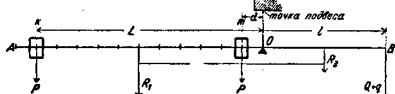


угла  $\varphi$ ; когда  $R$  незначительно по сравнению с  $(P+Q)$ , можно практически принять, что чувствительность обратно пропорциональна нагрузке. При помощи аналогичных же соображений можно получить выражение и для того случая, когда точки  $A$  и  $B$  выше точки опоры:

$$r = \frac{Re - (P+Q)e_1}{L} \cdot \frac{\sin \alpha}{\cos(\alpha - \varphi)}$$

Здесь при  $(P+Q)e_1 < Re$  — устойчивое равновесие, причем чувствительность возрастает с увеличением нагрузки, так как грузик  $r$ , как видно из формулы, уменьшается; при  $(P+Q)e_1 = Re$  — безразличное равновесие, а при  $(P+Q)e_1 > Re$  — неустойчивое равновесие ( $B$ . «заваливаются»).

В формуле  $Q = \frac{L}{l} P$  при постоянном  $P$  отношение  $L:l$  может изменяться трояким образом: а) изменяется  $L$  (перемещением передвижной гири) — безмен 1-го рода (так назыв. римское коромысло); б) изменяется  $l$  (перемещением взвешиваемого груза) — безмен 2-го рода, имеющий ограниченное применение лишь в нек-рых специальных весах; в) одновременно изменяются  $L$  и  $l$  (перемещением точки опоры) — безмен 3-го рода; к употреблению не допускается. Условие равновесия для безмена 1-го рода (фиг. 4) при



Фиг. 4.

нахождении передвижной гири  $P$  на последнем делении  $k$  шкалы выражается равенством моментов левой и правой части:

$$PL + M_1 = M_2 + lq + lQ,$$

где  $M_1$  и  $M_2$  — собственные моменты левого и правого плеч безмена,  $q$  — вес чашки безмена, а  $Q$  — груз. При отсутствии груза гиря находится на нуле  $m$  деления  $n$  (отстоящем от точки опоры на  $d$ ) и в таком случае уравнение равновесия имеет вид:

$$Pd + M_1 = ql + M_2.$$

Вычитая последнее уравнение из предыдущего, получаем:

$$PL - Pd = Ql,$$

откуда вес передвижной гири  $P = \frac{Ql}{L-d}$ . Из

формулы ясно, что величина взвешиваемого груза прямо пропорциональна  $(L-d)$ , т. е. длине шкалы, чем и определяется способ нанесения делений, а именно: нанеся два крайних деления, подразделяют расстояние между ними на равные части, которые и соответствуют равномерному изменению значения передвижной гири.

В практике производства и ремонта безменов встречается необходимость и с пр ав л е н и я веса передвижной гири. Если мы обозначим через  $r$  груз, который надо прибавить к гире при нахождении ее на конечном делении для восстановления равновесия, а через  $x$  недостаток веса передвижной гири при нуле, то получаем следующие уравнения моментов. При нахожде-

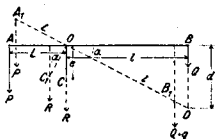
нии гири  $(P-x)L + M_1 + rL = M_2 + ql + Ql$ , а при нахождении передвижной гири на начальном делении

$$(P-x)d + M_1 = M_2 + ql.$$

Вычитая второе уравнение из первого и подставляя значение  $P$ , ранее полученное, находим:

$$x = P \frac{L}{L-d}.$$

Построение циферблатных весов уясняется из фиг. 5:  $O$  — точка опоры,  $C$  — центр тяжести,  $e$  — расстояние между ними,  $R$  — вес рычага,  $P$  — постоянный вес гири,  $Q$  — груз, уравновешивающий эту гирю.



Фиг. 5.

Если к грузу  $Q$  прибавить груз  $q$ , то при отклонении рычага на угол  $\alpha$  имеем равенство моментов:

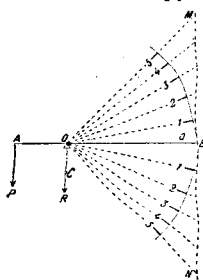
$$PL \cos \alpha + R \sin \alpha = Ql \cos \alpha + ql \cos \alpha.$$

Заменяя  $PL$  через равную ему величину  $Ql$ ,

найдем  $q = \frac{Re}{l} \operatorname{tg} \alpha$ ; подставив далее вместо

$\operatorname{tg} \alpha$  равную величину  $\frac{d}{l}$ , получим:  $q = \frac{Re}{l^2} d$ .

При постоянном множителе  $\frac{Re}{l^2}$  может происходить лишь изменение величины отрезка  $d$ , которое пропорционально нагрузке. Последнее свойство и позволяет нанести шкалу в виде циферблата. Построение шкалы (фиг. 6): через конец  $B$  рычага, который служит указателем, проводится отвесная линия  $MN$ , на которой откладываются равные части, отвечающие равным приращениям веса нагрузки. Соединив эти точки



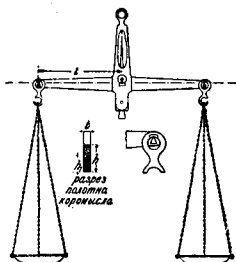
Фиг. 6.

деления с центром вращения рычага, получим искомые деления циферблата:  $0, 1, 2, 3, 4, 5$ , которые, не будучи равными по величине между собой, в то же время отвечают одинаковым изменениям нагрузки. Величина отрезков дуги уменьшается по мере отклонения рычага от горизонтального положения, и следовательно чувствительность весов уменьшается с увеличением нагрузки. Необходимость помещения центра тяжести далеко от точки опоры не позволяет достигать в циферблатных весах высокой чувствительности. Чувствительность циферблатных весов уменьшается также и потому, что для вращательного движения рычага на  $90^\circ$  и более пружина заменяется осью, что дает значительно большее трение.

## II. Системы и конструкции рычажных В.

1) Коромысловые В. обыкновенные (условное обозначение «О») — равноплечные весы с подвижными чашками

(фиг. 7). Эти В. применяются в торговле и промышленности для взвешивания обыкновенных товаров и материалов. Допускаемая погрешность при проверке составляет при наибольшей нагрузке  $\pm 0,1\%$  взвешиваемого груза. Стандартные размеры весов и их частей указаны в табл. 2.



Фиг. 7.

делями, когда требуется более точное взвешивание. Они также изготавливаются в форме равноплечных В. с нижними чашками

Табл. 2.—Стандартные размеры весов «О» (ОСТ 253).

Приблизит. вес в кг	Наибольшая нагрузка на каждую чашку в кг	Длина плеча (l) в мм	Толщина полотна (b) в мм	Ширина полотна (без выступов)	
				у опорной призмы (опасное сечен.—h) в мм	у грузоприемной призмы (h <sub>1</sub> ) в мм
0,4	2	200	6	30	15
0,8	5	250	8	35	17
1,0	10	300	8	40	20
2	20	350	10	50	25
5	50	453	14	70	35
10	100	500	18	90	45
20	200	650	25	105	52

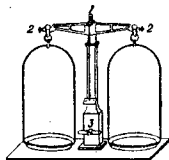
и отличаются от типа «О» более тщательной и точной пригонкой и соответственно уменьшенным допуском (табл. 3). Наиболее распространенный тип В. изображен на фиг. 8,

Табл. 3.—Допуски для весов типа «А».

Наибольшая нагрузка . . . . .	г	1	5	20	50	100	200	500
Допускаемая погрешность . . . . .	мг	3	6	15	30	40	50	100
Наибольшая нагрузка . . . . .	кг	1	5	10	20	50	—	—
Допускаемая погрешность . . . . .	г	0,2	0,5	1	2	5	—	—

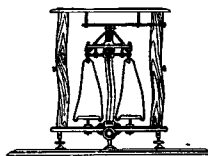
хотя для точных весов может применяться и конструкция «О». Для достижения большей чувствительности тип «А» снабжается приспособлением для перемещения центра тяжести в виде гирьки 1, передвигающейся по винтовой нарезке; гирька д. б. несъемной. Для регулировки равновесия всей системы на концах коромысла помещаютсядвигающиеся по винтовой нарезке несъемные гирьки 2. Весы снабжаются по б. ч. аретиром 3, поднимающим опорную призму над подушкой. Коромысло обычно изготавливается медное никелированное, хотя мо-

гут применяться железо, сталь и алюминий. Чашки, обычно медные никелированные, могут также изготавливаться из фарфора, стекла, фаянса, эбонита. Подвеска чашек—при помощи металлических прутьев или цепочек; шелководышнурки допускаются в точных весах грузоподъемностью не свыше 100 г.



Фиг. 8.

Аналитические В. («Ан»), применяемые для всякого рода лабораторных работ, требующих высокой точности при определении веса, также изготавливаются с равноплечными коромыслами, поскольку последние, как это вытекает из изложенной общей теории весов, дают наибольшую чувствительность и точность. По существу они являются лишь более усовершенствованным типом коромысловых точных весов. Допуски и чувствительность для аналитических В. законом не устанавливаются, а диктуются требованиями аналитической работы и практик. пределами точности, которой в состоянии достигнуть производитель весов. Практически чувствительность этих В. колеблется в различных конструкциях и наибольших нагрузках от 0,1 до 0,005 мг; точность же взвешивания составляет половину указанных величин. Наибольшими нагрузками для них являются 500, 200 и 100 г, реже 1 кг, 50 и 20 г. Аналитические весы обязательно снабжаются изолирующим приспособлением, помощью которого средняя опорная подушка разделяется со средней призмой, а крайние призмы освобождаются от нагрузки чашек, садящихся на специальные опоры. Коромысло снабжается специальной шкалой, служащей для отсчетов при пользовании малыми проволочными гирьками, так наз. рейтерами.



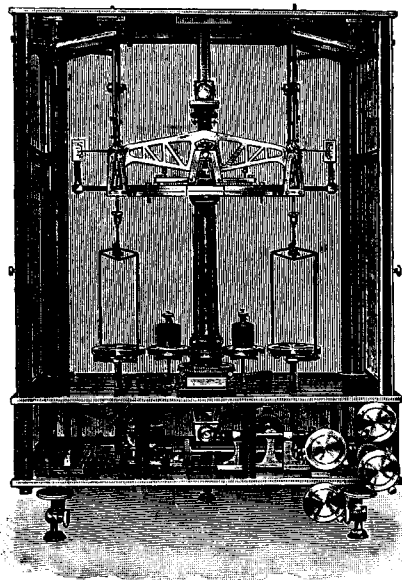
Фиг. 9.

Наложение рейтеров производится помощью специального вращающегося стержня, находящегося над коромыслом. На фиг. 9 изображена схема аналитических весов на 200 г, изготовляемых Трестом точной механики в Москве.

Для точных отсчетов по шкале В. снабжаются лупой с зеркальным приспособлением.

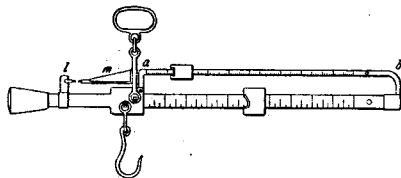
Другой разновидностью точных коромысловых весов являются так наз. образцовые В., применяемые гл. обр. для проверки гирь, а в исключительных случаях и для точных взвешиваний в торговле и промышленности. Они изготавливаются с нагрузкой в 2, 20, 200, 500 г, 1, 5, 10, 20 и 50 кг и согласно правилам Главной палаты мер и весов делаются на два разряда. К первому относятся весы, служащие для проверки точных и контрольных гирь, употребляемых поверочными же палатами; ко второму—весы для проверки обыкновенных гирь. Чувствительность (т. е. наименьшая величина груза, отклоняющего стрелку на одно деление шкалы) д. б. для В. первого разряда:

0,1 мг—для В. до 2 г; 1 мг—для В. до 20 г; 5 мг—для В. до 200 и 500 г; 20 мг при грузоподъемности 1—5 кг и 200 мг—при грузоподъемности 10—50 кг. Для В. второго разряда чувствительность в 5 раз меньше (т. е. грузик больше). Точные весы, применяемые в метрологических учреждениях (напр.



Фиг. 10.

в Главной палате мер и весов), где производится поверка эталонных гирь, изображены на фиг. 10. Их точность достигает 0,001 мг. Такого рода В. устанавливаются в особом помещении на специальном фундаменте, превосходящем глубину фундаментов всех соседних зданий, во избежание колебаний от уличного движения. Наблюдение за взвешиванием и наложение гирь производится из смежного помещения помощью оптических приборов и специальных рычагов.



Фиг. 11.

3) Безмены («Б») допускаются в СССР лишь 1-го рода. На фиг. 11 изображен безмен, конструкция которого не требует пояснений; для более грубых взвешиваний он может изготовляться и без дополнительной

шкалы *ab*. Равновесие указывается стрелками *m* и *l*. Для помещения груза может применяться помимо крючка чашка или площадка. Благодаря своей простотности, небольшому весу (2—5 кг) и невысокой цене безмены играют большую роль в крестьянском хозяйстве.

4) Столовые В. («С»), равноплечные весы с верхними чашками, особенно распространенные в торговле, весьма пригодны для скорого взвешивания, так как их чашки, не заграждаемые цепями или шнурами, дают большой простор для манипуляций. Установленный допуск также  $\pm 0,1\%$  при максимальной нагрузке. Наиболее употребительна система Беранже, изобретенная на фиг. 12. *KK*—железный равноплечный рычаг 1-го рода; *kk* и *k<sub>1</sub>k<sub>2</sub>*—два железных рычага 2-го рода; левая чашка покоится на призме *A* (две точки опоры) и—помощью ноги *NF*—на серьге *ss* рычага *kk*, соединенного с коромыслом *KK* серьгой *SS*. Противоположная чашка имеет такое же устройство. Силу *Q*, соответствующую взвешиваемому грузу, можно разложить на две силы: *q<sub>1</sub>*, приложенную к опорной призме *A*, и силу *q<sub>2</sub>*, приложенную к призме *E*. Обозначив через *x* силу, передаваемую рычагом *kk* через серьгу *SS* и точки *H* и *B* на коромысле *KK*, имеем:

$$q_2 : x = DH : DE, \text{ т. е. } x = q_2 \cdot \frac{DE}{DH}.$$

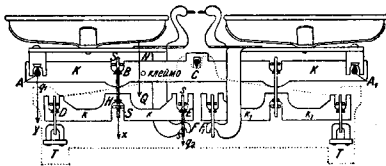
На коромысле *KK* мы имеем:

$$y : x = CB : CA,$$

откуда

$$y = q_2 \cdot \frac{DE \cdot CB}{DH \cdot CA}.$$

Следовательно  $y = q_2$ , если плечи имеют отношение  $DE : DH = CA : CB$ . Практически



Фиг. 12.

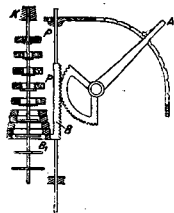
это достигается делением пополам плеча *AC* в точке *B* и плеча *DE* в точке *H*. При таких условиях сила *q<sub>2</sub>* передается на призму *A* без изменения, так что на нее действует сумма сил  $q_1 + q_2$ , т. е. вся нагрузка *Q*, независимо от местонахождения груза в той или иной точке чашки. Станина *TT* обычно отливаются из чугуна. Призмы и подушки, а равно места взаим. соприкосновения сереек, хомутиков и т. п. делаются из стали. Стандартные размеры весов «С» приведены в табл. 4.

Стремление ускорить развеску товаров и облегчить подсчет гирь привело к конструкции В., в которых наложение гирь вручную заменено включением подвижных гирь помощью рычагов (фиг. 13): гири *P* подвешены на стержнях к коромыслу весов; движением зубчатой рейки *B* с захватом *B<sub>1</sub>*, приводимой в действие рычагом *A*, коромысло *K* разгружается и нагружается гирями.

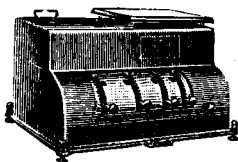
Табл. 4.—Стандартные размеры весов «С» (ОСТ 255).

Наибольшая нагрузка на чашку в кг	Приближит. вес весов с крупными делениями шкалы в кг	Длина плеча в мм		Ширина полотна в опасном сечении в мм		Толщина полотна в мм	
		коро-мысло	рычаг	коро-мысло	рычаг	коро-мысло	рычаг
2	4	150	60	30	14	6	5
5	7	200	80	25	18	7	6
10	9	230	90	30	20	8	7
20	15	260	100	35	22	10	8
30	25	300	115	45	30	10	9

Указанный принцип применен германской фирмой Динзе в весах, изображенных на фиг. 14 (вид спереди) и 15 (вид без кожуха). С обратной стороны весы



Фиг. 13.

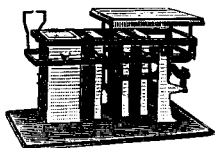


Фиг. 14.

имеют также окошко со счетчиком, который показывает покупателю вес.

Еще большую скорость взвешивания дают В. с циферблатом, хотя чувствительность их ниже, чем в весах Беранже. Но практика Европы показывает, что этот недостаток с избытком восполняется быстротой взвешивания и уменьшением субъективных ошибок при подсчете гирь. Весы, изображенные на фиг. 16, представляют собой комбинацию циферблатного механизма и системы рычагов типа столовых В. Беранже.  $S_1$ ,  $S_2$ —опорные призмы;  $L_1$ ,  $L_2$  и  $L_3$ —грузоприемные призмы;  $G_1$  и  $G_2$ —соединительные призмы;  $LSN$ —коромысло с противовесом. Весы снабжены воздушным тормозом  $D$  (для больших нагрузок применяется глицириновый или масляный тормоз), назначение которого прекращать колебания стрелки для получения более быстрого отсчета на циферблате.

Несколько более сложные типы коромысел для весов с циферблатом приведены на фиг. 17: слева—грузоприемная призма заменена кулаком  $A$ , на котором в точке  $B$  прикреплена гибкая стальная лента, причем кривой  $BL$  придается форма, обеспечивающая равномерность шкалы; справа—призмы заменены кулаками  $A$  и  $D$ , коромысло подвешено на ленте  $FSE$  и вращается с помощью ленты  $CLB$ ; движение коромысла передается кремальерой зубчатому колесу, с которым соединена указательная стрелка. Иногда на циферблате наносится не только цифры, обозначающие вес, но и стоимость дан-



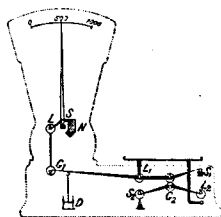
Фиг. 15.

ного количества товаров при той или другой цене единицы веса.

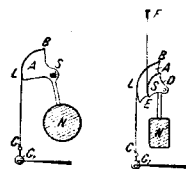
Расчет коромысла равноплечных В. сплошной и обладает значительной прочностью, но способен давать прогиб и потому не является рациональной формой коромысла, в особенности для точных весов. Исходя из этих соображений, коромысло равноплечных весов рассчитывают без учета прогиба по формуле  $Pl = K \frac{bh^2}{6}$ , следовательно величина безопасной нагрузки на одно плечо  $P = \frac{bh^2}{2l}$ , где  $b$ —толщина,  $h$ —ширина полотна коромысла в опасном сечении и  $l$ —длина плеча. Допускаемое напряжение  $K$  равно  $3 \text{ кг/мм}^2$ , т. е. вдвое ниже нормы, принимаемой при обычных расчетах, так как эксплуатация обыкновенных В. сопровождается обычно небольшими ударами. Та же формула применяется и для расчета медного коромысла антикарских весов, коромысел и рычагов столовых В. и коромысел товарных В. Для медных коромысел  $K = 1 \text{ кг/мм}^2$ . Для точных В. зависимость грузина  $r$ , характеризующего чувствительность весов, от прогиба коромысла (т. е. от его жесткости) выражается следующей формулой:

$$r = \frac{Qe + Pl}{\frac{1}{div} l}$$

где  $Q$ —вес коромысла,  $P$ —наибольшая нагрузка на каждую чашку вместе с весом последней,  $e$ —расстояние центра тяжести коромысла от острия средней опорной призмы,  $h$ —длина указательной стрелки,  $1 \text{ div}$ —величина одного деления шкалы,  $f$ —стрела прогиба коромысла,  $l$ —длина одного плеча коромысла. Требование достаточной жесткости вызывает необходимость применения типа сквозной фермы (фиг. 8—10). Проверка прочности коромысла на изгиб и скалывание производится обычными способами. Прогиб  $f$  можно определять графически методом Мора—построением упругой линии изгиба коромысла, как веревочной кривой для сил, пропорциональных площадям диаграммы изгибающих моментов.



Фиг. 16.



Фиг. 17.

5) Товарные В. («Тв») представляют собою неравноплечные В., состоящие из системы сочлененных между собою, неравноплечных рычагов, чем и достигается уменьшение веса требуемых гирь. Окончательное отношение В. получается путем перемножения отношений сочлененных рычагов:

$$\frac{1}{n} = \frac{1}{n_1} \cdot \frac{1}{n_2} \cdot \dots \cdot \frac{1}{n_r}$$

т. е. вес гири  $P$ , уравновешивающей груз, равняется  $\frac{P}{n}$ . Допуск при наибольшей нагрузке  $\pm 0,1\%$ .

На практике наиболее употребительны следующие системы товарных весов.

а) Десятичные В. (системы Квинтента)

а) Десятичные В. (системы Квинтента) изображены в схематич. виде на фиг. 18. Железное коромысло с отношением плеч  $CA : CB = 10$ . Платформа  $S$  помощью тяги  $BK$  подвешена



Фиг. 18.

к короткому плечу коромысла, а другой край платформы опирается на подплатформенный железный рычаг в двух точках  $D$  и  $D_1$ . Последний лежит одним концом на опорных призмах  $E$  и  $E_1$ , а другим концом подвешен при помощи тяги  $HF$  к короткому плечу коромысла. Нагрузку весов  $Q$  мы можем разложить на  $Q_1$  и  $Q_2$ . Заменяем  $Q_2$  равнозначной силой  $x$ , а последнюю — силой  $y$ :

$$x : Q_2 = ED : EF, \text{ откуда } x = Q_2 \cdot \frac{ED}{EF};$$

$$y : x = CH : CB, \text{ откуда } y = x \cdot \frac{CH}{CB}.$$

Подставив в последнее равенство значение  $x$  из предыдущего, получим:  $y = Q_2 \cdot \frac{ED \cdot CH}{EF \cdot CB}$ .

Если имеет место соотношение  $ED : EF = CB : CH$ , то  $y = Q_2$ , и в этом случае точка  $B$  находится под действием сил:

$$Q_1 + y = Q_1 + Q_2 = Q,$$

т. е. в с е г о взвешиваем груза. Для уравновешивания последнего к точке  $A$  д. б. приложен, согласно условию, груз  $P = \frac{Q}{10}$ . Отношение плеч подплатформенного рычага  $E_2D_2 : E_2F$  м. б. произвольно при условии, чтобы таково же было и отношение плеч коромысла  $CB : CH$ . Практика установила как наиболее рациональное отношение 1 : 6. Весьма часто десятичные весы снабжаются особым изолирующим аппаратом, благодаря которому платформа во время процесса навалки груза опирается не на призмы, а на раму весов.

Расчет подплатформенных рычагов. Безопасная нагрузка на рычаг  $\frac{bh^2L}{l}$ , а т. к. выше было принято  $\frac{L}{l} = 6$ ,

то  $P = \frac{6bh^2}{L-l}$ , полагая, что на каждую точку опоры действует груз, равный половине наибольшей нагрузки. Стандартные размеры десятичных весов приведены в табл. 5.

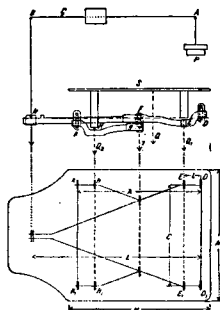
б) Товарные В. системы Фербенкс (фиг. 19 и 20). Платформа  $S$  лежит своими углами на четырех призмах  $E, E_1, H$  и  $H_1$ , залитых в двух чугунных подплат-

Табл. 5.—Стандартные размеры десятичных весов (ОСТ 258).

Наибольшая нагрузка в кг	Приблиз. вес в кг	Размеры платформы и ее площадь	Длина плеч в мм		Размеры фишек рычагов в мм		Расстояние между опорными призмами в мм
			$l$	$L$	$b$	$h$	
200	30—35	$600 \times 600 = 0,36 \text{ м}^2$	103	618	10	36	365
500	70—75	$800 \times 800 = 0,64 \text{ м}^2$	134	804	12	45	530
1000	180—200	$1100 \times 1100 = 1,21 \text{ м}^2$	184	1104	16	70	734

форменных рычагах 2-го рода: длинного и короткого. Длинный треугольный рычаг соединен с коромыслом  $AB$  железной тягой  $MB$ , и т. о. вся нагрузка платформы передается лишь в одну точку коромысла.

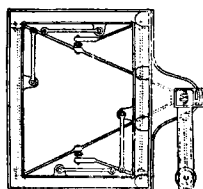
Рычаги соединены между собой кольцами  $GF$ , охватываемыми соединительными опорными призмами  $F$ . Опорные призмы  $D, D_1, K, K_1$  подвешиваются к основной раме при помощи качающихся сереежек. Отношение плеч коротких рычагов  $KH : KG$  должно быть равно отношению отрезков длинного рычага  $DE : DF$ , что и обеспечивает параллельное поднимание и опускание платформы, а равно совершенно одинаковую передачу нагрузки от всех четырех углов к точке  $F$ . Отсюда ясно, что общая нагрузка



Фиг. 19.

ка платформы передается в точку  $B$  коромысла в отношении  $ED : DM$ , т. е.

$x = Q \cdot \frac{ED}{DM}$ . Так как коромысло  $AB$  так же неравноплечно, то для уравновешивания груза  $x$  гиря  $P$  должна иметь вес  $P = x \cdot \frac{CB}{AC} = Q \cdot \frac{ED \cdot CB}{DM \cdot AC}$ .



Фиг. 20.

Размеры плеч рычагов подбираются так, обр., чтобы произведение  $\frac{ED \cdot CB}{DM \cdot AC}$  равнялось 50, 100, 200 и т. д., смотря по тому, строятся ли весы пятидесятичные, сотенные, двухсотенные и т. д. Обычно для весов с грузопольемностью в 100 и 200 кг применяется отношение 1 : 50, для более же крупных весов — 1 : 100. Стандартные размеры весов Фербенкс приведены в табл. 6.

Расчет чугунных подплатформенных рычагов. Профиль рычагов д. б. несимметричен по отношению к нейтральной оси. Теоретически целесообразно

Табл. 6.—Стандартные размеры весов Фербенкс (ОСТ 261).

Отношение	Наибольшая нагрузка	Приблиз. вес в кг	Размеры платформы и их площади М × N	Длина плеч в мм				Расстояние между точк. опоры в мм		Размеры профиля (фиг. 21) в мм			
				l	L	A	C	B	h	b	c		
Весы 1/50	100 кг	—	385 × 250 = 0,1 м <sup>2</sup>	50	500	360	190	16	40	8	4		
	200 кг	70	300 × 350 = 0,18 м <sup>2</sup>	56	560	426	245	18	45	9	4,5		
Весы 1/100	500 кг	115	685 × 685 = 0,47 м <sup>2</sup>	55	625	600	585	22	55	11	5,5		
	1 т	225	750 × 1090 = 0,75 м <sup>2</sup>	60	900	652	675	28	70	14	7		
	2 »	375	1120 × 1120 = 1,25 м <sup>2</sup>	81	1350	964	945	40	100	20	10		
	3 »	550	1400 × 1400 = 1,96 м <sup>2</sup>	96	1600	1190	1150	50	125	25	12,5		

было бы брать тавр, центр тяжести которого делит бы высоту тавра в отношении 1:3 в соответствии с отношением допускаемых для чугуна напряжений на растяжение и сжатие, но практическому осуществлению этого мешает невозможность целесообразного устройства платформы при наличии получающихся большой ширины полки и большой высоты тавра. На практике рекомендуется руководствоваться следующими соотношениями (фиг. 21):

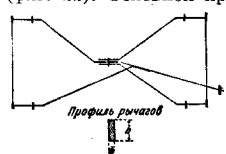
$$h = 2,5 B; \quad b = 0,5 B; \quad c = 0,25 b = 0,25 B; \\ a = b = 0,5 B.$$

Наименьший момент сопротивления  $W$  (сечения, приведенного на фиг. 21) относительно оси, проходящей через центр тяжести сечения, т. е. для волокна  $AC$ ,  $W = 0,798323 B^3$ ; при допускаемом на практике напряжении на изгиб  $K = 1,8 \text{ кг/мм}^2$ ,

$$KW = 1,437 B^3; \quad KW = \frac{P(L-l)}{L}.$$

Отсюда получаем формулу для расчета без-опасной нагрузки на рычаг:  $P = \frac{1,437 B^3 \cdot L}{L-l}$ , предполагая самый неблагоприятный случай, что каждая призма рычага воспринимает половину наибольшей нагрузки весов. При удельн. весе чугуна 7,1, вес п. м рычага равен 10,65  $B^2$ .

в) Товарные В. системы Фалько (фиг. 22). Основной принцип тот же, что



Фиг. 22.

и у других неравноплечных В. с четырьмя грузоприемными призмами. Главное их отличие от весов Фербенкс заключается в том, что здесь опорные призмы не подвешены на качающихся

серьгах, а лежат на неподвижных опорах. Рычаги в весах системы Фалько делают железные кованые.

При сравнении всех трех типов В.—Квинтента, Фербенкс и Фалько—прежде всего необходимо иметь в виду, что сотенные В.

более рациональны, чем десятичные, в виду наличия у них четырех точек опоры, что создает большую устойчивость и более правильное взвешивание при всевозможных положениях груза на платформе; кроме того взвешивание на сотенных В. производится быстрее и легче вследствие меньшего действительного веса гирь. Из числа же сотенных весов преимущество следует отдать весам Фербенкс по следующим соображениям: 1) подвесные опоры для рычагов противодействуют смещению рычагов и перекосу призм при толчках во время нагрузки; 2) чугунные рычаги В. Фербенкс не подвергаются прогибу, как это наблюдается в системах железных рычагов, в которых этот прогиб, часто незаметный для потребителя, бывает причиной неправильности В.; 3) срок службы весов Фербенкс примерно вдвое больше, чем В. Фалько; 4) прочность конструкции позволяет обходиться без специальных аретировочных приспособлений.

В. Фербенкс и Фалько иногда снабжаются передвигной гирей на полную грузоподъемность, что устраняет надобность в накладных гирях. Вес передвигной гири как в этом случае, так и в том, когда она служит лишь для мелкого разновеса, определяется из отношения плеч рычагов и коромысла по правилам, приведенным выше для римского безмена. Для включения гирь может быть применен и вышеописанный рычажный механизм.

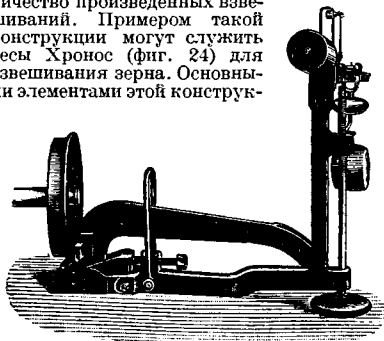
б) Возовые В. («Вз»), для взвешивания груженых возов, изготовляются в виде неравноплечных В. с подплатформенными рычагами, причем механизм помещается на специальном фундаменте. При устройстве В. с накладными гирями обыкновенно применяется отношение рычагов в  $1/500$  или  $1/1000$ . Допуск тот же, что и в товарных В. Такие же В. применяются и для непосредственного взвешивания грузов, когда по размерам последних требуется особенно большая платформа (т. н. врезные В.). Для взвешивания груженых автомобилей у нас применяются такие же В., хотя с развитием автомобильного транспорта рациональнее будет, как это делается за границей, строить специальные весы в виду неравномерности нагрузки на оси в автомобиле. На врезных весах м. б. укладываемые рельсы для вагонеток. Для взвешивания груженых вагонов на ж.-д. путях строятся специальные вагонные В. (см.).

7) Крановые В. («Кр»). В тех случаях, когда приходится взвешивать лишь один предмет, перемещение которого в силу его формы или тяжести представляет затруднение, применяют так назыв. крановые весы, представляющие собой систему неравноплечных рычагов. Такие В. подвешиваются к крану и подводятся к взвешиваемому предмету, который и зацепляется крюком, соединенным с грузоприемной призмой В. Незначительного подъема весов вместе со взвешиваемым предметом достаточно, чтобы

посредством передвижной гири на коромысле крановых В. определить вес. Эти В. делаются с отношениями в  $\frac{1}{100}$ ,  $\frac{1}{200}$ ,  $\frac{1}{500}$  и  $\frac{1}{1000}$ , смотря по грузоподъемности. Допуск при наибольшей нагрузке  $\pm 0,1\%$ .

8) Паровозные В. В паровозостроении весьма важную роль играет определение нагрузки на каждое колесо паровоза. Применяемые для такого взвешивания В. строятся двух типов: переносные (тип Эргарта) и постоянные, Весы типа Эргарта (фиг. 23) состоят из двух неравноплечных рычагов. Станину весов упирают одним концом в подшву рельса так, что грузоприемная призма принимает на себя давление бандажа при ходе паровозного колеса. Давление передается на коромысло и уравновешивается передвижной гирей. Для определения нагрузки всех колес устанавливают одновременно соответственное число таких приборов. Способ установки этих весов сильно влияет на результат взвешивания, и потому более рациональными являются стационарные весовые помосты, к-рые устанавливаются в одной общей фундаментной яме под полотном дороги и несут на себе рельсы. Здесь также под каждым колесом устанавливается отдельный помост, причем указательные коромысла всех помостов располагаются с одной стороны пути.

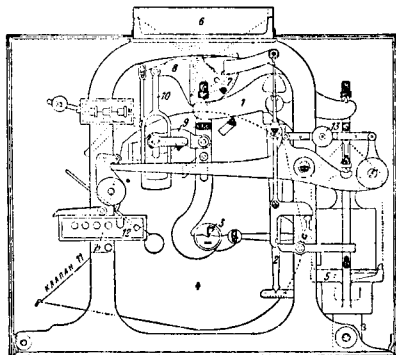
9) Автоматические В. В последнее время получили широкое применение автоматические В., которые отвечают определенное количество однородного (сыпучего или жидкого) материала и регистрируют количество произведенных взвешиваний. Примером такой конструкции могут служить весы Хронос (фиг. 24) для взвешивания зерна. Основными элементами этой конструк-



Фиг. 23.

ции являются: 1) собственно весы, состоящие из двойного равноплечного коромысла 1, снабженного стрелкой 2, к которому подвешены с передней стороны на призме 3 ковш 4 для взвешиваемого зерна, а с задней—чашки 5 для гири; 2) впускной механизм, состоящий из воронки 6 и двух заслонок, из которых одна 7 уменьшает приток зерна незадолго до наступления равновесия весов, а другая 8 по достижении надлежащего веса совершенно прекращает доступ зерна в ковш; 3) механизм для опорожнения ковша, состоящий из задержки 9, стремени 10, приподнимающего эту задержку, и откидного клапана 11, открываю-

щегося, когда наполненный ковш повернется на своей оси; опорожненный ковш возвращается в свое первоначальное положение под действием грузов, прикрепленных



Фиг. 24.

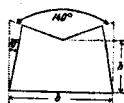
к его задней стенке; 4) счетчик 12 опорожнений ковша; 5) регулятор—в виде подвижного груза 13.

Весы аналогичной конструкции применяются для взвешивания свеклы, угля, а также некоторых видов масла.

Погрешности В., освобожденных от автоматического механизма, не должны превосходить погрешностей, указанных для коромысловых или неравноплечных весов. Средний вес из десяти последовательных порций зерна может отличаться от веса гири, установленных на чашке автоматических В., не более чем на  $0,1\%$ , а вес каждой порции от означенного среднего веса—не более чем на  $0,5\%$  при малых порциях (5 кг) и до  $0,1\%$  при больших порциях (100 кг).

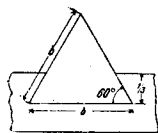
### III. Части весов.

Призмы и подушки. Качание рычагов и коромысел совершается на призмах, опирающихся на специальные подушки. В целях сохранения постоянства плеч и доведения трения до минимума призмы опираются на подушки острым ребром, носким название ножа. Практически острие ножа затачивается в виде части сферической поверхности с радиусом кривизны не более  $0,5$  мм. Призмы и подушки—главные части весового прибора, так как от правильного их устройства зависит верность, чувствительность и постоянство показаний В. Идеальной формой поверхности подушки является плоскость; однако эта форма практически применяется лишь в точных В., а из торговых В. лишь в наиболее совершенных, как например Фербенкс; все такие В. снабжены приспособлениями, препятствующими смещению призм. В остальных В. подушкам придает форму жолоба (фиг. 25). Применяемые на практике размеры подушек для нормальных типов В.:  $b=8-40$  мм,  $h=4-12$  мм.



Фиг. 25.

Расчет призм. Сила, действующая на рычаг, производит в призме а) срезывание, б) изгиб в месте заделки призмы и в) деформацию острия призмы от давления действующей на него силы. Действием срезывающих сил практически можно пренебречь. При изгибе смещаются оси вращения рычага, в к-рый заделана призма, что нарушает правильность действия весов и понижает их чувствительность. Теоретическое предположение, что призма на всем протяжении ножа лежит на подушке, практически редко осуществляется. Поэтому расчет призм производится в предположении наиболее неблагоприятного случая, когда нож соприкасается с подушкой только в двух точках по концам, по аналогии с балкой на двух опорах, к-рая несет посредине сосредоточенную нагрузку. Наименьший момент сопротивления относительно оси,



Фиг. 26.

проходящей через центр тяжести треугольника сечения (фиг. 26),  $W = \frac{1}{24} bh^2$  даст для нашего

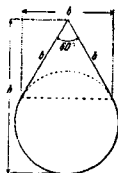
случая  $W = \frac{1}{32} b^3 = 0,03125 b^3$ . Допускаемое напряжение на изгиб  $K = 6 \text{ кг/мм}^2$ ; изгибающий момент  $M = KW = 0,1875 b^3$ . Изгибающий момент сосредоточенной силы  $P$ , приложенной к концу призмы на расстоянии 1 мм от места заделки в рычаге, равен  $P \cdot 1$ ; таким образом безопасн. нагрузка для призмы, выступающей на 1 мм из рычага, определится формулой  $P = 0,1875 b^3$ . При увеличении расстояния от места заделки до конца призмы в  $\alpha$  раз, во столько же раз уменьшится величина безопасной нагрузки. На практике это расстояние колеблется от 5 до 120 мм для всех видов профилей. Аналогичным путем находим моменты сопротивления, приведенные в таблице стандартных размеров и для остальных профилей. Применяя данные теории Герца о соприкосновении цилиндра с плоскостью, можно получить, что радиус кривизны  $r \geq \frac{P}{l}$ , где  $P$ —величина действующей на призму нагрузки,  $l$ —длина призмы. Из этой формулы вытекает, что, поскольку радиус кривизны обратно пропорционален длине призмы, последнюю следует изготавливать такого размера по длине, чтобы предотвратить необходимость сильного закругления острия ножа призмы. Упомянутый выше жолоб подушки способствует уменьшению напряжения в ноже призмы, так как этот жолоб уменьшает относительную кривизну ножа и поверхность подушки. При наличии жолоба в ф-лу радиуса кривизны необходимо будет подставить значение  $r$ , определяемое у-ием:  $\frac{1}{r} = \frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_2}$ , где  $r_1$ —радиус кривизны ножа,  $r_2$ —радиус жолоба подушки. Необходимо заметить, что вопрос об определении местных напряжений в ноже призмы в общем еще недостаточно разработан и на практике преимущественно пользуются эмпирическими данными.

Стандартные профили. 1) Треугольный профиль (фиг. 26):  $b = 3, 4, 6, 8, 10, 12, 15, 20, 25 \text{ мм}$ ;  $W = 0,03125 b^3$ .

Этот профиль применяется гл. обр., когда рабочее ребро остается при заделке свободным по всей длине (как указано на фиг.). 2) Грушевидный профиль (фиг. 27):

$b$	6	9	12	16	20	25 мм
$h$	9	13,5	18	24	30	37,5

$W = 0,1236 b^3$ ; применяется он по преимуществу, когда призма пропущена насквозь через тело рычага. 3) Квадратный профиль (фиг. 28):  $b = 6, 8, 10, 12, 14, 17, 21, 25, 30, 35, 45, 50 \text{ мм}$ ;  $W = 0,1179 b^3$ ; применяется по преимуществу в



Фиг. 27.



Фиг. 28.



Фиг. 29.

литых чугунных рычагах, так как удобен для вкладывания в форму при отливке. 4) Пятиугольный профиль (фиг. 29):

$b$	25	33	40	50	65 мм
$h$	21,7	28,6	34,6	43,3	56,3

$W = 0,04561 b^3$ ; применяется для больших В.

Материалом для призм и подушек служит гл. обр. обыкновенная углеродистая сталь высшего качества с возможным меньшим содержанием фосфора и серы. Х и мический состав: С 0,8—1%; Mn 0,4%; P 0,03%; S 0,02%; Si 0,35%. Термическая обработка: стальная призма по окончательному изготовлении д. б. закалена при 760—790°, с выдержкой при этой  $t^\circ$  в течение 10—20 м. в зависимости от размеров. Закалка производится в воде с  $t^\circ 20^\circ$ . После закалки производится непродолжительный отпуск в пределах 200—240°. Во избежание врезывания ножа призмы в тело подушки (что влечет за собой уменьшение чувствительности В.) закалка подушки д. б. крепче, чем закалка призмы. Иногда употребляют в качестве материала для призм в точных и аналитических В. алмаз, агат и халцедон—минералы, пригодные по своей твердости, но благодаря хрупкости и дороговизне не имеющие широкого практического применения.

Аретеры и изолирующие аппараты. Аретир—приспособление для немедленной остановки колебаний коромысла. Обычно он устраивается или в виде рамки с вращающейся внутри пластинкой или в виде одной пластинки с ручкой, движением которой эта пластинка, приняв вертикальное положение, прижимает коромысло и вызывает остановку его. Изолирующий аппарат—приспособление, предохраняющее рабочий нож призмы от ударов во время нагрузки. Одна система приспособлений действует путем отодвигания коромысла и рычагов от их точек опоры, другая удаляет подушки от ножей призм. Изолирующие аппараты очень хорошо работают в равноплечных точных В. В неравноплечных В. эта задача до сих пор удовлетворительно не разрешена.



При существующих системах действие изолирующих аппаратов связано обычно с некоторым нарушением правильности работы весов, так как разрезанные призмы и подушки приходят вновь в соприкосновение с некоторым перемещением. По этой причине изолирующие аппараты заменяют применением усиленных конструкций весов, качающихся сerezек, играющих роль амортизаторов, предохранительных струнок (фиг. 20), препятствующих значительному сдвигу платформы, и т. д.

Передвижная гири. Если наименьшее подразделение шкалы неравноплечных весов соответствует весу 20 мг и более, то вместо штрихов на коромысле нарезаются углубления, а на передвижной гире устраивается соответствующий зубец. Передвижные гири устраивают целыми и составными, снабжают специальными роликами для передвижения, выдвигают линейкой и специальным печатающим аппаратом, к-рый помощью рельефных металлических цифр отбивает на листках плотной бумаги вес. Зубец гири и часть коромысла с углублениями изготавливают из стали или твердого чугуна.

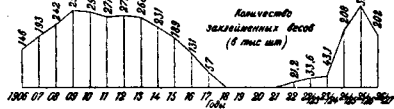
#### IV. Эксплуатация В.

Проверка, клеймение и приемка. Все В., служащие для экономическ. оборота, подлежат до выпуска их в продажу обязательной проверке и *клеймению* (см.) поверочными палатами. Аналитич. и контрольные весы также могут поверяться палатами, которые в этом случае никаких клейм не ставят, но по желанию предьявителя выдают свидетельства с указанием точности и чувствительности. Весы, находящиеся в эксплуатации, подлежат обязательной проверке и клеймению каждые два года. Исключения составляют весы, эксплуатируемые НКПС и НКПиТ, для которых этот срок увеличен до трех лет. Основные элементы проверки В. следующие: 1) проверка правильности конструкции в целом; 2) проверка правильности размеров и отношений плеч коромысел и рычагов, правильности линии ножей, призм и шкалы; 3) проверка и испытание отдельных частей; 4) испытание верности и чувствительности. Все указанные операции производятся на основе правил Главной палаты мер и весов а) об устройстве мер длины, мер вместимости, гири и весов, издание № 21, и б) о проверке и клеймении мер длины, мер вместимости, гири и весов, изд. № 29. Особое внимание обращается на испытание закалки, для чего соответственные части пробуются напильником.

Употребление В. При употреблении весов рекомендуется соблюдать след. правила: 1) до начала пользования В. устанавливать их по отвесу; 2) предохранять весы от толчков как при передвижении, так и при взвешивании; 3) держать закрытым аретир коромысла и изолирующий аппарат до взвешивания и после него; 4) в десятичных В. накатывать груз не с боков, а с задней части платформы по длине рычага; 5) не смазывать призм и подушек жира, веществами; 6) производить периодич. проверку весов.

Весовая промышленность. В довоенное время русский рынок в значитель-

ной мере питался весовыми изделиями, привозимыми из-за границы, в особенности в отношении точных и разных специальн. В. Существовавшие в России заводы и мастерские по б. ч. были кустарного или полукустарного типа. Как видно из фиг. 30, где указаны ежегодные количества всех заклейменных новых В. (включая и импорт), к 1918 г. производство В. почти прекратилось. С 1922 г. наблюдается усиленный рост весовой промышленности, и в СССР стали производиться не только торговые весы, но в известной мере и весы точные, автоматические и др. Выработанные в настоящее время стандарты создают возможность не только поставить массовое производство В., но и разрешить один из наиболее больших вопросов русской весовой промышленности, — вопрос о производстве стали для призм и подушек. Насколько затруднено было это дело до сих пор, видно из того, что при годовой потребности стали в 100 т у нас обращалось свыше 100 различных профилей и размеров.



Фиг. 30.

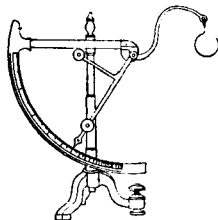
В период с 1918 по 1926/27 годы в СССР изготовлено весов на сумму ок. 35 млн. руб.

Средняя стоимость весовых приборов: В. столовые Беранже 15—30 р.; десятичные В. 40—175 р.; сотенные 125—450 р.; аналитические 300—1 000 р.; вагонные 8 000—15 000 р. Крупнейшим заводом по изготовлению В. в СССР является завод Одесского металлотреста им. Старостина, изготовляющий товарные, вагонные, контрольные и др. В.; точные В. изготовляют Трест точной механики в Москве и мастерские Главной палаты мер и весов в Ленинграде; автоматические — Московский машинозавод, Ленинградский станкостроительный завод и Акл. об-во Мельстрой. Из крупных зарубежных фирм следует отметить: А. Рупрехт (точные весы), Шембер (циферблатные и товарные) в Австрии; Бунге, Сарторус (лабораторные) в Германии, Фербенк (товарные, а также вагонные) в США и Авери (товарные, точные) в Англии; Лонг (точные), Фалько и Карпентье (вагонные, возовые), Дайтон (циферблатные) во Франции.

Лит.: Доброхотов А. Н., Весы, Л., 1926; Клад И. С., Торговые весы, их конструкция, теория и выверка, Одесса, 1905; Богуславский Л. А., Работы в весовой лаборатории, Л., 1927; Егоров Н. М., Определение прочности и чувствительности весовых коромысел типа сивозной фермы, «Поверочное дело», Л., 1927, 1(12); Стандартизация вес. приборов, «Труды К-та эталонов и стандартов», Л., 1927; «Поверочное дело», Л.; «Временник Гл. палаты мер и весов», Л., 1928, вып. 2(14); Вгауерг Е., Die Konstruktion der Waage, 3 Aufl., Lpz., 1906; F e l d g e i t z e r W., Theorie, Konstruktion u. Gebrauch d. feineren Hebelwaage, Leipzig—Berlin, 1907; K o h n e J., Die Waage, Bielefeld, 1913; D i n s t e r O., Fortschritte im Wagenbau, В., 1924; T a u c h n i t z O., Automatische Registrierwagen, München—Berlin, 1913; O w e n s G. A., A Treatise on Weighing Machines, L., 1922; W a d e H., Scales a. Weighing, N. Y., 1924; «The Scale Journal», Chicago; «Revue de Métrologie pratique», Paris.

П. Беллиц-Говани.

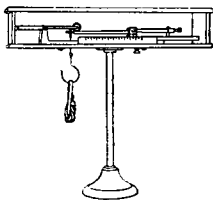
**ВЕСЫ ДЛЯ ПРЯЖИ**, приборы для определения номера пряжи путем взвешивания. *Номерация пряжи* (см.) устанавливается для классификации ее тонны, и весы для пряжи показывают номер данной пряжи в зависимости от ее рода, длины, веса и системы номерации. Наиболее употребительны следующие приборы-весы. 1) **Квадрант** завода Гудбранда (фиг. 1) служит



Фиг. 1.

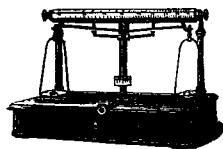
2) **Универсальный квадрант** з-да Л. Шоппера (см. Т. Э., т. II, ст. 780) предназначается для определения номеров различного рода пряжи по метрич., англ., саксонск. и пр. системам номерации. На правый крючок навешивается пряжа соответствующей длины, например 100 м или 120 ярдов, в зависимости от системы номерации; номер пряжи определяется непосредственно по шкале.

3) **Универсальные весы** Ноулса (Knowles) с цифровой шкалой (фиг. 2) служат непосредствен. определения номера пряжи по весу одной пасмы длиной 120 ярдов. 4) **Квадрант** Ланкастера (см. Т. Э., т. I, ст. 585) употребляется для двух целей: а) для определения номера пряжи по весу нити в 4 и 40 ярдов и б) для определения веса куска ткани в английских фн. по весу условного образца. 5) **Горизонтальные** прецизионные весы Амслера (фиг. 3) служат для определения номера пряжи с точностью до  $\frac{1}{10}$  г;



Фиг. 2.

они применяются для английской и метрической номерации хлопчатобумажной пряжи и указывают номер, при определенной длине нити, в м или ярдах. 6) **Квадрант** Денъе служит для определения номера (денье) шелковой пряжи. 7) **Баланс** Штауба (см. Т. Э., т. I, ст. 582), — здесь пряжа подвешивается отдельными нитями на правый крючок коромысла, пока коромысло не примет горизонтального положения. Число взятых нитей, определяемое счетом их, и даст номер пряжи. 8) **Универсаль-**



Фиг. 3.

ный баланс Штауба (см. Т. Э., т. I, ст. 582), — здесь номер определяется по цифровым обозначениям на шкале при помощи специальной тонкой пластинки, переводящей по коромыслу до уравновешивания крючка с пряжей.

Все указанные приборы рассчитаны на определение номеров пряжи по малой длине нити, отмотанной с початка, шули и т. п. или же вынутой из образца ткани, причем нить предварительно отмеривается по особым пластинкам-шаблонам, прилагаемым к прибору для каждого рода пряжи. Приборы одинаково применимы для хлопчатобумажной, шерстяной и прочих родов пряжи. При определении номера пряжи на всех описанных выше приборах следует иметь в виду, что данные исследования справедливы только для пряжи сырой — суровой.

*Лит.:* Архангельский А. Г., Волокна. пряжа, ткань, М., 1914; Herzfeld J., Die technische Prüfung d. Garne u. Gewebe, Wien-Lpz., 1896; Fiedler E., Die Untersuchung u. Prüfung d. Baumwollgespinste, Reichenberg, 1918. С. Мелчаков.

**ВЕТИВЕРОВОЕ ЭФИРНОЕ МАСЛО** получается из корней дико растущего и культивируемого в Индии, на островах Цейлон, Ява и других растения *Vetiveria zizanioides* Stapf с выходом 0,4—1,0%; вследствие трудности отделения вязкого масла отгонка производится б. ч. на европейских заводах; лучшим считается яванск. масло. В состав масла входят ветивен  $C_{15}H_{24}$ , спирт — ветивенол  $C_{15}H_{22}O$ , кетоны — ветирони и ветиверон. В. э. м. имеет большое применение в парфюмерии. Ветиверовый корень поступает в Европу в виде крупных кусков красноватого цвета и применяется как для отгонки эфирного масла, так и для экстракции душистых веществ.

*Лит.:* см. Эфирные масла.

**ВЕТРОВАЛ**, деревья, выворочен. с корнями ветром и упавшие на землю. Ветровалы в наибольшей степени подвержены деревьям с поверхностной корневой системой (например ель), а также и деревьям, растущие на сырых и мелких почвах (например дуб и сосна). Для предупреждения В. рубку леса ведут наветру господствующим ветрам, создают ветроупорные опушки и разводят смешанные насаждения, к-рые обладают большей ветроустойчивостью, чем например чистые еловые насаждения. От В. отличают бурелом: это такие деревья, у к-рых действием ветра ломается ствол, причем верхняя его часть падает на землю. Как буреломный лес, так и В. следует немедленно убирать из леса, т. к. в противном случае он послужит очагом для размножения вредных насекомых и грибных паразитов, а также усилит опасность распространения лесных пожаров.

*Лит.:* Яшинов Л. И., Краткий курс лесоведения и общего лесоводства, Казань, 1897.

**ВЕТРОСИЛОВЫЕ СТАНЦИИ**, сооружения, имеющие своим назначением утилизацию силы ветра для получения работы в том или ином виде. В самом общем виде В. с. состоят из ветряного двигателя, аккумулятора энергии ветра и резервн. (неветряного) двигателя. Для расчета ветросиловых станций необходимо, задавшись графиком нагрузки станции, провести специальную обработку ежедневных наблюдений над энергией (скоростью) ветра с целью определения

продолжительности работы резервного двигателя при различных емкостях аккумулятора. Обработка наблюдений производится след. образом. К энергии ветра за данный промежуток времени (день) прибавляют оставшуюся неиспользованной от предыдущего промежутка времени емкость аккумулятора; отсюда вычитают заданную для данного промежутка времени работу станции согласно графику нагрузки; разность, если она будет положительной, даст величину заряда аккумулятора для следующего промежутка времени, а разность отрицательная—величину работы резервного, неветряного двигателя. Энергия ветра, остающаяся свободной после заряда аккумулятора, рассеивается в пространство. По данным о продолжительности работы резервного двигателя за достаточно длинный промежуток времени (10 лет) строят кривые продолжительности работы или простоя ветряного двигателя (в днях), в зависимости от емкости аккумулятора (в днях средней годовой нагрузки станции). Такие кривые строятся для разных значений  $W^3$  ( $W$ —скорость ветра), т. к. полная мощность станции пропорциональна  $W^3$ . Задавшие различными емкостями аккумулятора, определяют для разных размеров ветряных двигателей, соотносясь с продолжительностью работы резервного двигателя, стоимости как единицы мощности, так и единицы энергии, получаемой на В. с.

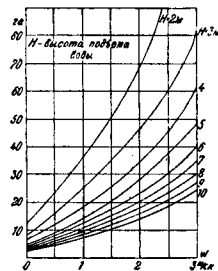
С удалением от земной поверхности скорость ветра увеличивается и для получения определенной мощности достаточно ветряного двигателя меньшего диаметра; вместе с этим увеличивается однако и стоимость башни. Существуют наимыгоднейшая высота башни и соответствующий ей диаметр ветряного двигателя. Подсчеты показывают, что для открытого места наимыгоднейшая высота башни для ветряных двигателей разных диаметров соответствует 8—10 м расстояния нижнего конца крыла от земли.

Теоретич. подсчеты показывают, что при московских ветрах в современных условиях СССР (при условии возврата основного капитала в 8 лет и 6% годовых на капитал) 1 kWh ветроэлектрич. станции мощностью 15 kW должен обходиться в 35,8 к. с электрохимич. (свинцовым) и 38,3 к. с гидравлич. аккумулятором. Отсюда следует, что в современных условиях СССР небольшие ветроэлектрические станции с любыми аккумуляторами энергии ветра нерентабельны. Более рентабельные мелкие электрические станции, работающие от нефтемотора параллельно с усовершенствованными ветряными двигателями. В этом случае топлива расходуются в 2,5—3 раза меньше, и стоимость энергии понижается на 20—30%.

Что касается ветряных двигателей, применяемых для орошения, то кривые на фиг. 1 показывают количество га, которое в зависимости от скорости ветра  $W$ , при разных высотах подъема воды  $H$  м, может орошить ветряной двигатель с диаметром крыльев в 8 м, с поршневым насосом, при постоянной скорости вращения двигателя; при этом принимается кпд трансмиссии  $\eta_1=0,75$ , кпд насоса  $\eta_2=0,65$  и следовательно общий кпд всей установки  $\eta=0,487$ , и пред-

полагается, что за шесть летних месяцев установка должна подать воды для орошения 4 000 м<sup>3</sup> на га. При переменной скорости вращения двигателя производительность увеличивается с увеличением этой скорости; если же последняя возрастет вдвое, то при постоянном ходе поршня насоса производительность увеличится в полтора раза, а при автоматическом переменном ходе поршня даже в два раза против данных фиг. 1. Центробежные насосы, приводимые в движение ветряным двигателем, при переменной скорости вращения двигателя и при прочих равных условиях делают работу установки более плавной, чем поршневые насосы, и несколько увеличивают общую выработку за сезон, уменьшая стоимость всей установки вследствие меньшей стоимости центробежных насосов.

О применении В. с. к промышленной электрификации грубо ориентировочные подсчеты показывают следующие. В случае, если подстанция, состоящая из 8 ветряных двигателей diam. 30 м, снабженных асинхронными генераторами по 100 kW каждый с компенсацией на подстанции  $\cos \phi$ , работает на сеть высокого напряжения (38 000 В) параллельно с существующей районной электрич. станцией, то размеры первоначальных расходов на один установленный kW составит 513 руб.; стоимость 1 kWh получается: для Москвы (среднегодовой ветер 4,32 м/сек, число часов использования 1 660 в год)—5,5 коп., для Крыма (7 м/сек, 4 400 ч. в год)—2,09 коп., для района Баку (8,5 м/сек, 5 340 ч. в год)—1,72 коп., наконец для района Новороссийска (9,3 м/сек, 5 950 ч. в год)—1,54 коп. В случае создания ветряных двигателей мощностью по 1 000 kW каждый, если принять, что расходы по установке единицы мощности будут такие же, как и для ветряного двигателя в 100 kW, стоимость 1 kWh установок для станции мощностью в 8 000 kW составит 362 руб., а стоимость энергии—для Москвы—3,4 коп., для Крыма—1,3 коп., для Баку—1,07 коп. и Новороссийска—0,95 коп. за 1 kWh. Для района протяженностью 1 000 км, покрытого широко развитой сетью электропередач, с приключенными к ней в разных местах группами ветряных двигателей, энергия ветра не обеспечивает непрерывности подачи тока по твердому графику нагрузки, хотя и может принять на себя в общем до 80% среднегодовой нагрузки районной электростанции. Подсчеты показывают, что безусловно полное перекрытие затопляемой части района ветрами другой его части не получается даже для района протяжением в 3 000 км. Резерв для энергии ветра следовательно необходим. Весьма подходящим источником энергии для параллельной работы с ветряным двигателем яв-



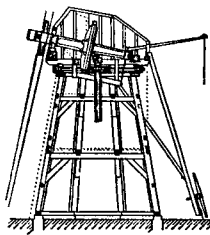
Фиг. 1.

ляется вода, так как в засушливые годы количество энергии ветра увеличивается, а по временам года периоды стока воды и сильных ветров также в общем взаимно противоположны; тем не менее необходимы широкое регулирование стока воды гидравлической станции и утилизация его преимущественно в периоды безветрия.

Энергию ветра человечество стало применять для приведения ветряных двигателей во вращение уже со 2 в. нашей эры. В США в конце 19 в. было около 200 заводов, занимавшихся изготовлением ветряных двигателей, причем годовой выпуск в 1895 г. составлял: двигателей «Аэромотор»—60 000 шт. и двигателей «Эклипс»—45 000 шт. Земледелие и садоводство во многих полусушливых штатах США получили возможность развития исключительно благодаря применению ветряных двигателей для орошения и других с.-х. работ. В Аргентине на площади 2 987 000 км<sup>2</sup> до 1914 г. ежегодно устанавливалось 12—15 тыс. ветряных двигателей. В 1926 г. в США вновь было установлено более 100 000 ветряных двигателей. В Дании существует целая сеть вспомогательных ветроэлектрических установок, работающих параллельно с небольшими общинными электрическими станциями, причем оказалось, что в некоторых случаях удалось достигнуть 50% экономии в годовом расходе топлива.

Общее количество ветряных двигателей в 38 губерниях (197 уездах) европ. части СССР по неполным статистич. данным можно оценить числом ок. 170 000 штук, из которых двигателей заводского производства только 67 штук. Общую среднегодовую мощность всех этих ветряных двигателей можно считать равной 700 000 л. Для всего СССР—эти числа будут значительно выше. Более 99% существующих в СССР ветряных двигателей применяется для помола муки, причем почти всюду их достаточно для помола всего местного урожая хлеба. При уплотнении работы этих мельниц примерно в 2<sup>1</sup>/<sub>2</sub> раза они были бы в состоянии перемолоть всю муку СССР при утилизации лишь 26,3% проходящей через них энергии ветра.

На фиг. 2 представлен общий вид ветряной мельницы голландского шафрового типа. (см. *Ветряные мельницы*).



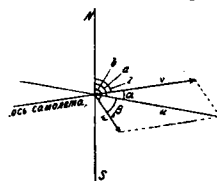
Фиг. 2.

утилизации энергии ветра  $\xi$  в этих ветряных мельницах обусловлен гл. обр. воздухопроницаемостью (щелями) крыльев и помещением за крыльями толстого, ничем не прикрытого маха (из нескольких бревен), который представляет очень большое сопротивление для воздуха. Создание хорошо обтекаемой воздухом формы крыльев и устранение их воздухопроницаемости могут повысить значение коэффициента утилизации энергии ветра  $\xi$  вдвое.

Н. Ираевский.

Лит.: см. *Ветряные двигатели*.

**ВЕТРОЧЕТЫ**, авиационные стислительные приборы на самолете для определения влияния ветра и установления точного направления курса полета при движении воздушного судна. Для определения влияния ветра необходимо знать его направление и силу во время полета. Это делается или вычислением или построением так назыв. *летного треугольника скоростей*. При перелете из одного пункта в другой важно знать как направление, которого должен держаться самолет, учитывая ветер, так и земную скорость полета для определения проходим. расстояния. При движении самолета в неподвижном воздухе, т. е. в безветренную погоду, направление оси самолета точно совпадает с направлением пути относительно земли, и техническ. скорость (скорость перемещения самолета относительно воздушной среды) равна скорости перемещения относительно земли, или земной скорости. При ветре самолет переносится вместе с воздушной средой, т. е. имеет относительно земли помимо собственно технич. скорости еще дополнительную—равную по величине и направлению скорости ветра на высоте полета. Т. о. движение воздушного судна относительно земли, складывается из движения его относительно воздуха и движения воздуха относительно земли, или ветра. Графически определяя, получим (фиг. 1):  $w$ —вектор ветра,  $v$ —вектор технич. скорости,  $u$ —



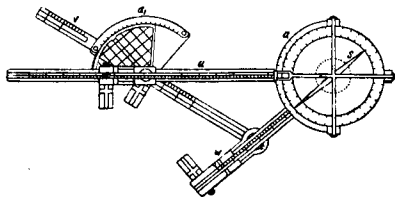
Фиг. 1.

вектор земной скорости, которые являются сторонами треугольника, ориентированными относительно стран света. Направление оси самолета или направление технической скорости полета определяется

углом  $\alpha$  между меридианом и осью самолета, отсчитываемым по часовой стрелке от северного направления меридиана до направления носа самолета и называемым *курсом* самолета. Направление же земной скорости определяется азимутом пути, т. е. углом  $\alpha$ , отсчитываемым от северного меридиана по часовой стрелке до направления пути. Угол  $\alpha$  между направлением земной скорости и направлением технической скорости называется углом сноса, или углом дрейфа. Направление ветра определяется, как в метеорологии, указанием румба того направления, откуда дует ветер, или же указанием азимута  $b$  вектора ветра. Угол путевого треугольника  $\beta$ , образуемый вектором ветра и вектором земной скорости, называется углом ветра.

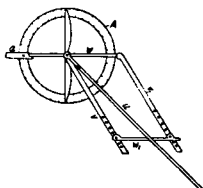
Существующие конструкции В. подразделяются на два типа. В. первого типа требуют для нахождения ветра предварительного определения величин и направлений технической и земной скоростей. В. второго типа позволяют находить направление и скорость ветра без непосредственного измерения земной скорости, имея на борту самолета измеритель технич. скорости, компас и измеритель угла сноса. К первому типу относится

В. Журавченко (фиг. 2). Прибор представляет собой подобие летного тр-ка скоростей, все элементы которого м. б. изменены и закреплены. Направление сторон летного тр-ка ориентируют при помощи двух компасных шкал, из коих наружная, с делениями от 0 до 360°, соответствует обычной шкале



Фиг. 2.

компас, а внутренняя имеет обозначения, принятые в метеорологии. Стрелка *S*, соединенная с линейкой ветра *ж*, на внешней шкале своим черным концом указывает, куда дует ветер, а на внутренней шкале противоположным белым концом показывает, откуда дует ветер. Против постоянной отметки, нанесенной на ползуне линейки земной скорости *и*, устанавливается деление шкалы, соответствующее величине земной скорости самолета. На линейке технич. скорости *В*. *в* находится дуга сносов *а*<sub>1</sub>, тожежденная со шкалой сносов *а*; дуга сносов служит для переноса углов сноса на компасную шкалу, т. е. для ориентирования линейки земной скорости. Для определения ветра по данным величинам и направлениям технической и земной скоростей устанавливают в приборе заданные элементы летного тр-ка. По построенному т. о. тр-ку скоростей будут найдены искомые сила и направление ветра. По тому же принципу устроен франц. прибор системы Дюваль (фиг. 3). Он состоит



Фиг. 3.

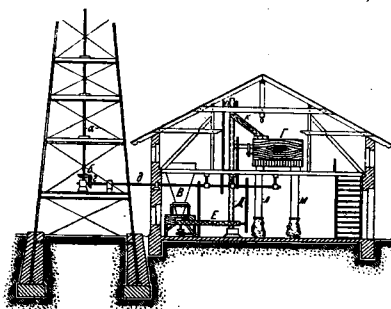
из медного круга *A* с азимутными и румбовыми делениями и трех линеек, вращающихся ок. центра круга: линейки ветра *ж*, линейки технической скорости *в* и линейки земной скорости *и*. На конце линейки ветра укреплен на шарнире линейка *в*<sub>1</sub>, снабженная, равно как и линейка технической скорости, рядом отверстий. В эти отверстия вставляют шпонки перекладной планочки ветра *ж*<sub>1</sub>, которая устанавливается параллельно линейке ветра *ж* против делений линейки технической скорости. При построении летного треугольника линейки скоростей вращаются около центра круга и устанавливаются на делениях круговой шкалы, соответствующих направлениям скоростей, а линейка земной скорости *и* пересекается с планкой ветра *ж*<sub>1</sub>; место их пересечения показывает на планке скорость ветра *ж*, а на линейке — земную скорость полета.

Кроме разобранных конструкций ветротеч-тов имеются более упрощенные и портатив-

ные, но менее точные. Прибор Калитина и курсовая линейка и транспортер Вихмана пригодны для вычислений в закрытых кабинках воздушных судов. К В. второго типа относятся прибор Вегенера и В. Леприера, более известный под названием *навиграфа* (см.). Лит.: Немчинов В., Авиационные приборы. Москва, 1926; Молчанов П., Методы и приборы соврем. авионавиг. службы, Л., 1924; Воздушный справочник, т. 1, 1925; В е п е в и т з К., Flugzeug-instrumente, В., 1922. А. Знаменский.

**ВЕТРЯНАЯ МЕЛЬНИЦА**, мельница, оборудованная обычно только жерновыми поставами небольшой производительности и приводимая в движение ветряным двигателем. В. м. состоит из небольшого здания, в центре которого проходит вертикальный вал, верхним концом соединяющийся посредством двух конич. зубчатых колес с валом ветряного двигателя, а нижним концом приводящий в движение жерновые поставы. Двигателем В. м. служат 4—6 крыльев, насаженных на вал, наклонен. к горизонту под углом ок. 10°. Различают В. м. двух видов — немецкие и голландские. Немецк. В. м. характеризуются тем, что для расположения плоскости крыльев перпендикулярно к направлению ветра вал и крылья ветряного двигателя вращаются вместе созданием мельницы; такие мельницы называются также *козловыми*, так как все здание располагается на особых козлах с одной осью вращения посередине. Голландские В. м., называемые также *шатровыми*, отличаются от немецких тем, что поворачивание вала и крыльев достигается перемещением на особых катках верхнего шатра мельницы, причем здание остается неподвижным.

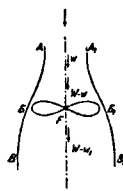
В. м., обладая такими качествами, как дешевизна и простота устройства, а также дешевизна эксплуатации, страдают и многими недостатками, причем главный из них кроется в неравномерности ветра: при отсутствии его мельница должна стоять; при слабом ветре бегун вращается медленно, и зерно плохо дробится; при сильном — бегун вращается слишком быстро и мука перегревается. Что касается мощности двигателя В. м., то



о ней можно судить по след. данным: двигатель голландской мельницы на 4 постава развивает ок. 20 HP и работает с кпд около 0,5—0,6; мельница немецкого типа, устанавливаемая на козлах и поворачивающаяся на вертикальной оси, д. б. легче, а потому имеет обычно один-два постава и двигатель

ее развивает мощность от 5 до 10 л.с. с КПД около 0,4—0,5. На фиг. представлена В. д., приводимая в действие *ветряным двигателем* (см.) современного типа, вращающим вал *a*, на конце которого насажена коническая шестерня *b*, сцепляющаяся с другой такой же шестерней *z* на горизонтальном валу *o*. Зерно загружается в постав *B*, и продукт размола из последнего винтом *E* подается к самосатке *D*, которая поднимает его во второй этаж мельницы; из самосатки по течке *c* продукт поступает в бурат *Г*, где он просеивается, и мука выходит по течке *л*, а отбросы — по течке *м*.

**ВЕТРЯНЫЕ ДВИГАТЕЛИ**, двигатели, приводимые в движение силою ветра, дующего на крылья. Воздух, подходя к В. д. и проходя через площадь, ометаемую его крыльями, создает перед ним увеличенное давление, уменьшает свою скорость и частично



Фиг. 1.

рассеивается вокруг В. д. (см. *Аэродинамика*). Схему течения воздуха около В. д. можно представить в виде фиг. 1. Линии *АВВ* и *А1В1В1* представляют собою границы частицы воздуха, прошедшей и не прошедшей сквозь площадь, ометаемую крыльями ветряного двигателя; при этом за двигателем объем *ВВВ1В1* обрабатанного воздуха мы рассматриваем изолированным от окружающего воздуха с более спокойным течением. Обозначим скорость воздуха далеко перед двигателем в сечении *АА1* через *W*, скорость в плоскости вращения *ВВ1* через *W-w*, скорость отработанного воздуха далеко за двигателем в *ВВ1* через *W-w1*, и площадь, ометаемую крыльями двигателя, в сечении *ВВ1* через *F*. По теореме о количестве движения (полагая элемент времени *t* = 1 ск.) сила лобового давления двигателя

$$P = mW - m(W - w_1) = mw_1, \quad (1)$$

где *m* — масса прошедшего в 1 ск. через площадь *F* воздуха; мощность двигателя

$$T = P(W - w) = mw_1(W - w). \quad (2)$$

Та же мощность выражается как разность живых сил потока в сечениях *АА1* и *ВВ1*. В сечении *ВВ1* давление равно атмосферному, и линии тока воздуха параллельны средней оси потока. Имеем:

$$T = m \frac{W^2}{2} - m \frac{(W - w_1)^2}{2} = mw_1 \left( W - \frac{w_1}{2} \right). \quad (3)$$

Сравнение выражений (2) и (3) дает нам

$$w = \frac{w_1}{2}. \quad (4)$$

Для средней скорости потока в сечениях *АА1* и *ВВ1* имеем:

$$\frac{W + (W - w_1)}{2} = W - \frac{w_1}{2} = W - w,$$

т. е. скорость воздуха в плоскости вращения В. д. является средней арифметической из скорости воздуха далеко перед двигателем и далеко за ним. Масса воздуха, проходящего в 1 секунду через сечение *F* плоскости вращения В. д.:  $m = \rho F(W - w)$ , где  $\rho$  — плотность воздуха (в наших условиях при  $t^\circ 15^\circ$ , при  $45^\circ$  с. ш., на уровне моря  $\rho = \frac{1}{8} \frac{\text{кг. см}^3}{\text{м}^3}$ ). Таким образом работа, отданная потоком

воздуха В. д., по (2), равна  $\rho F(W - w)^2 w_1$ . Энергия ветра измеряется его живой силой  $\frac{mW^2}{2} = \rho F \frac{WW^2}{2} = \rho F \frac{W^3}{2}$ .

Целя работу В. д. на энергию ветра и заменяя *w* через  $2w$ , получим коэффициент использования энергии ветра, или КПД его,

$$\xi = \frac{\rho F(W - w)^2 w_1}{\rho F \frac{W^3}{2}} = \frac{4(W - w)^2 w}{W^3}.$$

Для получения максимума  $\xi$  определяем производную  $\frac{d\xi}{dw}$  и приравняем ее нулю:

$$\frac{d\xi}{dw} = \frac{4}{W^3} [(W - w)^2 - 2(W - w)w] = 0,$$

откуда

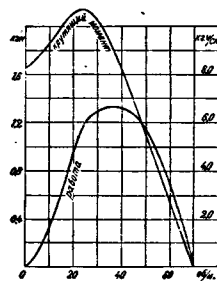
$$W - w = 2w, \quad w = \frac{W}{3} \quad \text{и} \quad W - w = \frac{2}{3} W;$$

$$\xi_{\max} = \frac{4}{W^3} \left( \frac{2}{3} W \right)^2 \frac{W}{3} = \frac{16}{27} = 0,592.$$

Отсюда видно, что более  $\frac{16}{27}$  энергии ветра, прошедшего через ометаемую крыльями В. д. площадь, получить нельзя. Это относится ко всякому рода В. д. — крыльчатым и карусельным.

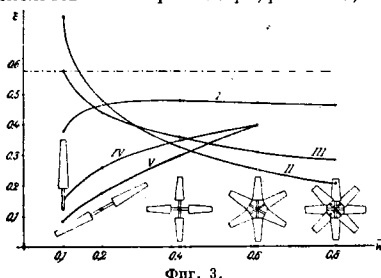
Работы Центр. аэро-гидродинамич. ин-та (ЦАГИ) в 1920 г. показали, что получаемый из опыта КПД  $\xi$  зависит от метода испытания В. д. Ветер в периоды усиления расходует свою энергию не только на полезную работу, отдаваемую двигателем, но и на образование в крыльях запаса живой силы, как в маховике; в период ослабления ветра накопленная в двигателе энергия отдается рабочим машинам в дополнение к энергии, получаемой двигателем от ветра. В первом случае мощность, показыв. измерительными приборами, имеет слишком низкие кид, во втором — слишком высокие, в виду чего необходимо делать не мгновенные отсчеты, а непрерывные записи всех элементов работы двигателя в течение нескольких минут и брать из этого материала средние величины.

Все В. д. можно разбить на два главных класса: 1) к р ы л ь ч а т ы е, у которых ось двигателя направлена по потоку (наши обычные ветряные мельницы или «американский» двигатель многолопастного типа), и 2) двигатели карусельного типа, у которых ось поставлена перпендикулярно к потоку. На фиг. 2 представлена характеристика В. д. многолопастного типа «Аэромотор», с диаметром лопастей *D* = 2,5 м и при скорости *W* = 4 м/сек. Размеры В. д. карусельного типа в несколько раз больше размеров крыльчатых двигателей той же мощности; в то же время двигатели карусельного типа обладают низким коэффициентом использования энергии ветра, тихоходностью и громоздкостью. Почти вся площадь, подставляемая действию ветра, у них закрыта материалом, что делает их неспособными выдерживать бури. До сих пор



Фиг. 2.

над карусельного типа двигателями производились лишь эксперименты, будущее же их сомнительно. На фиг. 3 показаны особенности ветряного двигателя крыльчатого типа разной быстротходности. По оси абсцисс отложена величина  $W = \frac{W}{\omega R} = \frac{1}{z}$ , где  $W$ —скорость ветра, а  $\omega R$ —окружная скорость на внешнем конце радиуса колеса В. д. Величина  $z$ , число модулей, характеризует меру быстротходности двигателей. На этой фиг. пунктирная прямая изображает максимальный теоретически возможный коэффициент использования энергии ветра, равный 0,593;



Фиг. 3.

кривая I дает этот коэф-т для крыла хорошего в аэродинамич. отношении профиля; кривая II дает отношение мощностей В. д. с разными модулями; кривые III, IV, V дают отношения размеров диам., суммарных площадей и веса крыльев В. д. с разными модулями. На фиг. 3 схематически изображены крылья В. д., соответствующие разным значениям  $W$ . Эти кривые показывают выгоду замены колеса В. д. более быстротходными. В самом деле, при такой замене для сохранения прочности головки двигателя необходимо сохранить тот же крутящий момент, а это значит, что диаметр крыльев увеличился, но т. к. число крыльев уменьшится, то вес колеса и давление на него ветра уменьшатся. А между тем с увеличением быстротходности мощность быстро растет,  $\xi$  же меняется мало, если крыло имеет хороший профиль. Единственно, что изменяется в условиях работы головки двигателя, это—скорость вращения колеса его, увеличивающаяся пропорционально увеличению мощности, но эта скорость не увеличивается более чем в 2—3 раза и, в виду малой абсолютной скорости вращения существующих многолопастных В. д., не отрицается существенно на прочности головки.

Для трогания с места В. д. с установкой, работающей при постоянном крутящем моменте (поршневой насос, чигирь, норья), необходим достаточно большой начальный крутящий момент; а между тем с увеличением быстротходности В. д. уменьшается отношение начального крутящего момента к рабочему при максимальном  $\xi$ , причем даже у сравнительно тихоходного многолопастного двигателя с  $W=0,8$  это отношение меньше 1, как показывает табл. 1.

Так как у В. д. с поворотными лопастями отношение начального крутящего момента к рабочему, даже при  $z=5$ , мало отличается

Табл. 1.—Отношение крутящих моментов В. д. разных модулей.

IV	z	Отношение нач. крутящ. момента к рабочему при неподвижно закрепл. на махах лопастях	
		нач. крутящ. момента при рабочему при подвижно закрепл. на махах лопастях	нач. крутящ. момента при рабочему при подвижно закрепл. на махах лопастях
0,8	1,25	0,854	1,945
0,6	1,67	0,677	1,220
0,4	2,5	0,483	1,055
0,2	5,0	0,171	0,908

от единицы, то для увеличения начального крутящего момента в быстротходных В. д. необходимо делать лопасти поворотными около своего радиуса.

На основе этих теоретическ. соображений сконструированы В. д. типа ЦАГИ. Применение использования самого потока воздуха для поворота крыльев двигателя (идея Г. Х. Сабинина) позволило создать тип саморегулирующегося двигателя, скорость вращения которого при разных скоростях ветра и нагрузках сохраняется постоянной в пределах до  $\pm 3,0\%$  от средней величины. Постоянство скорости вращения и свободное вращение крыльев двигателя вокруг своих махов имеют следствием нечувствительность (практически) двигателя к бурям. Серийное производство двигателей ЦАГИ поставлено в Костроме на заводе «Рабочий металлист».

Для В. д. малых мощностей более дешевыми являются двигатели многолопастного типа, так как вес конструкции не оказывает в этом случае столь большого влияния на стоимость, как при двигателях более крупных мощностей. Общий вид ветряных двигателей многолопастного типа, приводящего в движение поршневой насос, представлен на фиг. 4 и 5. Колесо двигателя I состоит из многих (в общем от 12 до 64) лопастей, изготовленных из листового стали и изогнутых по дуге круга. Вогнутая часть лопастей обращена к ветру, и угол между хордой лопасти



Фиг. 4.

и плоскостью вращения колеса имеет обычно постоянную величину, равную  $30^\circ$ . Повантовкой лопастей по винтовой линии можно увеличить  $\xi$  до  $20\%$ . Главный вал колеса 3 лежит или горизонтально или наклонно к горизонту до  $12^\circ$ , при этом передний конец приподнят. При наклонном положении вала мощность двигателя уменьшается пропорционально кубу косинуса угла между осью вала и горизонтом; делается же это обыкновенно для того, чтобы лопасти нижней края колеса не цеплялись за башню. Вращение главного вала двигателя через кривошипный механизм передается в виде качательного движения к насосу. Главный вал двигателя помещен эксцентрично по отношению к оси вращения двигателя вокруг башни. Ферма хвоста 4 прикреплена к головке двигателя на шарнире и со стороны, противоположной валу, соединена с головкой пружинами 5,

фиксирующими определенное положение хвоста 2 по отношению к головке. Во время сильного ветра давление его на колесо преодолевает натяжение пружины, и колесо выводится из-под ветра, чем и предохраняется от разноса (фиг. 6—обозначения те же, что на фиг. 4 и 5). Хвост имеет следующие нормальные размеры: расстояние от центра башни до центра плоскости хвоста  $0,75 D$ , и площадь плоскости хвоста равна  $0,125 D^2$  (здесь  $D$ —диам. колеса двигателя).



Фиг. 5.

Теоретически мыслимы В. д., у которых крылья заменены вращающимися цилиндрами, но вследствие большой окружной скорости для двигателей малого диаметра эта замена совершенно нецелесообразна. Для В. д. очень больших диаметров такая замена допустима, но преимуществ по сравнению с В. д. быстроходного типа здесь ожидать трудно, по причине относительно низкого аэродинамич. качества и следовательно низкого КПД  $\xi$  вращающихся цилиндров, а также сравнительно небольшой быстроходности их.

Лит.: Красовский Н. В. и Сабинин Г. Х., «Труды ЦАГИ», Москва, 1923, вып. 2, 4, и 1926, вып. 22, 28; Vetz A., Wind-Energie und ihre Ausnutzung durch Windmühlen. Naturwissenschaft und Technik. Göttingen, 1926, Н. 2; Fuller P., Use of Windmills in Irrigation in the Semiarid West, United States Bureau of Agriculture Farmers' Bulletin 866, Wash., 1917; Вилл К., Die Windkraft in Theorie und Praxis, В., 1927. Н. Красовский.

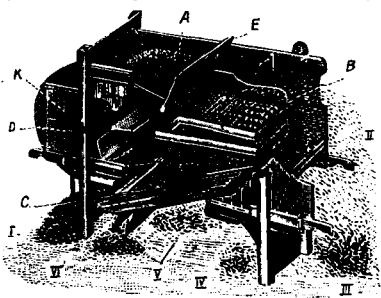
**Техника безопасности.** В. д. должен быть снабжен надежно действующим тормозным приспособлением, устроенным так, чтобы он не мог быть выведен из действия без ведома рабочего, обслуживающего В. д. Смазка верхних частей В. д. должна быть или автоматическая или при помощи масленок с резервуарами, наполняемыми до пуска В. д. в ход. Башня В. д. должна иметь прочные лестницы с перилами высотой не менее 1 м, с сплошной зашивкой внизу на высоту 18 см.

Лит.: Радциг А. А., Машин-двигатели, «Охрана жизни и здоровья рабочих в промышленности», СПб., 1913, ч. 1, вып. 1. П. Симон.

**ВЕХИ**, прямые цилиндрические деревянные шесты, диам. 20 мм, длиной 2 м, иногда окрашенные в белый и красный цвета, с острыми железными наконечниками внизу, применяются при геодезич. работах для обозначения точек и линий на местности; ча-

сто такие В. устанавливают над точкой при помощи металлических треножников с кардановым подвесом. Для землеустройства и топографич. съемок В. делают больших размеров, диаметром 3—6 м, длин. 2—4—6 м. Для лучшей видимости на больших расстояниях к верхнему концу В. прикрепляют флаги (бело-красные), прибивают дощечки или привязывают пучки соломы, хвороста и т. д. В лесу, наоборот, применяют тонкие вехи с заостренным нижним концом, диам. 1—2 см и длиной 1—1½ м, из мелкого леса; для лучшей видимости вершину такой вехи очищают от коры. См. *Сигналы*.

**ВЕЯЛКА**, машина для очистки вороха, получающегося при молотье. Ворох состоит кроме зерна из обломков соломы разных размеров (сборина), колосьев пустых, разбитых и невыволоченных, мякни, сорных семян, небольших комков почвы, песка и случайных примесей (фиг. 1, I, II, III, IV, V и VI). Ворох более загрязнен при молотье цепями и значительно чище после молотилки с соломотрясом и грохотом. Состав вороха можно разделить на три части: зерно, легкие и тяжелые примеси. При отвеивании зерна издавна применялся способ отделения вороха помощью ветра и толчков, которые сообщаются вороху. Ручное отвеивание состоит в том, что ворох захватывают лопатой и подбрасывают вверх; легкие примеси относятся ветром, а зерно падает вниз; при отвеивании толчками (не на ветру) тяжелые примеси отлетают дальше, а



Фиг. 1.

легкие—ближе зерна. В В. ворох подвергается аналогич. воздействиям: он продувается струей воздуха от вентилятора и подвергается сотрясанию на двигающихся решетках.

Веялка (фиг. 1) состоит из ковша А, куда засыпают ворох, системы решет В и С, собранных по несколько вместе, вентилятора (ветрогона) D и механизма для движения вентилятора и решет; кроме того, имеется

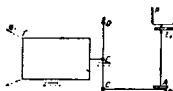


Фиг. 2.

ряд заслонок для регулирования подачи вороха и силы ветра, желобков для вывода получаемых продуктов и других второстепенных деталей. К о в ш состоит из четырех стенок, собранных надобие воронки,

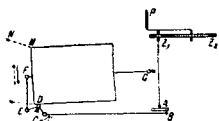


и дна, наклоненного для сообщения вороху движения силой тяжести по направлению к решетам для облегчения скатывания вороха дну часто дают легкое качательное движение. В стенке ковша, обращенной к решетам, делают отверстие, закрываемое заслонкой *E*. Применение заслонки позволяет регулировать размеры подачи на решета вороха. Вентилятор, помощью которого продвигаются решета, помещается в особом кожухе под ковшом. Он обыкновенно состоит из пяти, иногда четырех или шести лопастей; так как струя ветра д. б. равномерна, то предпочитают пять лопастей (при четырех получается прерывистая струя); увеличение числа крыльев способствует равномерности струи, но усложняет и удорожает конструкцию *B*. Лопастей вентилятора ставят радиально (фиг. 1), но чаще им дают наклон назад, с целью избежать уплотнения струи перед лопаткой и разрежения воздуха за ней. Воздух засасывается вентилятором через боковые окна (фиг. 1, *K*); при полной открытии их получается наиболее сильная струя, и если она выбрасывает зерна наружу, то заслонки прикрывают. Изменение плотности струи воздуха достигается или специальной заслонкой или изменением



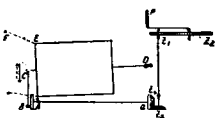
Фиг. 3а.

числа оборотов оси вентилятора. В ручных веялках к этому не прибегают, так как для рабочего наиболее удобным является вращение рукоятки со скоростью 40—45 об/м. (при расположении оси вентилятора на высоте 1 м и радиусе рукоятки 0,4 м). Число оборотов вентилятора при нормальном числе оборотов рукоятки получается в существующих веялках от 120 до 150, что составляет скорость лопасти в 7,25 м/сек. В некоторых веялках, работающих от приводов, приток воздуха автоматически регулируется установкой заслонки с противовесами, закрывающих или открывающих отверстия в кожухе или в окнах вентилятора при изменении числа оборотов его. Решета устанавливаются в рамках по несколько вместе и образуют два стана: верхний—*B* и нижний—*C*. Решетам сообщается колебательное движение, причем водных



Фиг. 3б.

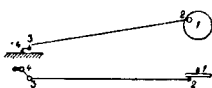
В. решета качаются вдоль станка *B*., а в других—поперек. При продольном колебании ворох быстро проходит по решетам, и производительность такой веялки увеличивается. При поперечном колебании ворох и зерно дольше держится на решетках, описывая более длинный путь, вследствие чего зерно лучше очищается от примесей, но производительность *B*. при этом уменьшается. Решета устанавливают наклонно, и степень



Фиг. 4.

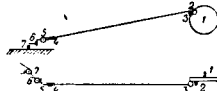
наклона их м. б. изменяема в зависимости от состояния вороха, т. е. характера зерна, степени засоренности его, влажности и т. д. Решета *B*. делают 1) плетеными из железной проволоки; 2) с отверстиями, пробитыми в железном или цинковом листе, и 3) составные, из ряда железных пластинок, поставленных наклонно. От решета *B*. требуется, чтобы оно имело достаточно шероховатую поверхность для задержки вороха на ветру и имело наибольшее живое сечение, т. е. имело наименьшую площадь промежутков между отверстиями, которые задерживают ток воздуха. Этим требованиям наиболее удовлетворяет решето Варакина, которое имеет тонкие планки, поставленные надобные жалюзи, а также решето Грелыя (фиг. 2). Наименее пригодным является пробивное решето. Форма отверстий решет бывает квадратная, прямоугольная, ромбическая, шестиугольная и т. д.; решающего значения она не имеет, так как в веялках играет роль размер отверстия решет. Решета различаются по №№, по к-рым они и подбираются для различного зерна; № решета обозначает число отверстий, приходящихся на единицу его длины. При каждой *B*. отускается набор решет для различного зерна. Механизм *B*. очень прост (фиг. 3а и 3б): от рукоятки *P* помощью одной пары зубчатых колес *Z*<sub>1</sub> и *Z*<sub>2</sub> движение передается к оси вентилятора (вращательное движение); для того чтобы преобразовать вращательное движение в качательное, для решет применяются четырехзвенные механизмы: на противоположном конце вала вентилятора насаживается кривошип в виде диска с противовесом *A-B*, от которого при помощи шатуна *B-C* движение передается системе коленчатых рычагов и далее к шатуну *E-F*, соединяемому к решетам. Для осуществления продольного качания решет в колонистской веялке применяется система механизмов по схеме фиг. 3а: механизм *A-B-C-D* и механизм *D-E-F-G*; для поперечного качания в веялке системы Гранта—по схеме фиг. 3б: механизмы *A-B-C-D*, *D-E-F-G* и *G-F-M-N*. В других *B*., например системы Клейтона и Беккера (фиг. 4), вводятся конич. зубчатые колеса *Z*<sub>3</sub> и *Z*<sub>4</sub> и механизмы: *A-B-C-D* и *D-C-E-F*, а также применяется ременная передача к нижнему решетному стану через шкив *a*, сидящий на оси колеса *Z*<sub>4</sub>. Для простоты и дешевизны в *B*. применяются простые плоскостные четырехшарнирные механизмы 1-2-3-4 (фиг. 5а), тогда как передача движения совершается из вертикальной плоскости (вращения рукоятки) в плоскость, имеющую наклон к горизонту, вследствие чего простые шарниры механизмов стучат и быстрее срабатываются. Необходимо ставить универсальные шарниры по схеме семизвенного механизма: 1-2-3-4-5-6-7 (фиг. 5б).

наклона их м. б. изменяема в зависимости от состояния вороха, т. е. характера зерна, степени засоренности его, влажности и т. д. Решета *B*. делают 1) плетеными из железной проволоки; 2) с отверстиями, пробитыми в железном или цинковом листе, и 3) составные, из ряда железных пластинок, поставленных наклонно. От решета *B*. требуется, чтобы оно имело достаточно шероховатую поверхность для задержки вороха на ветру и имело наибольшее живое сечение, т. е. имело наименьшую площадь промежутков между отверстиями, которые задерживают ток воздуха. Этим требованиям наиболее удовлетворяет решето Варакина, которое имеет тонкие планки, поставленные надобные жалюзи, а также решето Грелыя (фиг. 2). Наименее пригодным является пробивное решето. Форма отверстий решет бывает квадратная, прямоугольная, ромбическая, шестиугольная и т. д.; решающего значения она не имеет, так как в веялках играет роль размер отверстия решет. Решета различаются по №№, по к-рым они и подбираются для различного зерна; № решета обозначает число отверстий, приходящихся на единицу его длины. При каждой *B*. отпускается набор решет для различного зерна. Механизм *B*. очень прост (фиг. 3а и 3б): от рукоятки *P* помощью одной пары зубчатых колес *Z*<sub>1</sub> и *Z*<sub>2</sub> движение передается к оси вентилятора (вращательное движение); для того чтобы преобразовать вращательное движение в качательное, для решет применяются четырехзвенные механизмы: на противоположном конце вала вентилятора насаживается кривошип в виде диска с противовесом *A-B*, от которого при помощи шатуна *B-C* движение передается системе коленчатых рычагов и далее к шатуну *E-F*, соединяемому к решетам. Для осуществления продольного качания решет в колонистской веялке применяется система механизмов по схеме фиг. 3а: механизм *A-B-C-D* и механизм *D-E-F-G*; для поперечного качания в веялке системы Гранта—по схеме фиг. 3б: механизмы *A-B-C-D*, *D-E-F-G* и *G-F-M-N*. В других *B*., например системы Клейтона и Беккера (фиг. 4), вводятся конич. зубчатые колеса *Z*<sub>3</sub> и *Z*<sub>4</sub> и механизмы: *A-B-C-D* и *D-C-E-F*, а также применяется ременная передача к нижнему решетному стану через шкив *a*, сидящий на оси колеса *Z*<sub>4</sub>. Для простоты и дешевизны в *B*. применяются простые плоскостные четырехшарнирные механизмы 1-2-3-4 (фиг. 5а), тогда как передача движения совершается из вертикальной плоскости (вращения рукоятки) в плоскость, имеющую наклон к горизонту, вследствие чего простые шарниры механизмов стучат и быстрее срабатываются. Необходимо ставить универсальные шарниры по схеме семизвенного механизма: 1-2-3-4-5-6-7 (фиг. 5б).



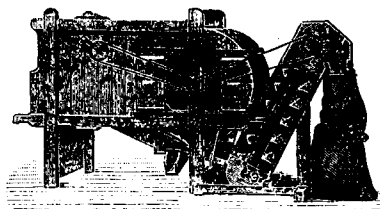
Фиг. 5а.

ного качания решет в колонистской веялке применяется система механизмов по схеме фиг. 3а: механизм *A-B-C-D* и механизм *D-E-F-G*; для поперечного качания в веялке системы Гранта—по схеме фиг. 3б: механизмы *A-B-C-D*, *D-E-F-G* и *G-F-M-N*. В других *B*., например системы Клейтона и Беккера (фиг. 4), вводятся конич. зубчатые колеса *Z*<sub>3</sub> и *Z*<sub>4</sub> и механизмы: *A-B-C-D* и *D-C-E-F*, а также применяется ременная передача к нижнему решетному стану через шкив *a*, сидящий на оси колеса *Z*<sub>4</sub>. Для простоты и дешевизны в *B*. применяются простые плоскостные четырехшарнирные механизмы 1-2-3-4 (фиг. 5а), тогда как передача движения совершается из вертикальной плоскости (вращения рукоятки) в плоскость, имеющую наклон к горизонту, вследствие чего простые шарниры механизмов стучат и быстрее срабатываются. Необходимо ставить универсальные шарниры по схеме семизвенного механизма: 1-2-3-4-5-6-7 (фиг. 5б).



Фиг. 5б.

Веялки разделяются по характеру движения верхнего решетчатого стана на черновые, имеющие продольное движение и дающие большую производительность, но меньшую чистоту работы, и беловые, менее производительные, но очищающие зерно более совершенно. Из черновых В. у нас строятся веялки типа Вараксина и колониетские; беловые строятся по типу Клейтона № 5. Промежуточным типом являются веялки уфимские и тульские, которые хотя и имеют поперечное



Фиг. 6.

колебание решета, но вследствие большой ширины последних отличаются значительной производительностью. Из иностранных машин имеют значение В. заводов бр. Рёбер (Gebr. Röber) и английские — Клейтона (Clayton & Shuttleworth). Веялки строятся различных размеров с производительностью от 400 до 800 кг в час для В. ручных и до 2 т в час для конных. К конным В. иногда присоединяют ковшовый элеватор (фиг. 6, Э), при помощи которого очищенное зерно поднимается и сыпается в мешки.

Лит.: Горлячкин В. П., Веялки и сортировки, Москва, 1908; его же, Отчет об испытании веялок на Бутырском хуторе, М., 1900; Вейс Ю. А., Курс с.-х. машиноведения, 2 изд., М.—Л., 1927; Дебу К. П., Очистка, обезвреживание и сортировка семян, СПб., 1908; его же, Веялки и сортировки, СПб., 1914; его же, Очистка зерна, Харьков, 1923; Черняев В. В., Очистка и сортировка семян, СПб., 1890; Машины для очистки, сортировки и сушки семян, СПб., 1897, изд. Вольво-оконом. об-ва. Б. Кривль.

**ВЗАИМНАЯ ИНДУКЦИЯ**, электромагнитное взаимодействие двух электрич. цепей. Если в электрич. цепи 1 проходит ток  $i_1$ , то через электрич. цепь 2, расположенную поблизости, проходит часть  $M_{12}$  магнитного потока, создаваемого током  $i_1$  в цепи 1. Коэфт-т  $M$  называется коэфт-циентом взаимной индукции, или взаимной индуктивностью (см. *Индуктивность*). При прохождении в цепи 2 тока  $i_2$  в цепи 1 создается магнитный поток  $M_{21}$  с тем же значением коэфт-циента  $M$ . Если в цепи 1 изменится ток  $i_1$ , то в цепи 2 появляется (индуцируется) напряжение  $M \frac{di_1}{dt}$ ; если в цепи 2 изменится ток  $i_2$ , то в цепи 1 индуцируется напряжение  $M \frac{di_2}{dt}$ . См. *Индукция закон и Связь*. Я. Шпильройн.

**ВЗАИМНОСТЬ ДВИЖЕНИЙ**. Всякое движение относительно. При исследовании относительного движения двух неизменяемых систем  $A$  и  $B$  (напр. двух твердых тел) за неподвижную систему сравнения можно принимать условно систему  $A$  или систему  $B$ . Если дано движение системы  $A$  по отношению к системе  $B$ , условно принятой за неподвижную, то каждая точка  $a$  системы  $A$

при своем движении будет последовательно совпадать с некоторыми определенными точками системы  $B$ ; совокупности этих точек образует *траектории* (см.)  $a$  точек  $a$  по отношению к системе сравнения  $B$ . Относительное движение обеих систем не изменится, если той среде, в которой находятся обе системы  $A$  и  $B$ , сообщить движение по закону движения системы  $A$ , но направленное в каждый момент в сторону, обратную данному движению системы  $A$ . При таком условии все перемещения точек системы  $A$  будут противоположны ее данным перемещениям, и систему  $A$  в пространстве можно будет принять за неподвижную систему сравнения; при этом каждая точка  $b$  движущейся системы  $B$  будет последовательно совпадать с некоторыми определенными точками системы  $A$ , и совокупности этих точек образует траектории  $\sigma$  для точек  $b$  по отношению к системе сравнения  $A$ .

Если данное движение системы  $A$  относительно системы сравнения  $B$  назовем *прямым*, то движение системы  $B$  относительно системы сравнения  $A$  будет называться *обратным* движением, а данное и обратное движения вместе носят название *взаимных движений*. Какое из этих движений считать прямым и какое обратным — всецело зависит от нашего выбора; так например если вращение маховика относительно паровой машины мы примем за прямое движение, то обратным движением будет вращение всей паровой машины относительно маховика как неподвижной системы сравнения.

Идея В. д., т. е. существования для каждого данного движения соответствующего обратного движения в зависимости от того или иного выбора системы сравнения, была в общем виде указана Шалем (Chasles), и это положение носит название принципа Шалля. Этот принцип играет большую роль в теории *механизмов* (см.).

Лит.: Кинематические отдели различных курсов по теоретич. механике (Бобылев Д., Сомов П., Суслев Г. и другие); Chasles M., Aperçu historique sur l'origine et le développement des méthodes en géométrie, particulièrement des celles qui se rapportent à la géométrie moderne, P., 1839; Schell W., Theorie d. Bewegung u. d. Kräfte, B. 1, Lpz., 1879; Reuleaux F., Theoretische Kinematik, Braunschweig, B. 1, 1875, B. 2, 1900. А. Яшнов.

**ВЗАИМНОСТЬ ПЕРЕМЕЩЕНИЙ**. Это положение, было доказано Бетти (Е. Betti) в 1872 г. Оно имеет вид:

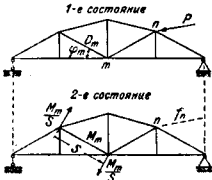
$$\sum S_n \delta_{nm} = \sum S_m \delta_{mn}$$

и формулируется так: «если какая-либо система находится последовательно под действием нагрузок  $S_n$  (1-е состояние) и нагрузок  $S_m$  (2-е состояние) или наоборот, то возможная работа сил первого состояния ( $S_n$ ) на перемещениях  $\delta_{nm}$ , вызываемых силами второго состояния ( $S_m$ ) по направлениям первых, равна возможной работе сил второго состояния ( $S_m$ ) на перемещениях  $\delta_{mn}$ , вызываемых силами первого состояния ( $S_n$ ) по направлениям сил второго состояния». Например если на ферму (фиг. 1) действует сила  $P_n$ , вызывающая изменение наклона раскоса  $D_m$  к горизонту на величину  $\Delta \varphi_{nm}$  (1-е состояние), и затем подействует пара сил с моментом  $M_m$ , вызывающая перемещение узла  $n$  на

величину  $f_{nm}$  (2-е состояние), то по смыслу теоремы Бетти можно написать:

$$P_n f_{nm} = M_m \Delta \varphi_{mn}$$

Это положение имеет большое применение в расчетах статически неопределимых систем; оно облегчает написание уравнений, которые недостают для расчета этих систем. Наприм. если рассматривать арку, заделанную пятнами (фиг. 2), представляющую собой трижды статически неопределимую систему, то, приведя эту арку к виду статически определимого кривого бруса



Фиг. 1.

с приложенными к нему неизвестными  $H_a$ ,  $V_a$  и  $M_a$ , можно рассматривать этот брус в нижеследующих четырех состояниях загрузки:

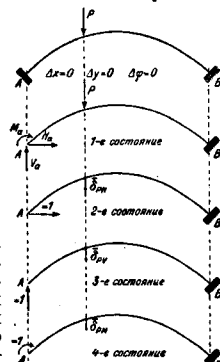
- 1-е, действительное состояние: нагрузки:  $P, H_a, V_a, M_a$ ;
- деформации:  $\Delta x = 0, \Delta y = 0, \Delta \varphi = 0$ ;
- 2-е, воображаемое состояние: перемещения:  $\delta_{RH}, \delta_{HH}, \delta_{VH}, \delta_{MH}$ ;
- нагрузка: 1 — — — — —;
- 3-е, воображаемое состояние: перемещения:  $\delta_{RV}, \delta_{HV}, \delta_{VV}, \delta_{MV}$ ;
- нагрузка: — — — — — 1 — — — — —;
- 4-е, воображаемое состояние: перемещения:  $\delta_{RM}, \delta_{HM}, \delta_{VM}, \delta_{MM}$ ;
- нагрузка: — — — — — 1 — — — — —.

Это дает возможность составить следующие уравнения:

$$\begin{aligned} P\delta_{RH} + H_a\delta_{HH} + V_a\delta_{VH} + M_a\delta_{MH} &= 1 \cdot \Delta x = 0; \\ P\delta_{RV} + H_a\delta_{HV} + V_a\delta_{VV} + M_a\delta_{MV} &= 1 \cdot \Delta y = 0; \\ P\delta_{RM} + H_a\delta_{HM} + V_a\delta_{VM} + M_a\delta_{MM} &= 1 \cdot \Delta \varphi = 0. \end{aligned}$$

Далее остается упрощение этих уравнений, вычисление величины  $\delta$  в них и решение их относительно неизвестных  $H_a, V_a$  и  $M_a$ .

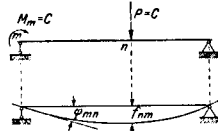
Частный случай теоремы о В. п. был доказан еще в 1864 г. Максвеллом (С. Maxwell), к-рый показал, что  $\delta_{nm} = \delta_{mn}$ . Это положение формулируется так. образом: «если на систему действуют две количественно равные нагрузки, то перемещение ( $\delta_{nm}$ ), вызываемое действием второй нагрузки ( $n$ ) по направлению первой ( $m$ ), количественно равно перемещению, вызываемому действием первой нагрузки ( $m$ ) по направлению второй ( $n$ ). Например если на балку действует сила  $P_n = C$  кг и момент



Фиг. 2.

$M_m = C$  кэм (фиг. 3), то прогиб  $f_{nm}$ , вызываемый моментом  $M_m$  по направлению силы  $P_n$ , будет равен углу поворота  $\varphi_{mn}$ , вызываемому действием силы  $P_n$  по направлению момента  $M_m$ , т. е.  $f_{nm} = \varphi_{mn}$ .

Эта зависимость позволяет заменять сложное по вычислению перемещение  $\delta_{mn}$  более простым по вычислению перемещением  $\delta_{nm}$ . Кроме того эта зависимость позволила перейти от эпюры перемещений и линий прогибов к линиям влияния в статически неопределимых системах. Напр. если бы для двухшарнирной арки, представляющей собой однажды статически неопределимую систему, требова-



Фиг. 3.

лось построить линию влияния распора  $H$ , то это построение может быть сделано на основании следующих соображений. Приведем арку к виду статически определимого кривого бруса, лежащего на двух опорах (фиг. 4), строим для него эпюру перемещений, как веревочную кривую  $anb$  для упругих грузов  $w$ . Каждая ордината этой кривой определяет собой величину вертикального перемещения  $\delta_{RH}$  любой точки  $n$  оси арки.

Так как, по теореме о взаимности перемещений,  $\delta_{RH} = \delta_{HR}$ , то следовательно ординаты той же кривой определяют собой величины перемещения точки приложения силы  $H$  от действия силы  $P = 1$ , приложенной в точке  $n$  оси арки, и так как эти ординаты изменяются в зависимости от положения груза  $P = 1$ , то следовательно кривая  $anb$  представляет собою линию влияния перемещения точки  $A$  по направлению силы  $H_a$ . Рассмотрим зависимость между нагрузками  $P = 1$  и  $H_a$  в условиях 1-го и 2-го состояний:

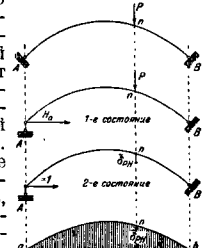
$$\begin{aligned} &1\text{-е, действительное состояние:} \\ &P = 1, H_a \Delta x = 0 \\ &2\text{-е, воображаемое состояние:} \\ &\left. \begin{aligned} &\delta_{RH}, \delta_{HH} \end{aligned} \right\} 1, \end{aligned}$$

$$\text{откуда } P\delta_{RH} + H\delta_{HH} = 0 \text{ или } H_a = \frac{1\delta_{RH}}{\delta_{HH}}$$

Из этого следует, что кривая  $anb$  с ординатами  $\delta_{RH}$  может быть рассматриваема как линия влияния неизвестной силы  $H_a$  при условии измерения этих ординат в масштабе  $\delta_{HH}$ . См. Линии влияния.

Лит.: Прокофьев И. П., Теория сооружений, ч. 2, М., 1928; Тимошенко С. П., Курс сопротивления материалов. Работа внутренних сил упругости, 5 изд., М.—П., 1923; Филоненко-Бородич М. М., Основы теории работы упругих сил в

области влияния в статически неопределимых системах. Напр. если бы для двухшарнирной арки, представляющей собой однажды статически неопределимую систему, требова-



Фиг. 4.

плоских системах. М., 1925; Кирпичев В. Л., Личные неизвестные в строительной механике, Киев, 1903; Piret J., Compendium der Statik der Baukonstruktionen, Berlin, 1921—23; Maxwell C., On the Calculation of the Equilibrium a. Stiffness of Frames, «Philosophical Magazine», London, 1919, v. 27, p. 294; Betti E., «Nuovo Cimento», Pisa, 1872, (seria 2), t. 7—8.

И. Прокофьев.

**ВЗАИМОЗАМЕНЯЕМОСТЬ** деталей машин дает возможность соединять эти детали при сборке машин без дополнительной ручной обработки и даже без подбора. При изготовлении некоторого количества однородных изделий последние могут быть собраны из общего числа взаимозаменяемых деталей. Так например при В. болтов и гаек, гайка от любого болта должна навинчиваться на другой болт, имеющий нарезку того же размера; в мясорубках нож должен подходить к любой мясорубке того же номера; электрич. лампочки, вилки, радиочасти должны приходить к всем соответственным патронам и аппаратам. Если же В. такова, что при сборке изделий приходится из общего числа изготовленных деталей подбирать, хотя и без обработки, подходящую часть, то такой принцип сборки называется методом подбора (selective assembly). В. имеет целью облегчить потребителю замену одного изделия или его детали другими в случаях утери, поломки или износа. С производственной стороны В. требует определенной точности изготовления этих деталей, при чем В. может проводиться или в пределах одного з-да, или на всех предприятиях данной страны, или даже в международном масштабе.

Для осуществления В. в производстве необходимы кроме специальных прецизионных станков и достаточно обученного пер-

ходится между указанными размерами калибров, т. е. если оно меньше большего и больше меньшего из обоих соответствующих калибров. Для обеспечения вхождения двух спаренных деталей (напр. вала и отверстия) более целесообразно, чтобы отверстие имело ошибку в большую сторону, а вал—в меньшую, чем наоборот. Поэтому из предельных стержневых калибров для измерения изготовляемых отверстий один д. б. нормальным, т. е. имеет точный размер, а другой—несколько больше нормального, на величину разрешаемого допуска; при проверке отверстия необходимо следить, чтобы в него мог войти нормальный стержневой калибр и не входил больший калибр. Точно также при проверке вала последний должен входить в нормальный калибр-кольцо и не входить в меньшее кольцо. Эти условия обеспечивают то, что вал сделан с обусловленным допуском (см.) в меньшую сторону, а отверстие—с допуском в большую сторону. Для валов и отверстий, сопрягаемых друг с другом в виде подвижного соединения (см. *Посадка*), неточность изготовления, или допуск, следует предусматривать в г л у б ь м а т е р и а л а как для вала, так и для отверстия, и притом нормальный калибр должен проходить в изделие, а калибр с отклонением (б р а к о в о ч н ы й) не должен проходить. Между изделиями, калибрами и так называемыми контр-калибрами, т. е. калибрами, служащими для измерения первых калибров, существует соотношение размеров, к-рое можно видеть из нижеследующей таблицы (где  $a$ —чертежный размер,  $E$ —допуск для изделия и  $b$ —допуск для калибра).

Соотношение размеров между изделиями и калибрами.

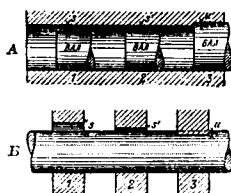
Какое изделие проверяется	Наименование калибра	Калибром калибром проверяются изделия			Калибры для проверки калибров (контр-калибры)		
		форма	размер	результат обмера калибром	форма	размер	результат обмера контр-калибром
Кольцо	Браковочный	Стержень	$a + E$	Не должен проходить	Кольцо	$a + E$ $a + E - b$	Должен проходить Не долж. проходить
	Проходный	Стержень	$a$	Должен проходить	Кольцо	$a + b$ $a$	Должен проходить Не долж. проходить
Стержень	Браковочный	Кольцом	$a$	Не должен проходить	Стержень	$a$ $a - b$	Не долж. проходить Должен проходить
	Проходный	Кольцом	$a - E$	Должен проходить	Стержень	$a - E + b$ $a - E$	Не долж. проходить Должен проходить

сонала надлежащие измерительные приборы (калибры, шаблоны), дающие возможность производить измерения с обусловленной точностью. При этом *мерительные приборы* (см.) должны не только удовлетворять современным требованиям в смысле точности, но в виду их употребления при станках не должны изменяться при неосторожном или неумелом обращении. К числу таких приборов относятся введенные в середине 90-х гг. предельные *калибры* (см.)—стержни и кольца. Каждый из этих калибров дается в двух размерах, из к-рых один является наименьшим из допустимых для данного изделия, а другой—наибольшим. Изделие считается годным, если размер на-

Изделия, выдерживающие проверку проходными и непроходными калибрами, имеют при этой схеме вероятные размеры: кольцо  $a + \frac{E}{2}$ , а стержень  $a - \frac{E}{2}$ ; из сопоставления этих размеров ясно, что вхождение стержня в кольцо обеспечено. В схеме показано, что при системе предельных калибров и правильно взятых допусков, обеспечивается В. изготовляемых частей.

Наиболее распространенной и разработанной из систем является в настоящее время германская система допусков DIN (сокращен. наименование Deutsche Industrie Normen). В основу современной системы допусков положено установление минимального

необходимого зазора между валом и отверстием при различных условиях работы вала в отверстиях, т. е. посадки или пригонки; вместе с тем установлен и размер допускаемой неточности при изготовлении, или так наз. допуска на неточность изготовления. В допусках различают две системы: систему отверстия и систему вала. При системе отверстия диаметры для отверстия во всех случаях посадок одной степени точности одинаковы, но диаметры валов д. б. меньше (когда посадкой требуется зазор между валом и отверстием) или больше (в случае посадки с натягом) диаметра отверстия. Величина, на которую разнится вал от отверстия, зависит от необходимого для заданной посадки зазора  $s$  или натяга  $u$ . В системе же вала имеется единый диаметр



Фиг. 1.

для вала при всех посадках одной степени точности; диаметры отверстий, по сравнению с диаметром вала, должны быть больше (при зазоре) или меньше (при натяге) на величину необходимого для данной посадки зазора или натяга  $u$ . Изложенное поясняется фиг. 1, А (система отверстия) и фиг. 1, Б (система вала), где: 1—свободная посадка, 2—скользящая посадка и 3—тугая посадка.

Размеры зазоров или натягов между валом и отверстием устанавливаются в определенных величинах в зависимости от характера посадки и вместе с тем в зависимости от требуемой точности выполнения этой посадки, т. е. в зависимости от допусков. Допуски для изделий разделяются на классы точности. Допуском для зазоров, в отличие от допуска на неточности изготовления, называется сумма допусков двух соединяемых деталей; он равен амплитуде колебаний зазора. Величины всех допусков устанавливаются в зависимости от диаметра изделий, за единицу измерений в системе DIN принято  $1 PE (Passeinheit) = 0,005 \sqrt{D}$ , где  $D$ —диаметр вала или отверстия. По этой формуле составлены таблицы в абсолютных величинах (DIN № 772 и DIN № 773). Подобная же система допусков установлена и для самих калибров; в ней учтены неточность изготовления и износ калибров (DIN № 776. 60).

Для практического осуществления системы допусков производство таких изделий д. б. обеспечено точными мерами системы, общепринятой для промышленности, причем основной исходной мерой является эталон, хранящийся в Главной палате мер и весов. ВСНХ СССР (приказ 1927 г. № 714) устанавливает следующие пять классов калибров: 1) эталонные калибры—концевые меры, изготавливаемые с особой тщательностью, сличаемые с наивысшей метрологической точностью с основным эталоном длины СССР и хранящиеся в Главной палате мер и весов СССР; 2) образцовые калибры—концевые меры особо точного изготовления,

периодически поверяемые в Главной палате мер и весов, хранящиеся в местных поверочных палатах и служащие для проверки справочных калибров; 3) справочные калибры—концевые меры точного изготовления, служащие для проверки правильности контрольных калибров, а также для градуировки измерительных машин на эдаж; 4) контрольные калибры, служащие для проверки правильности рабочих калибров, и 5) рабочие калибры, служащие для непосредственной проверки размеров, формы и взаимного расположения частей изделий в процессе их производства или приемки.

Разделение рабочих калибров по типам производится различно, в зависимости от характера производства (массового или серийного) и в зависимости от принятой организации. Весьма целесообразно делить рабочие калибры на следующие классы, в соответствии с указанным выше подразделением калибров.

1) Рабочие калибры 1 класса, куда относятся: а) образцовые концевые рабочие калибры, которые служат для образца, для снятия с них копии, но не для проверки самих изделий; б) контр-калибры (контр-шаблоны), служащие для непосредственной сверки рабочих калибров следующего 2 класса; в) выработки (или сердечники), служащие для репродукции мер с концевых контрольных калибров при изготовлении рабочих калибров 2 класса, а также для сверки последних. Рабочие калибры 1 класса сверяются с концевыми контрольными калибрами; образцовые рабочие концевые калибры, покупные или изготовленные наборы, употребляются на самом производстве, тогда как контрольные калибры не находятся на самом производстве, а служат лишь для сверки рабочих калибров 1 класса.

2) Рабочие калибры 2 класса: а) рабочие калибры приемочных комиссий; б) рабочие калибры заводской приемки или заводского контроля; в) рабочие калибры для приемки изделий, работы и отбраковки в цехах. Все эти калибры могут быть одинаковой точности.

3) Рабочие калибры 3 класса, калибры временного характера, не обладающие точностью и прочностью предыдущего класса: а) мерки, б) наметки-лекала, в) скобки временного характера низкой точности (следует отличать от скоб, фундаментально изготовляемых). Кроме рабочих калибров той же цели служат мерительные инструменты общего употребления (штангенциркули, пальмеры, угломеры, ручные переносные метрические индикаторы, миниметры и т. п.) и мерительные машины (компараторы, простые мерительные машины, оптиметры, интерферометры и пр.).

Указанные рабочие калибры можно разделить по форме на 1) цилиндрич. калибры для наружного и внутреннего размера; 2) калибры винтовые; 3) плоские калибры—скобы и шаблоны для внутреннего и наружного обмеров; 4) фигурные шаблоны, угловые и радиусные; 5) специальные калибры форм. Все эти понятия входят в понятие 1, 2 и 3 классов. Кроме указанных калибров для В. требуются в самом производстве на стан-

ках приборы или приспособления для держания изготавливаемых изделий, а иногда и для награвления инструмента в целях достижения необходимой точности.

Помимо указанной системы допусков на валы и отверстия д. б. разработаны системы допусков для плоских предметов и длин. Особенное значение имеет вопрос допусков для расстояний между дырами и гл. обр. в цапгах В. изделий, изготавливаемых на разных з-дах и имеющих ряд отверстий, предназначенных для валов или стержней других деталей. Обычно такие отверстия сверлятся и развертываются в кондукторах, т. е. в приборах, в которых обрабатываемое изделие устанавливается со своими, надлежащим образом подготовленными, поверхностями; последним изделие опирается на соответствующие опоры кондуктора, и по закреплению этого изделия производится сверление при помощи сначала обыкновенного сверла, а затем развертки, направляемых специальными втулками. Т. к. на з-де обычно изделия пропускаются через одни и те же взаимно проверенные кондукторы, то возможность отклонений в изделиях одного и того же завода этим вообще исключается. Но кондуктор, изготовленный вновь, а особенно изготовленный на другом заводе, легко может отличаться в длине расстояния между отверстиями, и тогда В. изделий разных з-дов, при всех других благоприятных условиях, может оказаться неосуществимой. Поэтому следует обусловить допуски на неточность расстояний между отверстиями и иметь в виду наиболее тщательное и возможно точное изготовление кондукторов.

Надлежащее взаимное расположение различных частей одной и той же детали во взаимозаменяемом производстве достигается не только специальными приспособлениями на станках, но и соответственным проектированием порядка процессов обработки. Всякого рода недочеты в этом отношении могут повлечь за собою ошибки в изготовлении и лишить изделия свойства В. Исходные (опорные) поверхности или точки изделия, к-рые служат для установки данного изделия на станок, д. б. выбраны весьма обдуманно, так как от них главн. образом ведется измерение размеров частей изделия. Эти опорные поверхности или точки должны по возможности служить затем на всех переходах как опорные установочные поверхности и в процессе обработки д. б. обеспечено устойчивое положение и несбиваемость изделия на станках. Самые приборы должны обеспечивать правильность установки обрабатываемого изделия, иметь надежные и быстро действующие зажимы, исключающие возможность сбивания изделия и прижимающие его опорными поверхностями к соответствующим опорам в приборе.

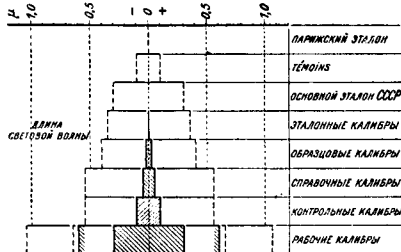
Из вышеизложенного вытекают следующие требования, к-рые необходимо соблюдать при организации производства взаимозаменяемых изделий: 1) измерительное дело д. б. основано на постепенной сверке калибров, начиная со сверки рабочих калибров с контрольными, контрольных со справочными; 2) необходимо обращать особое внимание на качества мерительных инструмен-

тов как общего, так и специального характера и применять самые тщательные методы измерения (учет влияния  $t^{\circ}$ ); 3) примененные предельных калибров в производстве д. б. основано на точно определенной системе допусков наподобие системы DIN как для изделий, так и для самих калибров; 4) приборы, приспособления к станкам, кондукторы должны быть тщательно проверены, а те из них, которые употребляются в стадии окончания изделий, должны сверяться с приборами других з-дов; 5) производство должно иметь специальных контролеров-браковщиков, проверяющих изделия по предельным калибрам.

Экономической точки зрения нужно иметь в виду, что снабжение з-да калибрами, приборами, кондукторами и т. п. специальными инструментами требует значительных расходов, и потому производство взаимозаменяемых деталей выгодно только при условии массового или крупносерийного производства. Кроме того на экономич. сторону дела влияет тот или другой выбор допусков. Величина допусков определяется двумя факторами: назначением предмета и нормальной точностью работы станков. Для установления справедливых требований по отношению к точности изготовления необходимо исследование исполненных изделий в целях измерения и оценки существующих зазоров или же изготовление пробных изделий с различными посадками. Вообще же не рекомендуется применять точные пригонки без особой к тому надобности. При условии договоренности между потребителем и производителем по вопросу о допусках изготовление взаимозаменяемых изделий представляется целесообразным и для производства в следующих отношениях: 1) продолжительность производства уменьшается по истечению периода организации; 2) производство приобретает большую независимость от квалификации рабочих. **Б. Самойлов.**

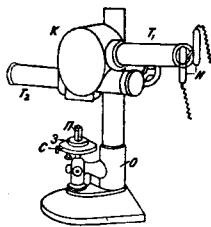
**Измерение концевых мер.** Для взаимозаменяемого производства требуется высокая точность измерения. Она достигается применением предельных калибров, для изготовления и контроля которых существуют особые методы измерения. Сравнение образцовых калибров с основным эталоном длины СССР в Главной палате мер и весов не всегда возможно и удобно. Поэтому при развитом калибрном хозяйстве пользуются измерением посредством т. н. интерферометра, построенного на явлении *интерференции света* (см.). Любая концевая мера может быть измерена с точностью до  $\pm 0,025 \mu$ , что значительно превышает точность, получаемую при сравнении с основным эталоном (фиг. 2). Этот способ имеет два преимущества: 1) возможность содержать при заводской лаборатории эталонные калибры, равные интернациональному эталоны, и 2) возможность измерять свои калибры со значительно повышенной точностью. Весьма важными для В. преимуществами такого рода достигаются благодаря сравнению абсолютной длины концевой меры с длиной световой волны гелия при помощи а п п а р а т а К е с т е р с а. Источником света служат наполненные гелием трубки И, питаемые пере-

менным током высокого напряжения (фиг. 3). Исходящий отсюда пучок лучей определенной длины проходит через фильтр, конденсер, бленду и объектив, помещенные в трубе



Фиг. 2.

$T_1$ , затем преломляется в призмах с посеребренными или никелированными полупрозрачными поверхностями, находящимися в коробке  $K$ , и следует далее через расположенную под призмами плоскопараллельную пластинку к измеряемому предмету  $\Pi$ , поставленному на кварцевое зеркало  $З$  ( $C$  — столик,  $O$  — основание).



Фиг. 3.

Между плоскопараллельной пластинкой и кварцевым зеркалом возникает явление интерференции; одновременно оно возникает также и между той же пластинкой и поверхностью измеряемого предмета. Наблюдают в трубу  $T_2$ , состоящую из окуляра, объектива и микрометра для регулирования. Интерференционные полосы тех и других плоскостей сдвинуты по отношению друг к другу. Эти отклонения возможно оценить (в долях одной ширины такой полосы, переведя в меру длины) с весьма высокой степенью точности измерения до 0,02 м. При этих измерениях следует учитывать температуру, влажность и давление воздуха. Недостаток способа заключается в возможности измерять концевые плитки длиной не более 25 мм. При замене гелия криптоном возможно довести предел до 220 мм.

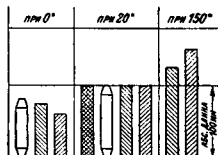
При большой точности измерения концевых мер требуется высокая точность отделки их концевых плоскостей, что проверяется приложением к плоскости тщательно полированной кварцевой или стеклянной пластинки. При этом на пластинке появляются световые линии, которые также являются следствием интерференции света. Их направление и форма позволяют судить о качестве плоскости концевой меры; на фиг. 4 показаны плоская (а) и изогнутая (б) поверхности концевой калибра. При некотором навыке легко отличить малейшие неровности поверхности калибра.

При точном измерении большую роль играет  $t^\circ$  измеряемых предметов. Во избе-

жание расхождения результатов измерений за условную  $t^\circ$  принята  $t^\circ$  в 20°, при которой действительны абсолютные размеры данного предмета (фиг. 5). При изменении  $t^\circ$  материалы по-разному изменяют свои размеры в зависимости от их коэф-та удлинения ( $\alpha = \frac{1}{l} \cdot \frac{dl}{dt}$ ). Незначительные  $t^\circ$ -ные отклонения вызывают сравнительно большие разности в размерах, особенно при высокой точности измерения в лаборатор-



Фиг. 4.



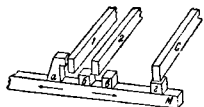
Фиг. 5.

ных условиях. Так напр. отклонения в 1° изменяют длину 100-мм концевой плитки на 1,15 м. В условиях цеховой работы эти отклонения имеют второстепенное значение, почему на самом производстве не следует стремиться к излишней и дорого стоящей точности, если она не вызывается действительной необходимостью. Это положение подтверждается явлениями неточности самой обработки поверхности (т. н. смятие гребешков), т. к. эта неточность превышает упомянутые отклонения, а также и многолетним опытом многих заводов, работающих по принципу В. и достигающих вполне удовлетворительных результатов, несмотря на эти колебания и некоторые неточности. Важно лишь, чтобы исходные концевые меры были высокого качества и последующие неточности обработки и измерения не выходили из определенных предписанных пределов.

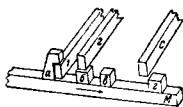
Лит.: Граменц К., Пригонки и допуски, пер. с нем., М., 1926; Взаимозамкновение и практика ее применения (Труды О-ва герм. инж.-производства), Москва, 1926; N e u m a n n O., Austauschbare Einzelteile, В. 1—Maschinenbau, Berlin, 1919; В u c k i n g h a m E., Principles of Interchangeable Manufacturing, N. Y., 1921; Machinery's Handbook, Chapter—Allowances and Tolerances, N. Y., 1924. П. Драйер.

**ВЗАИМОЗАМКНЕНИЕ**, принудительная связь между отдельными сигнализационными и централизованными приборами, служащая для обеспечения безопасного следования поездов по железным дорогам и осуществляемая либо механич., либо электрич. путем, либо и тем и другим вместе. Примером В. первого рода может служить решетка зависимости любого централизованного аппарата (см. *Дистансционная система*), которая не позволяет переводить рычаги в произвольном порядке; так, она не позволяет перевести сигнальный рычаг для открытия сигнала, если соответствующие сигналу стрелки стоят неправильно, а после открытия сигнала она же не позволяет вывести из своего положения те стрелки, которые входят в состав маршрута, ограждаемого этим сигналом. Осуществляется такое В. при посредстве линеек, соединенных с сигналь-

ными и стрелочными переводными рычагами, переделывающимися одновременно с ними. Поперек этих стрелочных и сигнальных линий расположены маршрутные линейки, которые могут быть переводяемы в ту или другую сторону при посредстве «маршрутно-затворного» рычажка. На линейках этих устраивают «кулачки», задерживающие их в том или ином положении и этим мешающие передвижениям связанных с ними рычагов. На фиг. 1 дано изображение такого В. системы Макса Юделя. Здесь 1 и 2 изображают стрелочные линейки, соответствующие стрелкам тех же номеров, С—сигнальную, М—маршрутную линейку, а, б, в, г—кулачки. В изображенном на фиг. 1 положении линейки 1 и 2 свободны, т. е. могут быть опущены, а С задерживается в своем верхнем положении кулачком г, так что сигнальный рычаг перевести нельзя. После передвижения М вправо (фиг. 2), что становится возможным лишь после перевода стрелки № 1 и опускания при этом линейки 1, стрелки запираются (№ 1—в переведенном положении, а № 2—в нормальном), и сигнал освобождается. Электрические В. мы видим например в устройствах путевой блокировки (см. *Блокировка путей*): в то время как блок приема конечной станции блок-участка заблокирован,



Фиг. 1.



Фиг. 2.

блок отправления начальной станции отблокирован, и можно открыть зависший от него semaфор; при заблокировании же блока отправления отблокировывается блок приема.

Лит.: см. *Диспетчерская система*.

Н. Роганский.

**ВЗВЕШИВАНИЕ**, см. *Стр. ТЭ*, т. 1.

**ВЗРЕЗ СТРЕЛКИ**, явление, происходящее при прохождении паровоза или вагона «по шерsti» (т. е. от крестовины к перьям) ж.-д. стрелки, поставленной для движения с одного из сходящихся путей а на общий путь в, причем этот паровоз или вагон следует с другого из сходящихся путей б (см. фиг.). Тогда перо стрелки, удаленное от



своего рамного рельса 1, начиная ребордой колеса подвдаться к этому рамному рельсу, а несколько позже начинает отжиматься от своего рамного рельса и другое (прижатое) перо 2. Если стрелка жестко замкнута ручным или приводным замком, то последний, естественно, ломается, и при этом могут сломаться и части стрелки. Для того чтобы избежать такой порчи, применяют «взрезные» замки, в которых замыкающая часть держится на болтах, рассчитанных так. обр., что они ломаются от усилия, производимого ребордой колеса, и тем спасают стрелку от

поломки. Приводные замыкатели конструируют так, что при нажатии реборды на отжатое перо последнее при последстве замыкателя отмыкает прижатое перо и отводит его от рамного рельса. Таким образом избегают поломки стрелки.

Н. Роганский.

**ВЗРЫВ ДЫМОВЫХ ТОПОЧНЫХ ГАЗОВ**, см. *Газы дымовые и топочные*.

**ВЗРЫВ ПЫЛИ**. I. Взрыв каменноугольной пыли. При разработке и доставке каменного угля в рудниках образуется значительное количество каменноугольной пыли, к-рая разносится по выработкам и оседает на стенках шахт. Во многих случаях эта пыль представляет значительную опасность, т. к. она обладает способностью воспламеняться и может служить причиной ужасных катастроф в шахтах. Еще в конце прошлого столетия во многих странах недоценивали значение этой опасности, и только грандиозный взрыв, происшедший на руднике Куррьер (Франция) в 1906 году, где погибло 1240 горнорабочих, доказал возможность воспламенения каменноугольной пыли без участия гремучего газа. Эта катастрофа побудила многие страны начать в значительном масштабе исследования вопроса о взрываемости каменноугольной пыли. Для этой цели во Франции, Англии и других странах были оборудованы специальные пылеспытательные станции, работы к-рых за последние 20 лет дали возможность распознать сущность процесса воспламенения каменноугольной пыли и выработать практические меры борьбы с этой опасностью. Основные положения в этом вопросе даны французским исследователем Таффанелем.

Многочисленные опыты показали, что каменноугольная пыль может воспламеняться только в том случае, если находится в воздухе во взвешенном состоянии; наиболее сильные взрывы пыли получаются обычно при плотности пыльного облака около 300 г на 1 м<sup>3</sup> воздуха. В. п. в руднике может произойти от действия взрыва гремучего газа или заряда взрывчатого вещества, причем пыль сначала поднимается в воздух от удара воздушной волны, а затем воспламеняется под действием пламени взрыва. В исключительных случаях можно опасаться В. п. от пламени факела, ацетиленовой лампы или вольтовой дуги, если пыль в облаке находится в движении. Важное значение в процессе В. п. имеет величина частиц (тонкость) пыли, обуславливающая способность пыли подниматься в воздух и усиливающая ее воспламеняемость. Частицы пыли под действием высокой t° подвергаются окислению и дистилляции; чем быстрее происходит эти процессы, тем сильнее получается В. п. Поэтому с увеличением тонкости пыли, а следовательно с увеличением поверхности всей совокупности частиц ее (что ускоряет процессы окисления и дистилляции), и с повышением содержания летучих веществ в угле (что ускоряет дистилляцию) увеличивается способность каменноугольной пыли к воспламенению и сила взрыва. Кроме того повышению взрывчатых свойств пыли способствуют 1) увеличение смолистых включений в угле (повышается способность к окислению), 2) увеличение теплотворной



способности продуктов дистилляции угля, 3) присутствие в воздухе метана, хотя бы и в небольших количествах. Способность каменноугольной пыли к воспламенению, наоборот, понижается с увеличением содержания в ней золы и влаги.

Наиболее простым критерием опасности каменноугольной пыли служит содержание в ней летучих веществ; при содержании последних ниже 10% пыль обыкновенно не воспламеняется. Наиболее опасной является пыль коксующихся углей при содержании в них 20—25% летучих веществ. Однако этот критерий взрываемости пыли не достаточен. Каждый сорт угля, в смысле воспламеняемости его пыли, имеет свои индивидуальные особенности, и кроме прямого экспериментального изучения воспламеняемости пыли пока еще нет метода, который позволил бы с уверенностью определять эти особенности. Поэтому для определения степени опасности какого-либо каменноугольного рудника в отношении В. п. необходимо подвергать пыль специальному испытанию. Такие испытания производятся в железных штольнях, напоминающих выработки шахты, или лабораторным путем в небольших приборах, сходных по своей конструкции со штольнями. Источниками воспламенения пыли при испытаниях обычно служат взрывчатые вещества. Если каменноугольная пыль воспламенится даже в каком-либо одном месте, то взрыв ее разнесится по всем выработкам шахты, где имеется способная к воспламенению пыль. Взрыв пыли зарождает предварительную волну взрыва, которая, двигаясь с громадной скоростью по выработкам, поднимает имеющуюся в них пыль и создает так. обр. пыльное облако, способное воспламениться с приходом пламени взрыва, которое следует за предварительной волной. Эта последняя является главной причиной механических повреждений при В. п.; она разрушает крепь выработок и создает в них облава. Люди, захваченные такой волной, часто гибнут прежде, чем их достигнет пламя взрыва и удушливые газы. При своем движении по выработкам предварительная волна претерпевает многочисленные изменения и, в зависимости от расположения и размеров выработок, может затухать или усиливаться и даже повернуть в обратную сторону (возвратная волна). После прохода пламени взрыва происходит охлаждение продуктов горения, вследствие чего позади пламени зарождается волна разрежения, которая имеет еще большую скорость, чем взрывная волна. Все эти волны, двигаясь по выработкам, подвергаются в конце концов интерференции. Т. о. процесс распространения В. п. в руднике чрезвычайно сложен и трудно поддается изучению. Самыми опасными местами в смысле возможности В. п. в шахте являются глухие забои, где пыль может при воздушном толчке создать густое облако и откуда взрыв может легче распространиться по другим выработкам. Если же воспламенение происходит в месте, окруженном значительными свободными пространствами, то В. п. может быстро рассеяться и не получить распространения. Продукты взрыва пыли содер-

жат значительный процент окиси углерода и, распространяясь по выработкам, несут с собой смерть. Обыкновенно большинство людей, захваченных взрывом в шахте, гибнет от отравления окисью углерода и меньший процент—от непосредственного действия взрывной волны и пламени взрыва.

Мероприятия по борьбе с В. п. сводятся в основных чертах к следующему.

1) Прежде чем распространения каменноугольной пыли по выработкам. Для этого необходимо по возможности препятствовать образованию пыли при выемке угля в забое и при доставке его по выработкам. Особенно много пыли образуется при загрузке угля врубовыми машинами, при отбойке и погрузке его в вагоны. Если в процессе очистных работ в шахте трудно избежать образования пыли, то необходимо стремиться к тому, чтобы пыль не разнеслась по выработкам шахты. Для этой цели необходимо производить систематическую уборку пыли в местах ее образования и принимать меры к тому, чтобы пыль не могла подниматься в воздух. Наиболее простой и радикальной мерой борьбы с пылью в этом направлении является орошение каменноугольной пыли в местах ее скопления. Но проведение этой меры затрудняется тем обстоятельством, что тонкая пыль трудно смешивается с водой.

2) Нейтрализация взрывчатых свойств каменноугольной пыли. Чтобы сделать пыль невзрывчатой, необходимо смочить ее настолько, чтобы она содержала не менее 50% влаги; однако каменноугольная пыль после орошения довольно быстро высыхает и вновь делается взрывчатой. Чтобы держать каменноугольную пыль в достаточно влажном состоянии, приходится производить повторное орошение выработок через два-три дня, что создает значительное неудобство. До 1925 года во многих рудниках Западной Европы и СССР этот способ имел широкое распространение, несмотря на то, что он вызывает большие расходы по устройству и содержанию водопроводной сети в руднике. Тем не менее взрыв пыли в рудниках, где применялось орошение, имел место; известно, что орошение действительно только в тех случаях, когда необходимо нейтрализовать взрывчатые свойства каменноугольной пыли на короткий промежуток времени, например на время производства взрывных работ в шахте. В этом случае орошение приносит двоякую пользу: нейтрализует взрывчатые свойства пыли и препятствует образованию пыльного облака в момент выпала заряда взрывчатого вещества. В настоящее время наилучшее распространение получил другой метод нейтрализации каменноугольной пыли—ославления, при котором стенки выработок шахты, где имеется пыль, покрывают слоем негорючей каменной (инертной) пыли. Такая пыль получается путем размола сланцев, известняков и других пород. Важно, чтобы инертная пыль была сухой (не более 4% влаги), достаточно тонкой (должна проходить в количестве не менее 50% через сито с отверстиями в 0,125 мм в поперечнике), не содержала горючих веществ и не обладала способностью

быстро поглощать влагу и слеживаться. Кроме того такая пыль не должна содержать >25% кремнекислоты, так как более значительное ее содержание делает пыль вредной для дыхания. Инертная пыль распыляется по выработкам вручную или при помощи специальных приборов и смешивается таким путем с каменноугольной пылью; последняя при содержании 55—60% инертной пыли перестает быть взрывчатой. По мере оседания свежей каменноугольной пыли ослабление выработок д. б. повторяемо. Эту операцию совершают несколько раз в год, а иногда несколько раз в месяц. Ослабление выгоднее орошения, так как не требует больших первоначальных затрат и является в то же время более действительным способом борьбы с каменноугольной пылью. Обычно расходы на ослабление составляют 5—10 к. на 1 т добытого угля.

3) Меры против распространения В. п. по всем выработкам, если он уже произошел. Для этой цели используются так называемые сланцевыми барьерами (заслонами), пыльными и беспыльными зонами. Сланцевый барьер состоит из ряда расположенных под кровлей попереки выработки полок с насыпанной на них инертной пылью. Эти полки делаются шириной около 40—50 см и укрепляются так, чтобы волна В. п. могла легко опрокинуть их; расстояние между полками обычно равно их ширине или немного меньше, количество же помещаемой на них инертной пыли берется с таким расчетом, чтобы на 1 м<sup>2</sup> поперечного сечения выработки, в которой расположен барьер, приходилось не менее 400 кг инертной пыли, причем вся длина барьера не должна превосходить 20 м. В случае В. п. в каком-либо месте шахты взрывная волна, дойдя до барьера, опрокинет его, и сброшенная с полок инертная пыль создаст плотное облако, способное потушить пламя взрыва, так как частицы инертной пыли будут быстро поглощать тепло. Барьеры располагаются обычно в выработках, соединяющих отдельные поля шахты; место выбирается так, чтобы барьер, с одной стороны, не препятствовал движению вагонов и воздуха по выработке и, с другой—чтобы было обеспечено действие взрывной пыли на барьер с максимальной силой. Выгоднее барьеры располагать в такой части выработок, которая тянется прямолинейно на 75—100 м, для того чтобы взрывная волна могла достичь значительной скорости, достаточной, чтобы опрокинуть барьер. Иногда прилегающую к барьеру часть выработки на протяжении 75—100 м покрывают значительным слоем инертной пыли и создают т. о. «пыльную зону», назначение которой—воспрепятствовать распространению взрыва, если барьер не был опрокинут при проходе взрывной волны или действие его было недостаточным, чтобы потушить пламя взрыва. Такие зоны устраиваются иногда отдельно от барьеров. Наконец для той же цели применяются часто так наз. «беспыльные зоны», представляющие собой часть выработки протяжением 75—150 м, в к-рой тщательно убрана каменноугольная пыль. При прохождении взрыва по такой выработке пламя затухает.

Такие беспыльные зоны имеют значение в тех случаях, когда выработки шахты мокрые и нейтральная пыль в них быстро слеживается, благодаря чему она при прохождении взрывной волны может не образовать облака и пламя взрыва может «проскочить» барьер и пыльную зону, если в месте их расположения имеется каменноугольная пыль, осевшая поверх слоя инертной пыли.

Из перечисленных мер борьбы с В. п. главное значение имеют конечно те, которые направлены к предупреждению первоначального воспламенения пыли. В обстановке рудника трудно предусмотреть все случайности, которые могут повлечь за собой В. п. Но гораздо легче предупредить взрыв в начальной его фазе, чем остановить его, когда он уже произошел; если же он приобрел значительную силу, то остановить его еще труднее. Поэтому в борьбе со В. п. главное внимание должно быть направлено на устранение причин, могущих вызвать взрыв. Как было сказано выше, скорее всего можно ожидать В. п. при вспышке гремучего газа и при палении взрывчатых веществ в шахте. На эти две причины и д. б. обращено главное внимание. В опасных по каменноугольной пыли шахтах должны применяться только «предохранительные» взрывчатые вещества, которые при нормальных условиях паления обычно не воспламеняют каменноугольной пыли и гремучего газа. Но даже такие предохранительные взрывчатые вещества способны иногда вызвать воспламенение каменноугольной пыли. Поэтому при зарядании шпуров в местах, где имеется взрывчатая каменноугольная пыль, применяется так называемая «внешняя забойка», которая состоит из небольшой полки, располагаемой у устья шпура, с насыпанной на ней инертной пылью в количестве не менее 1,5 кг на каждый шпур. При взрыве зарядка эта пыль поднимается в воздух и способна потушить вырывающееся из шпура пламя. Опасность В. п. имеется не только в руднике, но и в любом закрытом помещении, где может образоваться пыльное облако достаточной плотности. Взрыв пыли наблюдается и на брикетных фабриках и в котельных, где имеется сухая каменноугольная пыль.

Лит.: Левинский Д. Г., Исследования воспламенности каменноугольной пыли и т. д., Труды Дюжского съезда по безопасности горных работ, стр. 186—193, Москва, 1926; М и р о н о в В. А., Современные способы борьбы с угольной пылью, там же, стр. 173—185; Гарманш А., Каменноугольная пыль и ее взрывчатые свойства, «Горный журнал», М., 1927, 3, 4; Audibert E. et Delmas L., La question des poussières: I partie—Principes des mesures de neutralisation; II partie—La pratique des mesures de neutralisation, Notes techniques du Comité central des houillères de France, 22, P., 1926; O w i l g S. and D o d g e C., Methods and Costs of Rock-Dusting Bituminous Coal Mines (Carnegie Institution of Technology), Pittsburgh, Pa., 1925; R i c e G. S., Stone Dusting or Rock Dusting to Prevent Coal-Dust Explosions, «U. S. Bureau of Mines, Bulletin», Wash., 1924, 225. А. Гарманш.

II. В. п. на мельницах, хотя и представляет сравнительно редкое явление, однако по своим разрушительным последствиям заслуживает изучения и принятия предупредительных мер. О разрушительности этих взрывов можно судить по взрыву на мельнице в Буффало США в 1913 году, где погибло 33 человека и было ранено

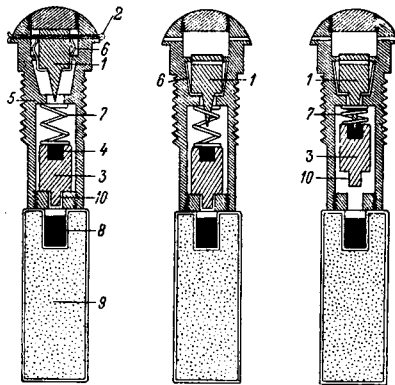
70 чел. На мельнице в г. Бузулуке в 1909 г. В. п. произошел вследствие того, что спущенный со свечой в железный мучной закром рабочий ударом по стенкам закрома вызвал сотрясение последних и осыпавшаяся пыль взорвалась; взрывом была сильно разрушена часть мельницы, рабочий же совсем не был найден. В 1913 году в Америке было организовано специальное бюро для научного изучения взрывчатых свойств зерновой и мучной пыли и выяснения способов предотвращения взрывов. Бюро установило, что с 1905 года имели место 13 взрывов пыли на мельницах. Проф. Уйлер в Питсбурге произвел ряд опытов по определению  $t^\circ$  вспышки пыли, причем оказалось, что различные сорта пыли имеют разные температуры, так как для овсяной пыли эта  $t^\circ$  равна  $990^\circ$ , для пыли обоечного отделения  $995^\circ$ , для пыли размольн. отделения  $1060^\circ$  и для зернов. пыли с элеваторов  $1115^\circ$ . Опыты для определения относительной огнеопасности пыли показали, что все виды зерновой пыли более опасны, чем угольная пыль, причем овсяная пыль более огнеопасна, чем пыль от пшеницы и других сортов зерна. Исследования на  $t^\circ$  и силу взрыва сухой и невысушенной пыли дали следующие результаты: 1) в невысушенном состоянии при  $1200^\circ$  взрыв  $0,5$  г пыли в манометрич. бомбе повысил давление до  $0,033$  кг/см<sup>2</sup>, а в высушенном состоянии—до  $1,33$  кг/см<sup>2</sup>; 2) взрываемость зависит от степени насыщения пространства пылью, и взрыв может произойти при наличии пыли начиная с  $317$  г в  $1$  м<sup>3</sup> воздуха; 3) многие виды зерновой пыли имеют относительно низкую тем-ру вспышки; 4) в зависимости от природы и состояния пыли В. п. могут происходить и при меньшем ее содержании в воздухе. Причины возникновения взрывов органической пыли на мельницах следующие: 1) употребление открытого пламени (свечи, спички, факелы и пр.), 2) пожары, 3) искры, иногда появляющиеся при работе нек-рых машин (обоек, жерновов на холостом ходу, моторов, ремней на шкивах и пр.). Для предупреждения В. п. на мельницах необходимо принимать меры к уменьшению количества пыли, а также к устранению причин взрывов.

Лит.: «Журнал мельничной техники и промышленности», М., 1923, 4, 6. В. Прокофьев.

**ВЗРЫВАТЕЛЬ**, механизм, применяемый для взрывания заряда взрывчатого вещества, заключенного в фугасных артиллерийских снарядах и авиабомбах. В. состоит из трубки, капсуля-детонатора и детонатора.

Трубка В.—механизм для одновременного разрыва снаряда в желаемой точке траектории или при встрече с какой-либо преградой. Сущность действия всякой ударной трубки состоит в следующем. При выстреле трубка «звудится», т. е. посредством перемещения некоторых частей ее приходит в такое положение, при котором достаточно незначительного толчка или задержки в движении снаряда, чтобы трубка подействовала. Такая задержка происходит при падении снаряда на землю или попадании в цель,—и трубка через посредство капсуля-детонатора и детонатора в этот момент производит разрыв снаряда.

Простейшая конструкция трубки В. дана на фиг. 1 в положении до выстрела. Главнейшие ее части: оседающее приспособление 1 с жалом, подвешенное на чеке 2, к-рая перед заряджанием орудия выдергивается; ударник 3 с капсюлем-воспламенителем 4; коробка трубки 5; лапчатый предохранитель 6; спиральная предохранительная пружина 7; остальные части взрывателя, 8 и 9, представляют капсюль-детонатор и детонатор взрывателя. На фиг. 2—та же трубка во время выстрела и на полете; оседающее приспособление 1 от толчка при выстреле осело, и жало прошло в отверстие перегородки;

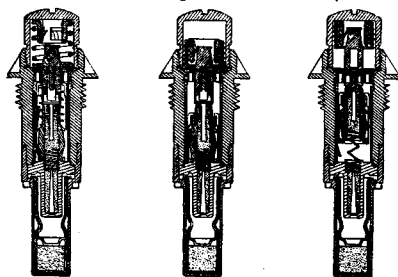


Фиг. 1.

Фиг. 2.

Фиг. 3.

при этом лапки предохранителя 6, разогнувшись, уперлись концами в кольцевой выступ верхней части коробки и закрепили на месте осевшее приспособление 1. Фиг. 3 изображает эту же трубку при падении снаряда на поверхность: ударник 3, продолжая двигаться по оси снаряда, сжимает предохранительную пружину 7 и насккивает на жало оседающего приспособления 1, отчего



Фиг. 4.

Фиг. 5.

Фиг. 6.

капсюль-воспламенитель воспламеняется и передает огонь капсюлю-детонатору. Описанная выше трубка весьма проста по конструкции, но имеет крупный недостаток: безопасность обращения с ней достигается применением чеки 2, которую необходимо перед заряджанием орудия выдергивать, что несколько уменьшает скорострельность.

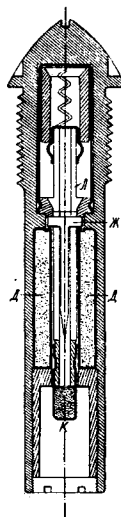
В дальнейших системах трубок этот недостаток уже устранен. Фиг. 4, 5, 6 представляют собою одну и ту же трубку—до выстрела, в момент выстрела и в момент падения (удара). Взаимное передвижение частей, происходящее во 2-й и 3-й моменты, указано на чертежах.

Ка п с ю л ь-д е т о н а т о р, предназначенный для детонации детонатора взрывателя, представляет металлическую гильзу, медную латунную или мельхиоровую, снаряженную взрывчатым веществом (гремучая ртуть, азид свинца или серебра, тринитрорезорцинат свинца). Вес взрывчатого вещества в гремучертутных капсюлях-детонаторах ок. 2 г. Диаметр капсюльной оболочки обычно колеблется около 7—9 мм. Капсюли-детонаторы воспламеняются непосредственно на колум жала либо зажжением от луча огня, получаемого при воспламенении капсюля-воспламенителя (малых капсюлей), помещенного в ударнике трубки и воспламеняемого от накола жала.

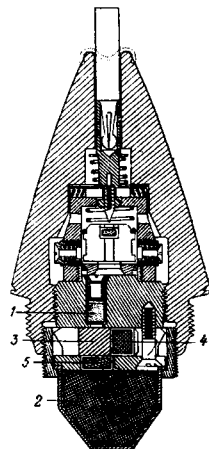
Д е т о н а т о р служит для детонации разрывного заряда снаряда и представляет гильзу, снаряженную несколькими десятками з сильновзрывчатого вещества—тетрилла, тротила, мелинита, тетранитрапилина и т. п. Эти вещества впредсвивают в гильзу в порошкообразном виде. Располагают детонатор в зависимости от конструкции В. либо в непосредственной близости с капсюлем-детонатором либо неподалеку от него.

Военная техника предъявляет к конструкции В. следующие требования. 1) Безопасность в обращении при служебных условиях и надежная взвод и м о с т ь при стрельбе. При выстреле и взведении трубки В. во всех частях его возникают большие усилия, почему эти части д. б. прочными и выдерживать продолжительное хранение и возможные в служебных условиях тряску и удары; однако прочность д. б. достигаема не в ущерб взводимости в момент выстрела и исправному действию В. до разрыва снаряда. 2) Безопасность в момент выстрела, т. е. в период движения снаряда по каналу орудия и в непосредственной близости от орудия. Преждевременный разрыв фугасного снаряда в канале орудия или перед дулом может нанести тяжелые поражения орудийной прислуге. В. может быть причиной преждевременного разрыва снаряда в следующих случаях: а) при выстреле возможно отскокивание ударника и накол капсюля на жало; б) в орудиях с разношенным каналом пояска снаряда врезается в нарезку не с началом его движения, а когда снаряд сдвинулся и приобрел нек-рую скорость, и при взрывании ударник В. может продвигнуться вперед и вызвать накол капсюля; в) от резких сотрясаний при выстреле возможен во В. самопроизвольный взрыв капсюля-детонатора или капсюля-воспламенителя. Для предотвращения опасности при выстреле принимаются следующие меры: а) помещение под ударник свинцовых подкладок, уменьшение веса и пути движения оседающих частей; б) применение пороховых и центробежных предохранителей, при которых продвижение частей, взводящих В., может начаться

после того, как пороховой предохранитель перегорит или когда снаряд получит полное число оборотов вокруг своей оси (центробежные предохранители); в) для предохранения от самовзрыва капсюля-воспламенителя он изолируется особыми предохранителями от капсюля-детонатора. В трубке, изображенной на фиг. 1—3, для этой цели служит сосок 10, запирающий проход огню от капсюля 4 к капсюлю 8. При падении снаряда ударник с соском продвигается вперед и открывает проход огню (фиг. 3). Для парализования вредных последствий самовзрыва капсюля-детонатора сконструированы В. «безопасного типа», в которых либо этот капсюль помещается в холостой, изолированной камере, либо путь взрывной волны от капсюля-детонатора к детонатору преграждается прочной перегородкой. В. с холостой камерой показан на фиг. 7. Капсюль-детонатор К, укрепленный на ударнике Л, в момент выстрела находится в изолированной, холостой камере. При взрыве в ней капсюля взрыв не передается детонатору Д. При падении же снаряда на местность удар-



Фиг. 7.



Фиг. 8.

ник Л с капсюлем двигается к головной части В., но жало Ж остается на месте. Когда капсюль передвинется внутри детонатора, он наколется жалом и, взрываясь, передаст взрыв детонатору.

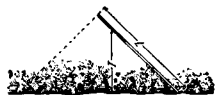
К типу В. с перегородкой, преграждающей путь взрывной волне капсюля, относится детонатор, показанный на фиг. 8. Во время выстрела, пока снаряд находится в орудии, этот капсюль отделен от детонатора 2 металл. перегородкой—движком 3. Этот движок в правой части имеет сквозной канал, в к-ром запрессовано взрывчатое вещество 4, такое же, как и в детонаторе 2. В указанном на чертеже положении движок 3 зафиксирован особыми предохранителями, находящимися не в плоскости чертежа и потому на нем не указанными: эти

предохранители перестают действовать по вылете снаряда из орудия, в результате чего джвжик 3 перемещается настолько, что заряд 4 окажется на линии с капсулем 1 и добав. зарядом 5. В таком положении взрыватель остается на полете снаряда до падения его на поверхность. 3) Безопасность при полете снаряда до приближения его к цели. Причиной преждевременного действия может послужить продвижение ударника с капсулем по направлению к ядру вследствие уменьшения скорости движения всего снаряда от сопротивления воздуха. Т. к. внутренние части трубок непосредственного сопротивления воздуха не испытывают, то они уменьшают свою скорость в меньшей степени, чем весь снаряд, и свободные части могут опережать остальные; для предупреждения «набегания» ударника, внутри него помещается сравнительно слабые спиральные пружинки, незначительно ослабляющие энергию накола капсуля. 4) Чувствительность В, т. е. способность В. начать свое последнее действие от встречи с преградой, представляющей иногда весьма слабое сопротивление снаряду (например вода, ткани летательных аппаратов и т. п.). Наибольшей чувствительности В. удалось достигнуть устройством ударника с жалом, выступающим из общего контура снаряда, как показано на фиг. 8. 5) Требуемая быстрота действия, к-рая определяется промежутком времени от момента встречи снаряда с преградой до момента его разрыва; например м. б. снаряды специального назначения, с замедлением в действии. Обыкновенно замедление достигается посредством замедлителей, прессуемых из дымного пороха. 6) Надежность в действии при продолжительном хранении и достигается конструкцией, не допускающей свободного доступа наружного воздуха и сырости к внутренним частям В.; те места, через которые может проникнуть внутрь воздух, запаиваются. Кроме того В. должен быть дешев, прост в изготовлении и в обращении. 7) В последнее время стали выдвигать еще требование возможности поверки заводимости трубки взрывателя без нарушения сборки или повреждения частей его. Такая поверка мыслима пока лишь при центральных предохранителях с пружинами.

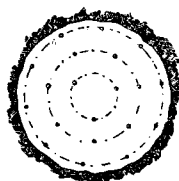
Лит.: Ст. Взрыватель. Военная энциклопедия, изд. Сытина, т. 6, СПб., 1912; Взрыватели и трубки, изд. Главного арт. упр., П., 1915; Рядуатов и Я. Трубки и взрыватели, М., 1926; Техн. и снабж. Красной армии», Москва, 1924, 100, 101; Army Ordnance», Wash., 1926—27. В. Гедимин.

**ВЗРЫВНЫЕ РАБОТЫ**—работы, связанные с применением взрывчатых веществ при раздроблении массивов горных пород, почв, а также при разрушении различных предметов, сооружений из твердых материалов и т. п. Наибольшее применение В. р. имеют в горном деле при проведении выработок, при разработке карьеров и пр. Заряды взрывчатого вещества закладываются обычно в буровые скважины (шпуры) диаметром 25—60 мм и глубиной 0,25—2 м. В исключительных случаях, при проведении выработок большого сечения (тоннелей) и при разработке карьеров, диаметр

шпуров достигает 75—100 мм, а глубина—5 м и более. Глубина шпуров зависит от направления их, от размеров проводимой выработки, от свойств и характера породы, размеров отбиваемых кусков, от длины линии наименьшего сопротивления (т. е. расстояния от центра заряда до обнаженной поверхности массива) и т. п. В слитных породах и в мощных залежах с правильной редкой трещиноватостью применяют глубокие шпуры, а в породах тонкослоистых, складчатых или разбитых короткими и частыми трещинами—более мелкие шпуры. Эффект действия заряда взрывчатого вещества, т. е. объем отбитой при взрыве породы, зависит от числа обнаженных плоскостей массива, совпадения трещин и плоскостей напластования с линией наименьшего сопротивления. Если массив обнажен только с одной стороны (фиг. 1) и шпур проводится под углом 45° к обнаженной поверхности, то объем отбиваемой при взрыве породы можно определить по формуле:  $V = 0,37 T^3$ , глубина же шпура равна полуторной или двойной длине линии наименьшего сопротивления ( $L = 1,5—2 T$ ). При двух обнаж. плоскостях, если шпур проводится параллельно одной из них,  $V = 0,84 T^3$  и  $L$  равно 1,5—2,5  $L$ ; при трех обнаженных плоскостях  $V = 1,33 T^3$ . При одной обнаженной плоскости забой эффект взрыва увеличивается с уменьшением угла наклона шпура к обнаженной плоскости; обыкновенно этот угол бывает в 15—45°. С целью увеличения числа обнаженных плоскостей в забое делают дополнительную проработку (вруб), а чаще в центре выработки задают три наклонных друг к другу шпура так, чтобы их направления пересекались приблизительно в одной точке. От взрыва этих шпуров образуется воронка, что увеличивает эффект взрыва при отпалке остальн. шпуров. На фиг. 2 показано расположение шпуров при проходке выработки большого круглого сечения; здесь шпуры взрываются постепенно, концентрическими кругами, начиная с ближайших к центру и кончая расположенными по периферии выработки. Если шпуры взрывают последовательно по одному, то расстояния между ними д. б. 0,5—1,0  $L$ ; при одновременном



Фиг. 1.



Фиг. 2.

же взрыве целой группы шпуров 1,5—2  $L$ . Объем отбиваемой породы при взрыве расположенных в одну линию шпуров можно принять:  $V = (2n - 1)v$ , где  $n$ —число одновременно взрываемых шпуров и  $v$ —объем отбиваемой породы при взрыве одиночного шпура.

Пользуясь указанными выше формулами, можно определить число шпуров на 1 м<sup>2</sup> поверхности или на данный объем массива в зависимости от числа обнаженных плоскостей, глубины и угла наклона шпуров, их взаимного расположения и порядка отгалки. Бурение шпуров для В. р. производят или вручную (при малом масштабе работ и неглубоких шпурах) или же, чаще всего, с помощью *перфораторов* (см.), главным образом — пневматических и электрических; применяют также буровые станки, когда требуется проведение глубоких шпуров значительного диаметра.

В зависимости от условий взрывных работ применяют разнообразные *взрывчатые вещества* (см.): при крепких породах — чаще всего гремучий студень (83—93% нитроглицерина) или динамит с содержанием нитроглицерина 45—65%; при породах более слабых — аммиачно-селитровые взрывчатые вещества; черный порох применяется редко. При разработке больших карьеров в качестве взрывчатого вещества применяют иногда жидкий кислород (см. *Жидкий воздух*). Применение взрывчатых веществ во всех странах регулируется особыми правилами безопасности, причем допускаются к употреблению только определенные взрывчатые вещества, списки к-рых периодически опубликовываются. Взрывчатые вещества, выделяющие при взрыве ядовитые и удушливые газы, допускаются только при открытых горных работах. В рудниках, где имеется гремучий газ и взрывчатая каменноугольная пыль, допускаются к применению только предохранительные взрывчатые вещества, имеющие низкую температуру взрыва; из них наибольшим распространением пользуются гризутины, к-рые содержат 12—30% гремучего студня (11,16—29,1% нитроглицерина), и составы Фавье с содержанием от 4,5 до 13,2% тринитроафталина, причем более сильные из этих взрывчатых веществ допускаются только при палении по пустым породам. Вес заряда не должен превосходить особо установленной для каждого взрывчатого вещества предельной величины (предельный заряд).

При заряджении шпуров пользуются обыкновенно взрывчатыми веществами в виде патронов; диаметр патронов колеблется от 18 до 50 мм, длина — от 80 до 100 мм и вес — от 75 до 100 г. Для воспламенения бризантных взрывчатых веществ пользуются детонаторами (пистонами) с гремучей ртутью, с азидом свинца или тетрилом, причем обычно применяют капсулы не ниже № 6 (с 1 г гремучей ртuti). Азидосвинцовые капсулы в алюминиевой гильзе запрещены к употреблению в рудниках, содержащих гремучий газ, во избежание взрыва (см. *Детонаторы*).

В качестве затравки обыкновенно пользуются *бикфордовым шнуром* (см.), состоящим из пороховой сердцевины и наружной джутовой обмотки. Скорость горения шнура около 0,5 м/мин, но иногда применяются и быстро горящие шнуры со скоростью горения до 400 м/сек. Для работ под водой применяют бикфордов шнур, покрытый сверху слоем вулканизированного каучука. В некоторых случаях при одновременной от-

палке нескольких шпуров применяют детонирующий шнур, со скоростью детонации до 5 000 м/сек, состоящий из тонкой свинцовой трубки, наполненной мелитином, пироксилином или же тротилом. В газовых рудниках применение бикфордова и детонирующего шнуров не допускается. Наибольшим распространением пользуется электрический способ паления, при к-ром воспламенение капсулы производится электрической искрой (пальники 1-го рода), или путем непосредственного воспламенения током горючего состава, помещенного на концах проводников пальника (пальники 2-го рода), или накаленной током проволокой (пальники 3-го рода) (см. *Запалы*). В рудниках, содержащих гремучий газ или взрывчатую каменноугольную пыль, электрич. паление является единственным разрешенным способом воспламенения зарядов. В качестве источника энергии при этом способе используют динамо-электрич. или магнито-электрич. машинками, аккумуляторами, сухими или гальваническими элементами или же наконец током от осветительной сети. Для соединения источников энергии с пальниками пользуются обыкновенно двумя изолированными проводами. При одновременном палении нескольких зарядов запалы можно включать в цепь последовательно или параллельно. Первый способ применяют при электрических пальниках всех видов, параллельное включение возможно применять только для пальников 3-го рода и тех пальников 2-го рода, которые обладают малым сопротивлением. При параллельном включении запалов возможно проверить исправность сети и взрывать заряды по отдельным группам. Для испытания электрических запалов и сети проводов пользуются омометрами или сухими элементами с гальваноскопом, причем сила тока в цепи при испытании д. б. достаточно малой, чтобы не вызвать воспламенения детонаторов. Испытание отдельных запалов следует производить без детонаторов.

Количество помещаемого в шпур взрывчатого вещества (величина заряда) зависит от силы последнего, свойств и характера взрывающей породы, глубины шпура, длины линии наименьшего сопротивления и расстояния между зарядами. Приблизительную величину заряда можно определить по формуле Шалова  $P = reL^2$ , где  $P$  — вес заряда в кг,  $L$  — длина линии наименьшего сопротивления в м,  $r$  — коэффициент, зависящий от свойств породы, и  $e$  — коэффициент, зависящий от силы взрывчатого вещества.

#### Значения коэф. г.

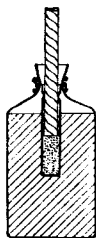
Для твердых пород (кварциты, твердые граниты) . . . . .	1,00
• твердых пород (граниты, гнейсы, порфиры) . . . . .	0,80
• твердых сланцев и песчаников . . . . .	0,50
• пород средней твердости (известняк, сланец) . . . . .	0,30
• слабых пород (уголь, мел) . . . . .	0,15
• сыпучих пород . . . . .	0,70

#### Значения коэф. е.

Для гремучего студня . . . . .	0,70
• динамита № 1 (65% нитроглицерина) . . . . .	1,00
• " № 3 (22%) . . . . .	1,30
• сильного гризутина (22%) . . . . .	1,57
• слабого (12%) . . . . .	2,00
• пороха прессованного . . . . .	2,00
• пороха зернистого . . . . .	2,50

Пользуясь этой и приведенными раньше формулами, можно определить расход взрывчатого вещества на  $1 \text{ м}^3$  обживаемой породы или на  $1 \text{ н. м}$  выработки заданного сечения. Если поверхность массива обнажена с одной стороны, то заряд должен занимать не более  $1/3$  глубины шпура и только в исключительных случаях  $1/2$  глубины шпура. При двух обнаженных плоскостях и длинных шпурах заряд может занимать и более  $1/2$  глубины шпура. Если в этом случае шпур проведен параллельно обнаженной плоскости массива, то длина остающейся не занятой зарядом части шпура должна быть не более длины линии наименьшего сопротивления.

Патроны (в количестве, отвечающем определенному заранее весу заряда) опускаются в шпур по одному и досылаются до дна шпура деревянным забойником. При зарядке мокрых шпуров взрывчатом веществом, боящимся воды, весь заряд помещают предварительно в чехол из водонепроницаемого материала и затем вводят в шпур целиком. Диаметр шпура д. б. немного больше диаметра патронов, чтобы избежать сильного трения последних о стенки шпура. Если шпур заряжается пластичным взрывчатым



Фиг. 3.

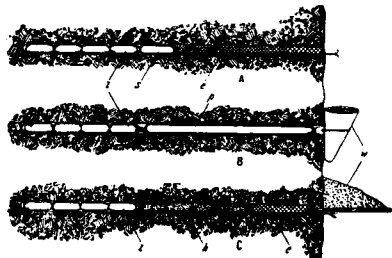
веществом, например гремучим студнем, то патроны его, после введения в шпур, раздвигают там нажатием забойника для заполнения всех неровностей шпура. Для обеспечения полной детонации заряда лишняя оболочка патронов на концах их д. б. по возможности удалена. При применении взрывчатого вещества в рассыпном виде, его насыпают в шпуры (отвесные и круто падающие) через воронку. Перед заряданием шпуров необходимо убедиться в доброкачественности применяемого взрывчатого вещества; это особенно важно в отношении высокопроцентных сортов динамита, способных к эксудации и замерзанию при низкой  $t^\circ$ , что может служить причиной преждевременного взрыва заряда при зарядании. В холодное время года необходимо дать динамиту предварительно оттаять в особых помещениях, а для предохранения его от замерзания во время переноски к месту В. р. он должен помещаться в особые переносные сосуды с двойными стенками, между которыми наливается нагретая до  $50-60^\circ$  вода или легкоплавкий состав (термофоры). Когда весь заряд помещен в шпур, поверх него кладут патрон-пальник (фиг. 3), т. е. патрон, снабженный детонатором с присоединенной к нему затравкой. Если в качестве затравки применяется бифтордов шнур, то берется кусок его такой длины, чтобы он по крайней мере на 20 см выходил из шпура: это дает запальщику время удалиться в безопасное место после воспламенения затравки. На свежесрезанный конец шпура надевают детонатор, верхнюю часть которого обжимают потом при помощи особых щипцов, для того чтобы шпур не мог из него выскочить. Другой конец шпура обрезают наискось для более легкого зажигания. При применении электрических пальников они

присоединяются к детонаторам свободными концами (пробка д. б. вынута), как и шнур. Снаряженный т. о. детонатор погружается в патрон взрывчатого вещества на  $2/3$  своей длины и закрепляется в нем путем обвязывания свободных концов оболочки патрона вокруг затравки. При применении пороха затравка может быть присоединена к патрону-пальнику без детонатора. Если же применяют взрывчатое вещество с небольшой способностью детонации, то иногда для патрона-пальника берут другое взрывчатое вещество с более сильными детонирующими свойствами. Снаряжение патрона-пальника производится непосредственно перед заряданием шпура. Заготовленный патрон-пальник вводят в шпур забойником так, чтобы затравка (или провода пальника) помещалась в его кольцевой выемке. Рекомендуется, особенно при зарядании встоящих шпуров, вводить патрон-пальник в шпур вместе с куском глины или с пыжком из войлока, бумаги и т. п. поверх патрона-пальника. При глубоких шпурах, заряжаемых большими (длинными) зарядами, патрон-пальник помещают иногда не сверху заряда, а в середине его, чтобы ускорить процесс детонации всего заряда, так как в этом случае взрыв распространяется в шпуре одновременно в двух направлениях.

Заряженный полностью шпур заполняют поверх заряда забойкой из глины, песку или каменной пыли (или воды, если заряд допускает присутствие ее в шпуре). Первые порции забойки вводят в шпур осторожно, лишь слегка придавливая их забойником, чтобы не повредить патрона-пальника; последующие же слои забивают с возрастающей силой. Устье шпура забивают иногда поверх забойки деревянной пробкой.

В последние годы широко распространение получил метод зарядания шпуров с пустотой (Hohlraumschiessverfahren), при котором во взрывной камере шпура между зарядом и забойкой или между патронами (последнее менее рационально) оставляют незаполненное пространство, помещая поверх заряда (или между патронами) пустые бумажные гильзы или распорки из твердого материала. Пустота наконец может тянуться вдоль всего заряда, если патроны имеют меньший диаметр по сравнению со шпуrom. При таком способе продукты взрыва, проникая в пустоту, будут в начальный момент детонации несколько расширяться; поэтому давление их во взрывной камере будет нарастать постепенно и удар взрывной волны о стенки шпура будет задержан до полной детонации заряда. При этом действие взрыва бризантных взрывчатых веществ приближается к фугасному действию, что способствует увеличению объема обживаемой породы, а также размеров ее кусков. Этот способ паления оказался особенно выгодным при отбойке антрацита и при разработке карьеров. Наиболее выгодный объем оставляемой в шпуре пустоты зависит от скорости детонации применяемого взрывчатого вещества, его бризантных свойств и веса заряда. При употреблении слабобризантных взрывчатых веществ и при малом весе заряда (менее 1 кг), пустота во взрывной

камере шпура почти не оказывает полезного действия; наоборот—в этом случае можно опасаться неполного взрыва заряда. Таков же эффект действия заряда бризантного взрывчатого вещества. Вместо паления с пустотой того же эффекта можно достигнуть применением сжимающейся забойки из сухой инертной пыли (мелкий песок, каменная пыль, молотый мел и т. п.). Сжимающаяся забойка вводится в шпур или в виде патрона (несколько меньшего диаметра, чем диаметр шпура) или же при помощи особых приспособлений—под действием сжатого воздуха или забойника.



Фиг. 4.

На фиг. 4 показаны разные методы заряжания шпуров: А—заряжание с пустотой; В—метод Крусковца, при котором, вместо обыкновенной забойки, в шпур вводится длинный патрон из несгораемой бумаги, наполненный сухой инертной пылью; С—заряжание с сжимающейся забойкой. Здесь: z—заряд взрывчатого вещества, s—пустота поверх заряда, e—обыкновенная утрамбованная забойка, h—сжимающаяся (рыхлая) забойка из инертной пыли, p—патрон Крусковца с инертной пылью, w—внешняя забойка, применяемая в выработках, которые содержат много гремучего газа и взрывчатой пыли.

Производство В. р. сопряжено с значительными опасностями и требует строгого соблюдения мер предосторожности; поэтому оно должно поручаться только сведущим лицам. После отпалки шпуров запальщик должен выждать не менее 15 минут и лишь потом подходить к месту взрыва. На время отпалки шпуров все лица, находящиеся в районе В. р., должны быть удалены в безопасное место. Плохое качество взрывчатого вещества или детонатора, неисправность затравки, неправильное заряжание шпура и другие причины могут вызвать запаздывание взрыва, неполный взрыв, выгорание заряда, выбрасывание забойки (холостный выпал) или осечку. Во всех этих случаях опасность работ усугубляется. Разбуривать невзорвавшийся или давший неполный взрыв шпур (стакан) воспрещается, так как при этом может последовать взрыв оставшегося невзорванным заряда. Для подрыва такого шпура рядом с ним пробуривают и заряжают новый шпур, при отпалке к-рого оставшийся ранее невзорванным заряд сдетонирует или будет выброшен вместе с отбитой породой; в последнем случае

он будет опять представлять опасность при разборке породы. В выработках, где содержание гремучего газа превышает 1,5% или имеется взрывчатая каменноугольная пыль, взрывные работы запрещаются вплоть до надлежащего проветривания выработок, увлажнения или осланивания пыли (см. *Взрывы пыли*). При зарижании шпуров в этих условиях необходимо принимать особенно тщательные меры предосторожности: тщательно очищать шпуры от буровой муки, не допускать промежутков между патронами (по возможности применять один патрон), удалять излишнюю оболочку патронов, особенно на их концах, не заряжать один и тот же шпур различными взрывчатыми веществами, применять пистоны достаточной силы (лучше—тетриловые) и притом только в медной гильзе, следить за качеством применяемого взрывчатого вещества и не употребляют отсыревших или слежавшихся патронов. Нельзя также в этих случаях вводить в шпур горючие вещества (пыли и т. п.).

Кроме горного дела В. р. находят применение и в других областях: в военном деле (см. *Минное дело*), в лесном и сельском хозяйстве, при постройке дорог и т. п. В этих случаях заряды обычно закладывают, как и в горном деле, в буровых скважинах, проводимых в почве при помощи буров (сверл). Чаще всего здесь применяют фугасные и приближающиеся к ним слабобризантные взрывчатые вещества.

Лит.: Сухаревский М. Я., Взрывчатые вещества и взрывные работы, т. 2, Москва, 1923; Бок и Б. И., Практический курс горного искусства, т. 2, Москва—Петроград, 1923; A u d i b e r t e t D e l m a s, Le minage en atmosphère inflammable, Le tir électrique, Note technique du Comité central des houillères de France, № 22, Paris, 1926; R a u c h P., Kritische Erörterung über d. Einfluss d. Hohlraum im Bohrtloch auf d. wirtschaftliche Arbeitsleistung d. Sprengstoffe, «Ztschr. d. Oberschlesischen Berg- u. Hüttenmännischen Vereins», Kattowitz, 1927, H. 6—7; «Ztschr. f. d. ges. Schiess- u. Sprengstoffwesen», München, ab 1906. А. Гаршич.

**ВЗРЫВЧАТЫЕ ВЕЩЕСТВА**, вещества, способные к быстрому химическому превращению, с образованием больших объемов газов, нагретых в достаточной мере для получения в кратчайший промежуток времени, в месте взрыва, высокого давления. Одной из наиболее характерных особенностей в этом определении является именно крайняя быстрота и кратковременность взрывчатых превращений, порядка  $\frac{1}{1000}$  и  $\frac{1}{10000}$  доли сек.

Первым известным человеку В. в. был обыкновенный дымный порох, к-рый в течение 500 лет оставался единственным В. в., имевшим практич. применение. По мере развития химии открывались новые вещества, к-рые могли служить для приготовления В. в. типа дымного пороха, а именно: аммонийная селитра (17 век), бертолетова соль (конец 18 века) и перхлораты (начало 19 века). Затем постепенно был открыт целый ряд В. в., к-рые отличались от дымного пороха тем, что представляли уже однородные химические соединения, напр.: пикриновая кислота (Вульф, 1771 г.), гремучая ртуть (Говард, 1799 г.), пироксили (Шенбейн, 1845 г.), нитроглицерин (Собреро, 1846 г.), тринитротолуол (Вильбранд, 1863 год) и ряд других В. в., относящихся уже к более позднему времени. По мере открытия новых В. в.



и усовершенствования способов фабрикации их, значительно расширилось также и практическое применение их как для мирных, так и для военных целей, и в настоящее время производство В. в. достигает громадных размеров. Так например в США годовая фабрикация В. в. только для мирных целей превосходит 200 млн. кг; за войну 1914—1918 гг. в одной только Англии было израсходовано различных В. в.: в 1915 г.—18 тыс. т, в 1916 г.—125 тыс. т, в 1917 г.—259 тыс. т, в 1918 г.—283 тыс. т, а всего 685 тыс. т, из которых: 69 тысяч т пикриновой кислоты, 238 тыс. т тринитротолуола и 378 тыс. т аммонийной селитры. Несомненно и дальше техника и промышленность В. в. должны будут сильно развиваться; несмотря на широкое применение в технике современной войны нового химического средства борьбы—отравляющих веществ, В. в. и пороха сохраняют в военном деле преобладающее значение. Одновременно все более расширяется применение В. в. для чисто мирных целей, для горных и строительных работ: дорожного строительства, дренажирования и осушки болот, корчевания шпел, рубки леса, выкапывания ям для посадки деревьев, оживления почвы для с.-х. работ, и т. д.

В. в., имеющие практич. значение, могут по своему химическому составу быть классифицированы следующим образом:

1. Взрывчатые смеси: а) газообразные смеси—гремучий газ, состоящий из 2 объемов водорода и 1 объема кислорода; рудничный газ, состоящий из воздуха с примесью 9% болотного газа (метана); смесь воздуха с 2—3% паров бензина и др.; б) жидкие смеси—напр. раствор пикриновой кислоты в дымящей азотной к-те; смесь органич. жидкостей с жидким воздухом и др.; в) твердые смеси—например обыкновенный дымный порох (смесь селитры, серы и угля); смеси твердых горючих веществ с бертолетовой солью; перхлоратные В. в. с аммонийной или калийной селитрой (вирит, громобой, вестфалит, донарит и др.).

2. Сложные эфиры азотной кислоты: а) многоатомных алкогелей—нитроглицерин, нитроманнит, нитроглицоль и др.; б) углеводов—нитроцеллюлоза различного состава:  $C_{12}H_{22}(O \cdot NO_2)_nO$ ,  $C_{12}H_{20}(O \cdot NO_2)_nO$ ,  $C_{12}H_{18}(O \cdot NO_2)_nO$ .

3. Нитросоединения (преимущественно нитропроизводные ароматич. соединений)—тринитробензол, тринитротолуол, пикриновая к-та, тетранитроанилин, тетрил, гексанит, динитробензол, динитронафталин, динитрофенол, динитротолуол и др.

4. Гремучие соли—гремучая ртуть, гремучее серебро.

5. Азиды—азид свинца  $PbN_6$ , азид серебра  $AgN_3$ .

В. в. должны обладать определен. чувствительностью, т. е. способностью воспринимать воздействие внешнего импульса того или другого рода, направленного сознательно к тому, чтобы их воспламенить и вызвать в них процесс взрывчатого разложения. Внешний импульс может быть следующих видов: а) тепловой импульс—нагревание В. в. до такой темп-ры, когда оно начинает уже подвергаться разложению;

на практике тепловой импульс может осуществляться в след. формах: нагревание без огня, нагревание пламенем, искра, вспышка небольшого заряда пороха, действие сильно накаливаемого предмета; б) механический импульс—воздействие на В. в. ударом, трением, уколom, сильным сотрясением; в) воспламенение капсюлем-детонатором, заряженным гремучей ртутью, азидом свинца и вообще одним из т. н. инициирующих веществ; под влиянием импульса этого рода большая часть В. в. подвергается особому роду взрывчатого разложения, называемого детонацией и отличающегося наибольшей скоростью и наибольшим разрушительным действием; г) взрыв через влияние—состоит в том, что детонация заряда В. в. (активный заряд) может вызвать детонацию в другом заряде взрывчатого вещества (пассивный заряд), находящемся в некотором расстоянии от первого.

Для характеристики чувствительности В. в. чаще всего пользуются одним из двух способов, а именно определением  $I^0$  воспламенения или силы удара, необходимого для взрыва. Температура воспламенения и  $I^0$  определяется посредством нагревания небольшого заряда (0,1 г) в стеклянном цилиндре до получения вспышки. Определить  $I^0$  вспышки для ароматических нитропроизводных не представляется возможным, потому что они при нагревании плавятся, отчасти разлагаются, а затем воспламеняются и спокойно горят без взрыва. Наиболее важные взрывчатые вещества имеют следующие  $I^0$  воспламенения (в  $^{\circ}C$ ):

Пикросилин с 13% N . . . . .	153—186
Нитроцеллюлоза с 12% N . . . . .	186—190
Пикросилиновый бездымный порох . . . . .	163—172
Нитроглицерин . . . . .	160—220
Гремучий студень . . . . .	180—200
Нитроглицерин. порох с 40% нитроглицерина . . . . .	170—180
Динамит с 75% нитроглицерина . . . . .	выше 220
Нитроманнит . . . . .	160—170
Нитрорахвал . . . . .	170—175
Гремучая ртуть . . . . .	160—165
Черный порох . . . . .	выше 225
Азид свинца . . . . .	225

Механическая стойкость В. в. исследуется обычно на копре, путем определения минимальной высоты падения груза определенного веса (2 кг, 10 кг), достаточной, чтобы взорвать данное вещество. В табл. 1 даны относительные величины механической стойкости, причем стойкость пикриновой кислоты принимается за 100.

Табл. 1.—Относительные величины механической стойкости взрывчатых веществ.

Взрывчатые вещества	Относительная механич. стойкость	Взрывает от груза 2 кг при падении с высоты в см
Гремучая ртуть . . . . .	10	2
Нитроглицерин . . . . .	13	4
Азид свинца . . . . .	20	—
Пикросилин (сухой) . . . . .	23	20
Тетрил . . . . .	70	40—65
Тетранитроанилин . . . . .	86	—
Пикриновая к-та . . . . .	100	35—95
Тринитрофенол . . . . .	101	30
Черный порох (меднозернистый) . . . . .	105	70
Тринитробензол . . . . .	107	40—50
Тринитротолуол . . . . .	115	60—90
Тринитросилол . . . . .	120	170
Тринитронафталин . . . . .	130	175

Химическая стойкость В. в. имеет очень важное значение с точки зрения безопасного хранения и неизменности их первоначальных качеств. Главными причинами, влияющими на химич. стойкость, являются: с одной стороны, степень химич. чистоты В. в., получаемая при его фабрикации, в смысле отсутствия в нем нестойких примесей и свободных кислот, применявшихся при нитрации, а с другой—условия хранения этого В. в., как то:  $t^\circ$  хранения и влажность воздуха. Наиболее употребительные методы определения химич. стойкости основаны главн. образом на определении времени начала разложения В. в., нагреваемого при некоторой определенной  $t^\circ$ . Из этих методов м. б. указаны следующие: 1) Проба Эбля—состоит в нагревании небольшой навески В. в. при  $65^\circ$ , причем начало разложения характеризуется появлением бурой полоски на бумажке, пропитанной раствором иодистого калия и крахмального клейстера. Эта проба хороша для нитроглицерина. 2) Проба Вьелля с лакмусовой бумажкой—заключается в нагревании навески В. в. в закрытой стеклян. стаканчике при  $t^\circ$  от 105 до  $115^\circ$ . Признаком разложения считается окраска лакмусовой бумажки сначала в фиолетовый, затем в розовый и наконец в красный цвет. Способ применим для пироксилина и бездымного пороха. 3) Испытание по потере веса. Навеску В. в. нагревают при разных  $t^\circ$  от  $75$  до  $110^\circ$ ; через определенные промежутки времени производят взвешивание и составляют кривую потери веса, по к-рой можно получить ясное представление о ходе разложения В. в. Этот способ хорошо применим к бездымным порохам, но требует много времени. 4) Проба Бергмана и Юнка основана на количественном определении окислов азота, отделяемых В. в. при нагревании в течение известного времени при  $130—132^\circ$  в закрытой стеклянной трубке. Кроме того практикуются: 5) Проба и г р е в а н и е до  $135^\circ$ —до появления бурых паров окислов азота. 6) Проба, основанная на определении темп-ры вспышки при нагревании. 7) Проба Обермюллера, заключающаяся в определении скорости вытеснения газообразн. продуктов разложения, и ряд др.

При изучении процесса взрывчатого разложения различных веществ на основании опытных данных, наибольшее значение имеют следующие характеристики: а) объем газообразных продуктов взрыва и уравнения разложения В. в.; б) теплота взрывчатого разложения и работа В. в.; в) максимальная температура взрыва; г) максимальное давление взрыва и д) скорость взрывчатого разложения (детонации).

Для определения объема и состава газообразных продуктов взрыва производят взрыв определенной навески вещества в особой калориметрич. или манометрич. бомбе и полученные продукты взрыва собирают в специальный газометр над ртутью, в котором измеряют точно их объем; затем делают анализ их обыкновенными методами газового анализа (см. *Анализ газов*), по данным которого составляют химич. ур-не взрывчатого разложения. В табл. 2 приведены вели-

чины объемов (в л) газообразных продуктов взрыва некоторых важнейших веществ на 1 кг, считая воду парообразной.

Табл. 2.—Объемы газообразных продуктов взрыва взрывчатых веществ.

Взрывчатые вещества	Объем газообразн. продуктов взрыва
Коллоидный хлопок с 12% N . . .	974
Аммонийная селитра + 10% нитро-нафталина . . . . .	925
Тринитротолуол . . . . .	885
Пикриновая к-та . . . . .	877
Пироксилин с 13% N . . . . .	859
Нитроглицериновый бездымный порох (40% нитроглицерина) . . . . .	840
Пироксилиновый бездымный порох	830
Нитроманнит . . . . .	723
Нитроглицерин . . . . .	712
Гремучий студень (7% коллоидного хлопка)	710
Динамит с 75% нитроглицерина . . . . .	628
Гремучая ртуть . . . . .	314
Дымный порох . . . . .	295

Теплота взрывчат. разложения представляет большой интерес для характеристики В. в. в отношении запаса химической энергии в них, а следовательно и в отношении той работы, которую они могут производить при взрыве. Определение теплоты взрывчатого разложения производится в калориметрической бомбе Бертело (см. *Бомба калориметрическая*) обычными методами. В табл. 3 приводятся данные, касающиеся теплот взрывчатого разложения взрывчатых веществ, а также указана их потенциальная энергия (теплота взрыва, умноженная на механический эквивалент, т. е. на 426 ккал). В последней графе даны относительные величины тех же характеристик, принимая потенциальную энергию гремучего студня за 100. Теплоты взрыва даны для постоянного объема, считая воду жидкой.

Табл. 3.—Энергия важнейших взрывчатых веществ.

Взрывчатые вещества	Теплота взрыва в ккал на 1 кг в Cal	Потенц. энергия в ккал	Относит. величина
Гремучий студень с 7% коллоидного хлопка	1 640	700 000	100
Нитроглицерин . . . . .	1 570	670 000	96
Динитроглицерин . . . . .	1 250	534 000	76
Нитроманнит . . . . .	1 520	645 000	92
Гурдинамит (с 75% нитроглицерина)	1 290	550 000	79
Желатиндинамит (с 62,5% нитроглицерина)	1 200	512 000	73
Нитроглиц. бездымный порох (с 42% нитроглиц.)	1 290	550 000	79
Пироксилин (с 13% N)	1 100	485 000	66
Пироксилиновый бездымный порох	900	380 000	54
Коллоидн. хлопок (11% N)	800	338 000	48
Пикриновая кислота . . . . .	810	345 000	49
Тринитротолуол . . . . .	730	310 000	44
Гексанитродифениламин	830	354 000	51
Тетранитротетрамина . . . . .	890	379 000	54
Дымный порох	635	290 000	41
Щелит (с 70% бертолетовой соли)	1 200	512 000	79
Аммонийная селитра	630	285 000	38
Аммонийная селитра + 10% нитронафталина . . . . .	930	385 000	54
Гремучая ртуть . . . . .	400	170 000	24
Азид свинца . . . . .	360	154 000	22

Для оценки В. в. в отношении имеющегося в них запаса энергии или производимой ими работы существует еще ряд практических методов, из которых наибольшее значение имеют проба Траудля и проба баллистическим маятником.

Проба Траудля заключается в том, что заряд В. в. весом в 10 г взрывают в свинцовом блоке цилиндрич. формы с камерой, имеющей глубину 12,5 см и диаметр 2,5 см; после взрыва делают измерение объема расширения, к-рый за вычетом объема начальной пустоты и служит мерой силы В. в. Опытные величины, полученные по этой пробе, приведены в табл. 4.

Табл. 4. — Проба Траудля.

Взрывчатые вещества	Расширение в см <sup>3</sup>	Относит. величина
Нитроманнит . . . . .	850	125
Нитроглицерин . . . . .	600	115
Гремучий студень . . . . .	520	100
Пироксилин (с 13% N) . . . . .	470	81
Динамит с 75% нитроглиц. . . . .	350	67
Коллодный хлопок (с 12% N) . . . . .	250	48
Пириновая к-та . . . . .	300	58
Тринитротолуол . . . . .	290	56
Тетрил . . . . .	375	72
Нитроглиц. бездымн. порох . . . . .	150	29
Пироксил. бездымн. порох . . . . .	150	29
Гремучая ртуть . . . . .	150	29
Черный порох . . . . .	30	6

Испытание на баллистическом маятнике, применяемое гл. образом к тем В. в., к-рые используются для горных работ, состоит в том, что из небольшой стальной пушки делают выстрел снарядом определенного веса в свободно подвешенную особую mortarу и определяют угол ее отклонения от вертикального направления. Относительные величины силы В. в. по этому испытанию довольно близко совпадают с результатами испытания по Траудлю.

Максимальная  $t^{\circ}$  взрыва непосредственному измерению не поддается, и для определения ее прибегают к косвенному методу вычисления на основании теплот взрывчатого разложения. Если  $Q$  обозначает теплоту взрыва, а  $c$ —теплоемкость продуктов взрыва, то максимальная  $t^{\circ}$  взрыва  $T$  будет равна  $\frac{Q}{c}$ , а так как теплоемкость газообразных продуктов взрыва изменяется в зависимости от  $t^{\circ}$  по уравнению  $c = a + bT$ , то для вычисления максимальной  $t^{\circ}$  имеем ур-не  $Q = aT + bT^2$ , из которого можно найти следующее выражение для максимальной  $t^{\circ}$ :

$$T = \frac{-a + \sqrt{a^2 + 4bQ}}{2b}$$

Коэф-ты  $a$  и  $b$  определяются в зависимости от состава газообразных продуктов взрыва, причем для разных газов приняты следующие выражения теплоемкости (при постоянном объеме)  $c_v$  в зависимости от  $t^{\circ}$ : для  $CO_2$ ,  $O_2$ ,  $H_2$  и  $N_2$  теплоемкость  $c_v = 4,8 + 0,001T$ , для  $CO$ , и водяных паров  $c_v = 6,2 + 0,0025T$ . В табл. 5 даются результаты вычисленных т. о.  $t^{\circ}$  взрыва для важнейших В. в.

Максимальное давление в взрыве является одним из наиболее важных и характерных свойств В. в., и механическая

Табл. 5.—Температура взрыва важнейших взрывчатых веществ.

Взрывчатые вещества	Темп-ра взрыва в $^{\circ}C$
Гремучий студень . . . . .	3 540
Нитроглицерин . . . . .	3 470
Нитроманнит . . . . .	3 430
Динамит с 75% нитроглицерина . . . . .	3 160
Нитроглицерин. бездымный порох . . . . .	2 900
Пироксилин с 13% N . . . . .	2 710
Пироксилиновый бездымный порох . . . . .	2 400
Коллодный хлопок (с 12% N) . . . . .	1 940
Аммонийная селитра+10% нитронафталина . . . . .	2 120
Пириновая к-та . . . . .	2 430
Тринитротолуол . . . . .	2 200
Дымный порох . . . . .	2 770
Тетрил . . . . .	3 370
Гремучая ртуть . . . . .	3 530

работа, совершаемая различными В. в. при взрыве, находится в непосредственной зависимости от величины этого максимального давления и от закона развития его во времени. Пороха, применяемые для стрельбы из огнестрельного оружия, должны обладать способностью сравнительно медленно, прогрессивно нарастания давления, между тем как у В. в., которые применяются для подрывных работ, наоборот, это давление может достигать своего максимального значения почти мгновенно, чем и объясняется их сильное разрушительное, так называемое бризантное действие. Для непосредственного измерения давлений, развиваемых при взрыве, имеются особые манометрические бомбы, снабженные манометром или же другими приспособлениями, причем удается производить опыты с плотностями заряжания до 0,3—0,4, получая давления до 3 000—4 000 atm. Наиболее употребительна для этой цели манометрическая бомба Сарро и Вьелла, в к-рой максимальное давление взрыва определяется по величине обжатия так называемого крешерного медного цилиндрика определенных размеров, причем эти цилиндрики заранее калибруются.

Табл. 6.—Давление и скорость горения некоторых взрывчатых веществ.

Взрывчатые вещества	Плотн. заряжания	Время взрыва в сек.	Максим. давление в atm.
Дымный порох (мглоть) . . . . .	0,7	0,00165	3 480
Дымный порох ружейный . . . . .	0,7	0,00235	3 480
Пироксилин (в порошке) . . . . .	0,2	0,00001	2 010
Динамит с 75% нитроглиц. . . . .	0,3	0,00025	2 220
Пироксилиновый бездымный порох (ружейный) . . . . .	0,25	0,00180	2 600
Нитроглицерин. бездымный порох (пушечный) . . . . .	0,18	0,00550	2 180

Если обозначить буквами  $P$  и  $E$  величины давления и соответствующего обжатия крешерного цилиндрика, то зависимость между ними выражается линейным уравнением  $P = K_0 + KE$ , где  $K_0$  и  $K$ —некоторые постоянные коэф-ты. Манометрическая бомба снабжается специальным приспособлением для автоматической записи всего хода развития давления во времени, и таким обр. попутно с измерением давления взрыва определяется скорость горения, за которую принимают

время, необходимое для достижения наибольшего давления. Некоторые частные примеры наибольших давлений и скорости горения В. в. даны в табл. 6.

Специальными опытами подводных взрывов выяснено, что в действительности, при повышении плотности заряжания до гравиметрической плотности В. в., максимальные давления взрыва могут достигать значительно больших величин; например пироксилин по этим опытам дает максимальное давление около 14 000—15 000 атм.

Помимо прямого экспериментальн. определения давлений, развиваемых при взрыве, можно определять их вычислением, для чего по законам физики можно вывести следующее уравнение Эбля:

$$P = \frac{F\beta}{1 - \alpha\beta},$$

где  $P$ —максимальное давление,  $F$ —сила взрывчатого вещества,  $\alpha$ —общий объем продуктов взрыва и  $\beta$ —плотность заряжания.

Детонация представляет собою особый род взрывчатого разложения, которое происходит при воспламенении В. в. капсюлем-детонатором, к-рый заряжен гремушей ртутью или азидом свинца. Этим способом воспламенения можно совершенно изменить процесс обычного горения всех В. в. и получить громадные скорости взрывчатого разложения, к-рые достигают нескольких км в секунду, как это видно из табл. 7:

Табл. 7.—Скорость детонации некоторых взрывчатых веществ.

Взрывчатые вещества	Скорость детонации в м/сек
Дымный порох	400
Пироксилин (с 13% N)	6 300
Нитроглицерин	7 450
Гремучий студень	7 800
Гудронамит (с 75% нитрогли.)	6 850
Гремучая ртуть	6 500
Питриповал к-та	7 100
Тринитротолуол	6 700
Тринитробензол	7 000
Тринитрокрезол	6 850
Тетрил	7 200
Аммонал	5 400

Для опытного измерения скорости детонации существует ряд специальных аппаратов и приемов; наиболее употребительны измерения по способу Меттеганга или Дотриша.

При детонации достигается наибольшее разрушительное действие, а потому она находит широкое применение там, где такое действие требуется: в артиллерийских снарядах, минах морских и сухопутных, ручных гранатах и проч., а также для мирных целей, указанных выше. Для объяснения явления детонации принята особая теория «взрывной волны», которая состоит в следующем. При воспламенении В. в. капсюлем-детонатором находящиеся под непосредственным действием его частицы В. в. подвергаются резкому удару продуктов взрыва капсюля, причем живая сила удара превращается в теплоту, под влиянием которой В. в. мгновенно нагревается до очень высокой  $t^\circ$  и вместе с тем подвергаются мгновенному взрывчатому разложению. Эти три

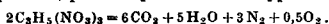
последовательно развивающиеся явления—механический удар, превращение живой силы удара в теплоту и происходящее под влиянием ее мгновенное химическое разложение—и составляют взрывную волну. Возникнув в одной точке заряда В. в., она в кратчайший промежуток времени распространяется по всей массе заряда в указанной последовательности поименованных процессов, вызывая мгновенное взрывчатое разложение всей его массы.

В случае применения В. в. для подземных взрывов часто встречается необходимость определить заранее размер получаемой при этом воронки взрыва; для этой цели можно воспользоваться формулой  $l = k\sqrt{P}$ , где  $P$ —вес заряда В. в. в кг,  $l$ —глубина воронки в м, а  $k$ —практический коэф., который в среднем м. б. принят равным 0,3, а при очень мягком грунте 0,6. При производстве детонации заряда достаточной силы в окружающей среде распространится сильное волнообразное движение, которое по мере удаления от места взрыва постепенно ослабевает. Опыт показывает, что под влиянием этого волнообразного движения (т. н. «удара взрыва») может произойти детонация другого заряда В. в., находящегося на некотором расстоянии (см. выше, взрыв через в л и я н и е). Опыт показывает, что дальность передачи детонации  $L$  находится в зависимости от природы В. в. и веса его активного заряда  $P$ , которые можно связать формулой  $L = KV\sqrt{P}$ . Константа  $K$  для бризантных веществ м. б. принята равной 10, если  $P$  выразить в кг и  $L$  в м. В новейшее время найдено, что эта зависимость должна быть выражена формулой  $L = K\sqrt{P}$ , но на практике пока пользуются предыдущей формулой.

В зависимости от практич. применения В. в. можно разделить на три класса: 1) пороха—для стрельбы из огнестрельного оружия; 2) бризантные В. в.—для подрывных работ и снаряжения артиллерийских снарядов, мин и прочих боевых припасов; 3) иницирующие В. в.—для воспламенения и детонации других В. в.

1) Пороха—см. *Бездымный порох и Дымный порох.*

2) Бризантные В. в. Из большого числа известных в технике В. в. ниже дается описание лишь некоторых наиболее важных (см. также *Нитроглицерин*). Нитроглицерин,  $C_3H_5(NO_3)_3$ , представляет собой сложный эфир азотной кислоты и глицерина и получается обработкой последнего смесью азотной и серной кислот с последующей промывкой и другими способами очищения. По виду он представляет собой бесцветную маслянистую жидкость, уд. веса 1,735, затвердевающую при температуре ниже  $+13^\circ$ ; в затвердевшем состоянии он образует два видоизменения: ромбические листочки с  $t^\circ_{пл.} +2^\circ$  и призматические иглы с  $t^\circ_{пл.} +13,2^\circ$ . Главная масса нитроглицерина идет на фабрикацию динамитов различного состава (см. *Динамиты*), а также на производство пироксилиново-нитроглицериновых бездымных порохов. Взрывчатое разложение нитроглицерина протекает по уравнению:



Как в свободном состоянии, так и в виде динамитов нитроглицерин легко детонируется капсюлем. Одно из важных преимуществ нитроглицерина — в том, что при взрыве он не дает никаких ядовитых газов и потому хорошо применим для подземных горных работ. П и к р и н о в а я к и с л о т а,  $C_6H_2(NO_2)_3OH$ , представляет собой тринитрофенол и получается нитрованием фенола,  $C_6H_5-OH$ , в присутствии серной кислоты с последующей промывкой и кристаллизацией из горячей воды. Она имеет вид блестящих желтых листочков, которые немного растворимы в воде и значительно лучше — в бензоле; кожу человека и вообще животные ткани пикриновая кислота окрашивает в желтый цвет. При нагревании до  $122,5^\circ$  она плавится без разложения, благодаря чему ее используют для заполнения в расплавленном состоянии бризантных бомб и снарядов; при таком применении она получает названия мелинита, лиддита, шимозы и др. Уд. вес чистой пикриновой к-ты 1,81, для технич. же продуктов — около 1,7. Пикриновая к-та довольно легко образует ряд металлч. производных, называемых пикратами, к-рые отличаются значительно большей чувствительностью к удару, что видно из следующих данных относительной механч. стойкости на копре:

Вещества	Пикриновой к-ты	П и к р а т ы					
		NH <sub>4</sub>	Zn	Na	Cu	Ag	Pb
Отн. механч. стойкость . . . . .	100	120	107	92	89	74	18

Плавяная и затвердевшая пикриновая к-та с трудом детонируется капсюлем с гремучей ртутью и требует специального взрывателя. В продуктах ее взрыва содержится большое количество CO, и они очень ядовиты; состав продуктов взрыва при плотности заряжания в 0,3 следующий:

Газы . . . . . CO<sub>2</sub> CO CH<sub>4</sub> H<sub>2</sub> N<sub>2</sub>  
Объемн. % . . . . . 20,5 48,8 7,8 3,1 19,8

Д и н и т р о ф е н о л,  $C_6H_2(NO_2)_3OH$ , получается нитрацией фенола через мононитрофенол и представляет собой твердое кристаллическое вещество с  $t_{пл.} 114^\circ$ , растворимое в эфире и горячем спирте; с металлами образует взрывчатые соли, применяемые для взрывчатых смесей с аммонийной селитрой. Т р и н и т р о к р е з о л,  $C_6H_2(NO_2)_3(CH_3)OH$ , применялся прежде во Франции под названием крезилита для замены мелинита, но в позднейшее время и мелинит и крезилит были вытеснены в военной технике тротилом. Т р и н и т р о т о л у о л (тротил),  $C_6H_2(NO_2)_3CH_3$ , получается нитрацией толуола,  $C_6H_5-CH_3$ , и представляет собой светложелтые кристаллы с  $t_{пл.} 81^\circ$  и уд. в. 1,66. Он не образует с окислами металлов металлч. производных, что значительно облегчает обращение с ним и делает его более безопасным. Это свойство тротила, в связи с более низкой  $t_{пл.}$  и большей дешевизной, позволило ему вытеснить пикриновую кислоту как вещество для снаряжения артиллерийских боевых припасов. При воспламенении тротил горит контактн. пламенем и плавится без взрыва; под влиянием сильного капсюля-детонатора и специально-

го взрывателя детонирует, по силе взрыва уступаая однако процентов на 10 пикриновой кислоте. Продукты детонации тротила имеют следующий состав: CO<sub>2</sub>—3,7%, CO—70,5%, N<sub>2</sub>—19,9%, H<sub>2</sub>—1,7% и твердый уголь—4,2%.

Помимо применения тротила в чистом виде он входит в ряд смесчаных В. в.—а м а т о л а, а м м о в а л а, а с т р а л и т а, р о б у р и т а, с а б у л а т а, м а к а р и т а и д р у г и х. Д и н и т р о т о л у о л,  $C_6H_2-CH_3(NO_2)_2$ , получается нитрацией мононитротолуола. Технический продукт—твердое кристаллическое вещество с  $t_{пл.} 66-68^\circ$ , нерастворимое в воде, трудно растворимое в холодном спирте и легко—в горячем спирте, эфире и бензоле. Применяется как составная часть хлоратных В. в., например шеддита. Т е т р а н и т р о а н и л и н,  $C_6H_2(NO_2)_4NH_2$ , продукт нитрации нитроанилина, получаемого частичным восстановлением динитробензола, представляет собою желтый кристаллический порошок, который при  $210-212^\circ$  плавится с частичным разложением; уд. в. 1,867. Легко детонирует от капсюля гремучей ртути и имеет высокую скорость детонации. Практич. применение его ограничено вследствие того, что он менее постоянен в химич. отношении, чем тетрил, и довольно легко гидролизуется водой. Т е т р а н и т р о м е т и л а н и л и н,  $C_6H_2(NO_2)_4N \begin{smallmatrix} CH_3 \\ NO_2 \end{smallmatrix}$ , (тетрил), получается растворением метиланилина и диметиланилина в серной к-те и дальнейшей нитрацией полученного раствора азотной к-той. В чистом виде он представляет белый кристаллический порошок, который плавится с небольшим разложением при  $131,5^\circ$ ; благодаря малой прочности его на практике не плавят, а применяют в прессованном состоянии (до плотности 1,68). В этом виде он значительно чувствительнее пикриновой кислоты и, взрываясь от капсюля-детонатора гремучей ртути, имеет очень высокую скорость детонации. Применяется главным обр. в комбинированных капсюлях-детонаторах с гремучей ртутью, а также для снаряжения специальных взрывателей в бризантных снарядах как промежуточный заряд между тротилом и капсюлем-детонатором. Д и н и т р о н а ф т а л и н,  $C_{10}H_2(NO_2)_2$ , получается нитрацией  $\alpha$ -нафталина смесью азотной и серной к-т. Технический продукт—твердое вещество с  $t_{пл.} 138-140^\circ$ , мало растворимое в спирте и эфире, хорошо—в спирте, бензоле и ацетоне; входит в состав В. в., получаемых на основе аммонийной селитры (состав Ф а в ъ е, ш н е й д е р и т а м м о н и т, антигризутит Ф а в ъ е и др.), и в большинстве хлоратных В. в. Г е к с а н и т, гексанитродифениламин,  $[C_6H_4(NO_2)_2]_2NH$ , тонкий желтый кристаллич. порошок, почти нерастворимый в воде, трудно растворимый в жидких ароматических соединениях (нитробензол, толуол); разлагается при  $195^\circ$ , воспламеняется при  $250-255^\circ$ . По чувствительности к удару и трению он близок к мелиниту, употребляется в прессованном виде. В. в. с а м м о н и й н о й с е л и т р о й представляют разнообразные смеси из селитры, NH<sub>4</sub>NO<sub>3</sub>, и различных веществ, главным

образом органич. природы, например низших нитропроизводных, древесной муки, смолы и т. п. Наиболее ранние по времени появления вещества этого рода—известные составы Фавье, состоявшие вначале из смеси аммонийной селитры, парафина и смолы, а затем получившие значительно более разнообразный состав. В войне 1914—1918 гг. для снаряжения бризантных снарядов очень широко пользовались смесями аммонийной селитры и тротила под названием а м а т о л а (60% тротила и 40% аммонийной селитры). Эти смеси имеют большое практическое значение, давая возможность значительно сократить расход тротила. К разряду В. в. на базе селитры относятся: в е с т ф а л и т (аммонийная или калийная селитра и смола), д н о н а р и т (аммонийная селитра, тротил, нитроглицерин с нитроклетчаткой, мука), к а р б о н и т ы (аммонийная селитра, калийная селитра, мука, взрывчатые желатины), а н т и г р и з у т и т Ф а в ь е (аммонийная селитра, динитронафтол, хлористый аммоний), а б е л и т ы (аммонийная селитра, динитробензол, поваренная соль), а м м о н и т ы (аммонийная селитра, динитронафтол, хлористый калий), а с т р а л и т ы (алюминиевые сплавы, тротил, нитроглицерин, парафиновое масло и другие) и т. д. В. в. с бертолетовой солью— смеси ее с различными горючими веществами. Одним из наиболее известных веществ этого рода является ш е д д т состава: 79% бертолетовой соли, 1% нитроафталина, 15% динитроглицерола и 5% касторового масла. В. в. с ж и д к и м в о з д у х о м получаются при смешении его с различными горючими веществами, напр. пробковой углем, сажей, пробковой мукой и т. п. Эти смеси сохраняют взрывчатые свойства в течение 15—30 мес.; будучи своевременно взорваны капсулем-детонатором, детонируют с такой же силой, как хорошие динамиты. Они начинают довольно широко применяться в настоящее время в горных работах.

3) Иницирующие вещества. Гремучая ртуть,  $HgC_2N_2O_8$ , получается растворением металл. ртуты в азотной кислоте и вливанием этого раствора в винный спирт; по окончании реакции из раствора выделяются беловато-серые иглы гремучей ртуты. Она представляет собой твердое кристаллическое вещество металлического вкуса, подобно ртути—ядовитое; уд. в. 4,4. Очень легко детонирует от нагревания удара, трения, укола и потому издавна находит себе применение, как иницирующее вещество, для снаряжения капсулей-детонаторов, а также входит во многие ударные капсульные составы. Взрывчатое разложение гремучей ртуты представляется урнем:

$$HgC_2N_2O_8 = Hg + 2CO + N_2.$$

А з и д ы, или соли азистоводородной к-ты,  $NN_3$ , в последнее время получают распространение для производства капсулей-детонаторов вместо гремучей ртуты. Важнейшим представителем этого рода веществ является азид свинца, состава  $PbN_6$ , к-рый получается реакцией обменного разложения из азотнокислого свинца,  $Pb(NO_3)_2$ , и азид натрия,  $NaN_3$ . Он применяется в капсулях-детонаторах в прессованном состоянии. Азид

свинца обладает значительно большей силой, чем гремучая ртуть, вследствие чего заряд его в капсуле-детонаторе можно брать значительно меньшего веса. Взрывчатое разложение азид свинца происходит по уравнению:  $PbN_6 = Pb + 3N_2$ .

Лит.: Сапожников А. В., Теория взрывч. веществ, 2 изд., Л., 1926; Соколов А. А., Технология взрывч. веществ, ч. 1—3, Л., 1925; Броуэн С. А., Технология пороха, Л., ч. 1, 1925, ч. 2, 1927; Кочкин Н. А., Взрывчатые вещества, Л., 1924; Kast H., Spreng- u. Zündstoffe, Braunschweig, 1921; Bruns w i g H., Die Explosivstoffe, 2 Auflage, B., 1914; Weiss-Hebenstreit, Sprengmittel und Sprengarbeiten, München, 1920; L i s s e L., Das Sprengluftverfahren, Berlin, 1924; Marshall A., Explosives, v. 1—2, L., 1917; Farmer R. C., The Manufacture a. Uses of Explosives, N. Y., 1921. А. Сапожников.

**ВЗРЫВЫ.** 1) В. на воен но-хи м и ч е с к и х заводах. В. на з-дах пороховых, взрывчатых веществ и снаряжательных представляют явление неизбежное по самому характеру технологическ. процессов, сопровождающих эти производства. Путем рационального оборудования и правильной организации производства можно значительно сократить число В., ограничить их размеры и ослабить последствия; в 1915 году В. на Охтенском заводе повлек за собой свыше 100 жертв; в 1917 г. на Казанском складе огнестрельных припасов и на соседнем пороховом заводе взорвались два хранилища с 1 000 т и 500 т бездымного пороха; в 1921 г. взорвалось 3 500 т аммиачной селитры, смешанной с сернокислым аммонием, при дроблении этой массы динамитными патронами в Оппау (в Германии) погибло около 500 чел.; в 1923 г. на складах бездымного пороха в м. Ольд-Гикори (США) пожар уничтожил около 16 600 т бездымного пороха без всякого взрыва.

Были установлены следующие три группы случаев В.: а) случаи по независимым от человека причинам—молния, электрические искры и разряды, а также по неожиданным причинам—неисправности в оборудовании, неправильность в ведении производства, недостаточное знакомство со свойствами вновь вырабатываемого вещества и др.; б) случаи неосторожного обращения со взрывчатыми и вообще опасными веществами—курение табака, нарушение элементарных правил безопасности; в) злой умысел—поджог, умышленная порча оборудования и т. п. Пожар склада бездымного пороха в Ольд-Гикори был вызван самовозгоранием старого бездымного пороха.

В целях предупреждения пожаров и взрывов на военно-химич. заводах и максимального ослабления их последствий необходимо соблюдение следующих условий: 1) рациональное, с точки зрения безопасности, оборудование завода; 2) строгое соблюдение правил о предельных количествах взрывчатых веществ, допускаемых к хранению в отдельных мастерских, и о безопасных расстояниях между последними; 3) выработка точных инструкций для всех родов опасных работ и тщательное ознакомление мастеров и рабочих в опасных мастерских как с правилами работы, так и с наиболее вероятными причинами несчастных случаев; 4) строгая дисциплина и надзор за тщательным выполнением всех правил по устройству заводов взрывчатых веществ и в отношении

порядка работы на них; 5) научная разработка всех процессов фабрикации каждого отдельного взрывчатого вещества с целью усовершенствования самих методов работы и уменьшения свойственной ей опасности.

2) В. на военных судах м. б. двух родов: 1) случаи во время стрельбы, связанные с преждевременным разрывом снарядов или пушки; 2) случаи, вызванные пожарами и взрывами в имеющихся на судах хранилищах для пороха и боевых припасов. Эти последние взрывы значительно участились со времени введения бездымных порохов.

Борьба с катастрофами на судах ведется в следующих направлениях: а) усиление химической стойкости бездымных порохов с целью сделать их способными выдерживать продолжительное хранение без разложения; б) устройство для бездымного пороха и содержащих его боевых припасов на военных судах хранилищ, в к-рых можно поддерживать постоянную и умеренную температуру (не выше 20°); в) строгое соблюдение условий совместного хранения боевых припасов на военных судах, не допуская например совместного хранения порохов бездымных и бризантных веществ, взрывателей и капсюлей-детонаторов совместно с боевыми припасами, сигнальными ракетами—со взрывчатыми и боевыми припасами и т. п.; г) установление регулярного контроля состояния боевых припасов и, в частности, бездымных порохов с тем, чтобы удалять своевременно все боевые припасы, внушающие сомнение в достаточной стойкости их; д) соблюдение строжайшей дисциплины в деле хранения боевых припасов на военных судах и при обращении с ними.

Лит.: D a n n e v i l l e M., Les poudres de la guerre et de la marine, P., 1913.

А. Сапожников.

**ВЗРЫВЫ ПАРОВЫХ КОТЛОВ**, разрушение стенок котла, при котором получается мгновенное выравнивание давления внутри котла и атмосферного давления, причем нагретая в котле вода также мгновенно переходит в парообразное состояние и ее огромная потенциальная энергия превращается в энергию кинетическую. Статистические данные о В. п. к. в разных странах показывают, что около 60% таких взрывов происходит от неудовлетворительности ухода и чистки. Так, за 1925 и 1926 гг. в Германии В. п. к. по причинам распределяются след. образом: от недостатков конструкции, материала и установки—24%, от упуска воды в котле—39%, от разбедания и перегрева стенок—23% и от различных других причин—14%. Данные о В. п. к. во Франции за период с 1880 по 1900 год, опубликованные в «Annales des Mines», также подтверждают, что наибольшее число взрывов происходит вследствие плохого ухода за котлами. Так напр. за период 1895—1900 гг. В. п. к. распределялись по причинам след. образом: от недостатков конструкции и установки—14%, от неудовлетворительности ухода и чистки—55%, от понижения уровня воды—6%, от превышения давления—5% и от различных других причин—20%.

Сила взрыва и вызываемые им разрушения зависят от величины водяного пространства котла и 1° нагретой воды. Поэтому

В. п. к. с большим водяным пространством (наприм. цилиндрических котлов) являются наиболее тяжелыми по своим последствиям.

В настоящее время, несмотря на применение более высоких давлений, взрывы паровых котлов происходят реже и менее опасны по своим последствиям, чем прежде, что можно объяснить: изданием почти во всех

странах правил и норм, которые регулируют постройку новых котлов и надзор во время работы; улучшением конструкции котлов, качества котельного материала (фиг. 1) и методов его обработки; все растущим применением водотрубных котлов (т. е. котлов более производительных, но с малым, сравнительно, водяным пространством); усовершенствованными способами исследования причин самих взрывов и наконец поднятием уровня квалификации котелов.



Фиг. 1. Нормальная микроструктура котельного железа.

Причины В. п. к. Эти причины могут быть подведены под две категории: 1) причины, не зависящие от котелара—недостатки конструкции и установки, неудовлетворительность ремонта котла (плохая склепка, сварка и т. п.) и малая прочность материала; 2) причины, зависящие от котелара—плохое состояние котла и его арматуры, повышение давления выше дозволенного, понижение уровня воды, которое может повести к раскалыванию стенок котла.

1. Недостатки конструкции и материалов. Ряд взрывов, имевших место в последнее время, произошел из-за опасных напряжений в материале котла при его нагреве вследствие нерациональных соединений, ненужного утолщения материала,

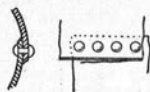
нагрева частей парового пространства, находившихся в соприкосновении с газами высокой температуры, плохой циркуляции воды и прочих дефектов в конструкции котла. Вследствие неравномерного нагревания стенок котла последние деформируются и прогибаются, особенно сильно деформируются кромки днищ. Такую же угрозу в отношении взрывов представляют днища, имеющие нерациональную выпуклость, а также и плоские днища, в которых кромка загнута под прямым углом. К недостаткам конструкции должны быть также отнесены: неточная пригонка листов, неумелая склепка листов и целый ряд других дефектов. Обыкновенно большинство этих дефектов дает себя знать в виде отдулин и трещин (фиг. 2, 3 и 4). В этом случае должно быть присту-



Фиг. 2.

нагрева частей парового пространства, находившихся в соприкосновении с газами высокой температуры, плохой циркуляции воды и прочих дефектов в конструкции котла. Вследствие неравномерного нагревания стенок котла последние деформируются и прогибаются, особенно сильно деформируются кромки днищ. Такую же угрозу в отношении взрывов представляют днища, имеющие нерациональную выпуклость, а также и плоские днища, в которых кромка загнута под прямым углом. К недостаткам конструкции должны быть также отнесены: неточная пригонка листов, неумелая склепка листов и целый ряд других дефектов. Обыкновенно большинство этих дефектов дает себя знать в виде отдулин и трещин (фиг. 2, 3 и 4). В этом случае должно быть присту-

плено к основательному ремонту в целях устранения указанных причин. Днища неправильной конструкции должны быть заме-



Фиг. 3.

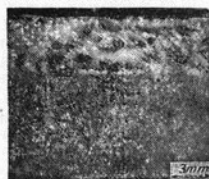


Фиг. 4.

нены другими согласно новейшим нормам. Одной из лучших мер для предупреждения В. п. к. является применение при их постройке или ремонте высококачественного материала, а также правильная обработка этого материала. При неправильной обработке в листах получаются вредные остающиеся напряжения, могущие, при случайном возникновении других дефектов (например перегрева или разъедания материала), повлечь за собой взрыв котла. Превращение структуры котельного железа в крупнозернистую из-за перенапряжения и последующего нагрева до 600—700° представлено на фиг. 5.

2. Избыток давления пара, если это не является результатом упущения со стороны кочегара, может произойти из-за неправильной нагрузки предохранительного клапана, а также из-за недостаточных размеров его.

3. Недостаток воды в котле может произойти главным обр. вследствие плохого состояния или неправильн. функционирования воздухоотделителей и питательных приборов. Особенно опасным является недостаток воды в котлах с жаровыми трубами, т. к. перегрев жаровых труб ведет к их смятию и возможн. разрушению (ф. 6). При обнаружении недо-



Фиг. 5.

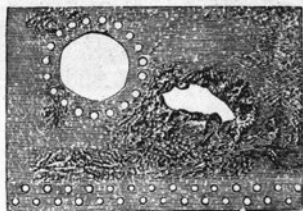
статка воды в котле необходимо немедленно же выгнать огонь из топки и изолировать котел закрытием парового и питательного кранов. Только по обнаружении недостатков и устранении их можно приступить к наполнению котла водой.

4. Разъедания стенок котлов бывают внутренние и наружные. а) Внутренние разъедания являются результатом окисления под влиянием кислот или воздуха. В питательной воде нередко бывают растворены хлористые соли магния, кальция и натрия, которые, разлагаясь при сравнительно низкой температуре, образуют соляную кислоту, быстро разъедающую стенки котла. Весьма опасны также сернокислые соли железа, алюминия и магния; разрушительное влияние первых двух солей особенно заметно в случае образования накипи в определенных местах котла, так как в таких местах, вследствие скопления тепла, происходит разложение этих солей и обра-



Фиг. 6.

зование свободной серной к-ты, разъедающей стенки котла (фиг. 7). Вредное влияние такой питательной воды обнаруживается обыкновенно по течи у кромок листов и около заклепок. Воздух, растворенный в воде, может разрезать стенку котла до трещины в том случае, если напряжение металла выше предела упругости (фиг. 8). В последнее время проф. Парр (США), основываясь на ряде изысканий, выдвинул так называемую щелочную гипотезу, специально касающуюся разрушения заклепочных соединений под влиянием щелочей. Согласно этой гипотезе, имеющиеся в питательной воде



Фиг. 7. Местное внутреннее разъедание под напилью.

щелочи, в особенности едкий натр, проникают в заклепочные швы, под заклепочные головки и т. д. и концентрируются там; при этом, при наличии в материале напряжений, превышающих предел его текучести, щелочи делают металл ломким и тем вызывают в нем разрушения; образующиеся при этом трещины идут обыкновенно от одной заклепочной дыры к другой, но никогда не заходят дальше заклепочного шва. Предпосылками для этой гипотезы являются так. образ. два условия: сильная концентрация

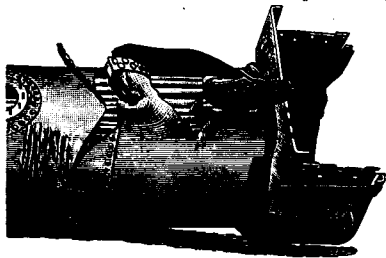


Фиг. 8.

щелочи в заклепочных швах и перенапряжение материала. Первая предпосылка, предполагающая, что все заклепочные соединения неплотны (иначе в них не могла бы проникнуть питательная вода), еще ослабляется германской школой, возглавляемой проф. Бауманом; вторая же предпосылка не встречает возражений, так как проф. Бауман также устанавливает, что напряжение в котельных швах иногда превышает предел текучести материала. Для предупреждения всех этих видов разъедания питательную воду, до поступления ее в котел, нейтрализуют путем соответственной очистки или



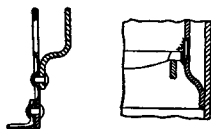
своевременно удаляют отложения и накипи. Внутренние разъемы могут быть вызваны также применением конденсационной воды, содержащей смазочное масло. Жировые отложения на стенках котла, препятствуя



Фиг. 9.

прохождению тепла в водяное пространство, вызывают перегрев материала и образование кислот. Паровозный котел, взорвавшийся вследствие внутреннего разъема, представлен на фиг. 9.

б) Наружные разъемы получают под влиянием кислорода, действующего в присутствии влаги на наружную поверхность котла. Одной из более частых причин наружных разъемов служит неудовлетворительная склепка или плохая чеканка. Образующаяся в результате этого течь обнаруживается при гидравлич. пробе котла. Наиболее надежной мерой м. б. переклепка нескольких заклепок. Другая форма наружного разъема наблюдается в локомотивных и вертикальных котлах с внутренней топкой, а именно — в нижней части их, соприкасающейся с решеткой, где присутствие золы, жадно поглощающей влагу, вызывает окисление стенок (фиг. 10). Меры противодействия: систематическ. очистка нижней

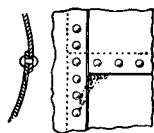


Фиг. 10.

поверхности стенок котла и своевременное удаление золы. Далее, разъемы могут происходить, если котел опирается непосредственно на кирпичную кладку, так как просачивающаяся через нее вода может вызвать проржавление стенок котла. Поэтому котлы опирают на чугунные балки или железные рельсы или возводят кладку на цемент. Особенную опасность могут представить заклепочные швы, закрытые обмуровкой, как затрудняющие их осмотр. Причиной наружного разъема служит также неправильная конструкция и плохая приладка арматуры, в особенности клапанов, что может привести к опасной течи. Наконец причиной разъемов могут служить сернистые газы (сернистый ангидрид, сульфаты и т. п.), выделяемые топливом и вызывающие быстрое разрушение заклепочных соединений (фиг. 11). Меры противодействия: переход на другое топливо и подчеканка или переклепка дефектных швов.

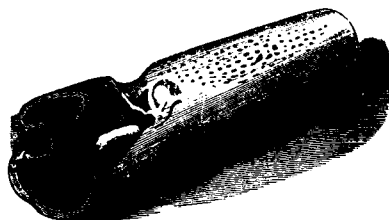
5. Накипь препятствует прохождению тепла в водяное пространство и ведет к

полному разрушению отдельных частей котла, вызывая опасность в отношении взрывов (фиг. 12). Одной из более рациональных мер для предупреждения образования накипи является очистка питательной воды до поступления ее в котел. Очистка эта



Фиг. 11.

может производиться механич. или химич. способами. Механический способ состоит в улавливании в особом сосуде примесей, причем те из них, которые тяжелее воды, непосредственно осаждаются; те же, которые легче воды, задерживаются в фильтре, наполненном слоем гравия или кокса (фильтр типа Рейзерта). Химическая очистка производится в специальных приборах (например системы Дерво), где питательная вода, в зависимости от состава, обрабатывается различными реактивами: известью — для осаждения кальция, далее содой, а в последнее время и пермутитом (глиноземистым силикатом) — для превращения нерастворимых сернокислых солей извести в сернокислую соль натрия, которая обладает большой растворимостью в воде. Потребность в очистке питательной воды зависит от системы котла, характера его работы и степени его форсировки. Для котлов с большим водяным пространством очистку питательной воды можно считать необходимой, если жесткость ее превышает 12 германских градусов (1 германск. градус жесткости соответствует содержанию 1 г СаО в 100 л воды). Для тех типов котлов, при которых удаление накипи встречает затруднение, очистка воды настоятельно рекомендуется уже при 6—7 германских градусах. Другой весьма рациональный, но дорогой способ очистки воды состоит в ее выпаривании и осаждении получаемого пара в выпарных аппаратах. Способ этот находит в последнее время применение, кроме судовых котлов, еще и для стационарных паровых установок, в особенности при наличии паровых турбин. Т. к. в последнем случае конденсат может служить для питания котла, то необходимо очистить примерно только 5—15% всего количества питательной воды. Из



Фиг. 12. Разъединение стенок дымогарной трубы из-за накипи.

других мер для предупреждения образования накипи можно указать на систематич. продувку котла и наконец на устройство циркуляции, к-рая обеспечивает отложение осадков в назначенных для этого местах.

6. Ослабление материала после продолжительной службы котла. После продолжительной работы материал котла перерождается. Хотя вопрос о старении (утомлении) котельного материала еще не решен окончательно, однако не подлежит сомнению, что он со временем теряет свои первоначальные свойства и прежде всего необходимую вязкость. Кроме того со временем толщина листов в результате ржавления уменьшается и возникают дефекты в заклепочных соединениях, например ослабление их и т. п.

**Меры борьбы со В. п. к.** Эти меры могут быть разбиты на две категории: 1) меры, принимаемые во время службы котла — своевременное устранение обнаруживаемых дефектов, являющихся часто предвестниками взрыва (меры эти были указаны при рассмотрении отдельных причин В. п. к.); 2) меры законодательного характера: а) нормы, регулирующие постройку паровых котлов в отношении: качества материала, исследования материала и методов его обработки; б) обязательные постановления и правила, регулирующие надзор за паровыми котлами.

а) Нормы, регулирующие постройку паровых котлов. Применение для котлов высоких давлений, доходящих до 50—100 *atm*, и высоких  $t^\circ$  перегрева пара, достигающих 400°, вызвало необходимость пересмотреть уже существующие в некоторых странах нормы по постройке паровых котлов и издать взамен их новые. Так, обр. существовавшие в Германии вюрцбургские и гамбургские нормы, изданные в последних годах прошлого и в первых годах нынешнего столетия, были заменены новыми нормами, вошедшими в законную силу 12 октября 1926 г. Согласно новым нормам, материалы, идущие на постройку паровых котлов, должны быть освидетельствованы экспертами, которые выдают соответственные удостоверения. Кроме прочности на разрыв и допускаемого удлинения для различных материалов, применяемых в котлостроении, новые нормы устанавливают, что особенно важно, минимальные пределы для радиусов бортов днищ, так как неправильная форма днищ часто служила причиной взрывов. Такие же нормы изданы в 1924 г. в США. Новые американские нормы различают огневые и бортовые листы. Кроме того они предписывают для котельных листов, в зависимости от их сорта, предельное содержание углерода, марганца, фосфора и серы, что не предусмотрено германскими нормами. Нормы эти устанавливают для бортовых, огневых листов и других материалов минимальные пределы для прочности на разрыв и для удлинения. В общем нормы эти в значительной своей части базируются на эмпирич. ф-лах, в отличие от герм. норм, основанных гл. обр. на расчетных данных и являющихся продуктом долготеленных изысканий.

б) Обязательные постановления и правила, регулирующие надзор за паровыми котлами. Почти во всех странах изданы правила, которые регулируют надзор за паровыми котлами. Надзор этот осуществляется в разных странах непо-

средственно правительственными органами, или же частными обществами, представляющими объединения котловладельцев, которые обязаны в своих действиях подчиняться существующим для этой цели правилам. Правила эти предусматривают техническое освидетельствование паровых котлов в установленные сроки. Так, очередные освидетельствования котла должны, согласно правилам НКТ СССР, производиться нормально в следующие сроки: наружный осмотр — один раз в год, внутренний осмотр — один раз в три года, гидравлическое испытание, соединенное с внутренним осмотром, — один раз в шесть лет. В отношении же котлов, возраст которых превышает 25 лет, правила НКТ предусматривают исследование материала при ближайшем ремонте котла.

*Лит.*: Якобсон Г. А., Повреждения стационарных паровых котлов, М., 1923—25; Бауман Р., Повреждения котлов, «Техн и сила», М., 1924, апр.; Вологдин С. П., Взрыв котла 3-й Госуд. мельницы в Ростове в/Д., «Вестник Моск. обл. техн. назара», М., 1925, февр.; Гавриленко А. П., Паровые котлы, М.—Л., 1924; Ваушманн, Mittel. über Forschungsarbeiten auf d. Gebiete d. Ingenieurwesens, H. 252, V., 1922. Г. Айзенман.

**ВЗРЫХЛИТЕЛЬНАЯ МАШИНА**, см. *Трепальничные машины*.

**ВИАДУК**, мост для перехода железной или обыкновенной дороги через глубокий овраг, ущелье, долину. Характерным признаком В., отличающим его от другого рода мостов, является значительная высота дороги над долиной. Определение основных размеров В. (разбивка его на пролеты, выбор нижнего очертания его пролетного строения и пр.) почти не зависит от тех путей или водных потоков, которые находятся на дне долины. В большинстве случаев В. строится взамен насыпи, когда из-за значительной высоты стоимость насыпи настолько возрастает, что виадук становится выгоднее. Высота, при которой виадук дает экономию сравнительно со сплошной насыпью или насыпью с трубой, при необходимости пропустить по долине водный поток или дорогу под В., м. б. установлена лишь в каждом частном случае. Для примерной ориентировки можно указать, что при 15—20 м высоты выгоднее устройство В. Однако когда имеют дело с грунтами, могущими дать оползни, когда нельзя занять достаточно широкую полосу земли для насыпи, сооружение В. может оказаться целесообразным и при много меньшей высоте перехода долины. С другой стороны, избыток хорошей земли из прилегающих к переходу через долину значительных выемок, удобная и дешевая подвозка земли могут дать преимущество насыпи перед В. и при значительно большей высоте. Т. к. В. часто представляют собою красивые инженерные сооружения, то, при прочих равных условиях, предпочтение следует отдавать виадуку.

Материалом для постройки В. служат дерево, камень, бетон, железобетон и железо. Сооружение деревянных В. особенно широко было распространено во второй половине 19 века в период интенсивного заселения западных штатов С. Америки в местностях, богатых лесом; в Европе тогда деревянные виадуки также находили широкое применение. В настоящее время деревянные виадуки можно встретить лишь как временное

сооружение подсобного характера в виде дешевой, наспех сделанной деревян. эстакады.

Материалом, наиболее отвечающим основному характеру В., является *камень*. Основная задача проектирования В.—разбивка на пролеты, выбор стрелы и очертания кривой свода и придание своду надлежащей толщины. Существует французское правило разбивки на пролеты, по которому

$$l = 0,4H \quad (1)$$

( $l$ —пролет свода в свету и  $H$ —высота В.), причем своды избираются полуциркульные; но этот выбор пролета д. б. проверен в отношении экономичности его. С этой точки зрения повидимому более удачными являются несколько большие пролеты, как это и делают немецкие строители (Мелан):

$$l = 6 + 0,4H. \quad (2)$$

(1) и (2) дают лишь первое приближение, окончательное же установление величины пролета м. б. правильно выполнено только при сопоставлении ряда вариантов с соответствующими подсчетами их стоимости. Величина пролета должна быть такова, чтобы стоимость его равнялась стоимости быка. Следовательно, при значительном поперечном уклоне берегов долины, может оказаться целесообразным уменьшение пролетов при понижении высоты, причем для целой серии сводов устанавливаются одинаковые пролеты, разделяя эти своды друг от друга более толстыми быками, способными противостоять разности распоров неодинаковых сводов. Вообще при длинных В. через 3—5 пролетов возводят более толстые быки с тем, чтобы при случайном разрушении одного из пролетов ограничить протяжение участка, на котором своды могут обрушиться; толстые быки должны выдерживать одностороннее давление необрушившегося свода. Вообще толщина опор в уровне видимых пят  $e$ , при полуциркульных сводах пролетом больше 8 м, может быть назначена равной (по Сежуре)  $0,20l$ , или

$$e = \frac{l}{10} + 0,04H. \quad (3)$$

При цементном растворе эта толщина м. б. сокращена до 0,15 $l$ . Поперечным боковым краям быков придают уклоны:  $\frac{1}{50}$ — $\frac{1}{30}$ , чаще  $\frac{1}{40}$ . Если при большой высоте этого окажется недостаточно, то дают уширение быку помощью обреза. Дают уклон и граням быка, параллельным продольной оси виадука, причем уклон может быть взят  $\frac{1}{50}$ — $\frac{1}{30}$  (чаще последний); этим достигается увеличение поперечной устойчивости В. Нередко уклон граням быка дают постепенно возрастающий, причем в последнее время очень часто делают уширение быка книзу по параболич. кривой. Выбор стрелы подъема свода и кривой очертания в виадуке д. б. основан на сопоставлении различных вариантов. При небольших пролетах (до 25—50 м) почти исключительно применяют полуциркульные своды. Выбором более подьемистого очертания свода, в виде коробовой кривой, эллипса с несколько большей вертикальной осью, можно добиться лучшего приближения к кривой давления, особенно для больших пролетов и виадуков большой высоты. Одновременно этим достигается уменьше-

ние объема кладки быков при увеличении объема кладки надсводного строения. В этом случае целесообразным является возможно большее облегчение нагрузки свода и давления на опоры устройством сквозных отверстий, перекрытых рядом одинаковых небольшого пролета сводов, которые поддерживают проезжую часть. Расчет толщины сводов следует производить в соответствии с общими указаниями по этому вопросу для *каменных мостов* (см.). Очень большая глубина долины, отвесные или очень крутые берега ее, слабые грунты по ложу долины и хорошие, скалистые на берегах ее могут создать условия, при которых наиболее целесообразным является переход нижней части долины или всего ущелья одним большим пролетом. Это настолько изменяет общий вид сооружения, что зачастую такие В. называют просто мостами.

**Железобетонные В.** из-за легкости и сравнительной дешевизны пролетного строения оказываются наиболее выгодными при величинах пролетов, несколько больших, чем для каменных массивных В. Толщина сводов м. б. взята много меньше. Наконец применение жесткой арматуры мелановского типа позволило производить кладку железобетонных сводов без кружал, что для высоких и соответственно крупнопролетных В. имеет очень серьезное значение. Устаревшие чугунные и железные В. в последние годы усиливаются в Америке и Франции также путем обращения их в железобетонные сооружения со включением в тело бетона прежних его металлических пролетных строений. Способность железобетона работать на изгиб вызвала сооружение балочных и рамных железобетонных В., но эти конструкции нашли применение гл. обр. для путепроводов и *эстакад* (см.). Данные о конструкции и расчетах железобетонных В. см. *Железобетонные мосты*.

**Металлич. В.** строились в большом количестве уже в первые десятилетия существования ж. д. Сперва применялся чугун, но вскоре чугун был вытеснен железом, продолжая все же при железном пролетном строении служить материалом для металлических части опор высоких В., чему примером может служить старый Грандфейский виадук (1857—1862 гг.). Сооружение высоких каменных опор для балочнопролетного строения оказывалось во многих случаях очень невыгодным. Общие указания по конструкции и расчетам см. *Железные мосты*. Что касается разбивки на пролеты, то здесь еще менее, чем для каменных В., возможно привести какие-либо общие указания. Вопрос должен для каждого случая разрешаться индивидуально путем составления вариантов и подсчета их стоимости. Уступая в долговечности каменным, железные В. в гораздо большей степени чувствительны к возрастанию временных подвижных нагрузок и в громадном большинстве случаев требуют замены много раньше того срока службы, который они могли бы выдержать. Последние годы, особенно после мировой войны, характеризуются многочисленными примерами постепенного вытеснения железных В. каменными и железобетонными, и только

область применения виадуков с крупными пролетами удерживается за железными В.

В качестве В. могут быть применены и железные висячие мосты, нередко дающие очень крупную экономию стоимости для больших пролетов.

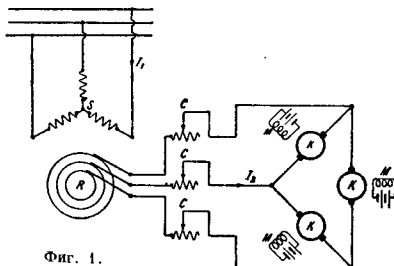
Лит.: Передерий Г. П., Курс мостов, ч. 1, 3 издание, М.—Л., 1927, ч. 2, отд. 1—Каменные мосты, Ленинград, 1925; Тимонов В. Е., Виадук Гарабит, Петербург, 1884; Передерий Г. П., Каменный виадук пролетом в свету 50 метров, СПб., 1908; G a y C., Ponts en maçonnerie, Paris, 1924; S é j o u r n é P., Grandes voûtes, Paris, 1913—1916; N o r d l i n g W., Mémoire sur les piles en charpente métallique des grands viaducs, P., 1869; P o u t h i e r E., Notice sur le viaduc de Mussy, «Ann. des ponts et ch.», P., 1901, v. 1, p. 235; F r ö h l i c h H., Der Umbau des «Viaduc du Day» auf der Linie Lausanne-Valorbe der S. V. B., «Schweiz. Bauzeitung», Zürich, 1927, V. 89, 13; S é j o u r n é P., Construction des ponts du Castelet, de Lavaur etc., «Annales des ponts et ch.», Paris, 1898, v. 2, p. 469; В о с к о н и е т., Le pont de Sidî Rached, «Annales des ponts et ch.», Paris, 1912, v. 3, p. 473; P i c a r d E., Notice sur la construction du pont de Montanges, «Ann. des ponts et ch.», P., 1911, v. 4, p. 101; S t ü d e r H., Steinerne Brücken d. Rhätischen Bahn, Berlin, 1926. О железобетонных виадуках: М ö r s c h E., Die Gmündertobel-Brücke bei Teufen im Kanton Appenzel, Zürich, 1909; Foundations for the Tunkhannock Viaduct, «Engineering Record», N. Y., 1913, p. 434. Статьи о виадуках: R i t t e r M., Die Hundwilertobelbrücke im Kanton Appenzel A.-Rh., «Schweizerische Bauzeitung», 1926, V. 87, 13, p. 178; B ü h l e r A., Der Umbau des Grandfey-Viaduktes der Schweizerische Bundesbahnen, «Beton und Eisen», 1927, N. 19—22. По вопросу об усилении чугунных и железных мостов железобетоном: С а u f o u r i e r P., Le renforcement au moyen de béton du pont métallique de Palaski (Etats-Unis), «GC», 1924, t. 85, 8, p. 175. О железных виадуках: E i f f e l G., Mémoire présenté à l'appui du projet définitif du viaduc de Garabit, Paris, 1889; V i r a r d M., Note sur la construction du viaduc des Fades, «Ann. des ponts et ch.», P., 1903, v. 3, 1910, v. 1, p. 20; D u m a s A., Achèvement du viaduc des Fades, «GC», Paris, 1909, t. 55, p. 81; V o l o n t a t et T h é r y, Notes sur la construction du viaduc du Vaur, «Ann. des ponts et ch.», P., 1898, v. 1, p. 215, v. 2, p. 329, 1899, v. 1, p. 57, v. 4, p. 79, 1901, v. 3, p. 244; M a r t i n H., Le viaduc du Vaur sur la ligne de Carmaux à Rodez, «GC», 1903, t. 43, p. 1; B o d i n G., Le viaduc de l'Assopos (Grèce), «GC», 1909, t. 55, p. 289. Ст. об арочном виадуке: С а u f o u r i e r P., Pont en arc de 195 mètres de portée sur le Niagara, «GC», 1925, t. 87, 22, p. 461; D i e t z W., Die Kaiser-Wilhelm-Brücke über die Wupper bei Müngsten, B., 1904. Н. Ш о ш и н.

**ВИБРАТОР**, в телефонной технике, прибор, включаемый в цепь генератора вызывного тока для контроля прохождения вызова. Устроен по принципу звонка переменного тока, но вместо ударника имеет пластинку, колебания которой и служат сигналом.

**ВИБРАТОР ГЕРЦА** состоит из прямолинейной проволоки с искровым промежуточком посередине и двумя шарами по концам. Такой В. был впервые применен Г. Герцем в качестве излучателя электромагнитных волн и теория излучения этого вибратора дана им же. См. *Диполь э л е к т р и ч е с к и й*.

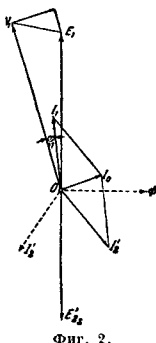
**ВИБРАТОР КАППА**, установка для компенсации сдвига фаз у асинхронных двигателей. В. К. состоит из трех машин постоянного тока, соединенных, как показано на схеме (фиг. 1), где *S* и *R*—статор и ротор асинхронного двигателя, *C*—пусковой реостат, *K*—якорь упомянутых машин, *M*—обмотки возбуждения, питаемые постоянным током от постороннего источника. Ток ротора  $I_2$  частоты скольжения (малой частоты  $f_2$ ), проходя по якорям вибратора (компенсатора), находящимся в постоянном магнитном поле, образует вращающий момент, все время изменяющий свое направ-

вление в такт с пульсациями питающего тока  $I_2$ , вследствие чего якоря начинают вращаться по в одну, то в другую сторону (отсюда название «вибратор»). Вследствие таких маятниковобразных качаний якорей



Фиг. 1.

в них индуктируется противодействующая эдс  $E_3$  с частотой, равной частоте питающего тока. Так как все три якоря не совершают никакой работы на валу, то произведение  $E_2 \cdot I_2 \cdot \cos \varphi_3 = 0$ . Здесь  $\varphi_3$ —сдвиг фаз между эдс  $E_3$  и силой тока  $I_2$ . Поэтому каждый из якорей потребляет почти только реактивный ток ( $\cos \varphi_3 = 0$ ). Индуктирующаяся при движении в постоянном магнитном поле в каждом якоре вибратора эдс  $E_3$  опережает по фазе питающий ток. Действительно, если  $M$ —момент вращения, к-рый образуется взаимодействием постоянного магнитного потока  $\Phi$  с переменным током  $I_2$ , и  $D$ —момент инерции якоря, то, по уравнению моментов количества движения  $M \cdot dt = D \cdot d\omega$ , где  $\omega$ —угловая (механическая) скорость якоря.



Фиг. 2.

Т. к.  $M = k_1 \cdot I_2 \sin \omega_2 t$ , а  $\omega = -k_2 \cdot e_3$ , то

$$k_1 \cdot I_2 \sin \omega_2 t dt = -k_2 \cdot D de_3,$$

где

$$k_1 = \frac{1}{2\pi \cdot 9,81} \cdot \frac{P}{a} \cdot N \cdot \Phi \cdot 10^{-8},$$

$$k_2 = \frac{a}{p} \cdot \frac{2\pi}{N \cdot \Phi \cdot 10^{-8}} \text{ и } \omega_2 = 2\pi \cdot f_2.$$

Отсюда

$$-e_3 = \frac{I_2}{C} \int \sin \omega_2 t dt$$

или

$$e_3 = \frac{I_2}{\omega_2 \cdot C} \cos \omega_2 t = \frac{I_2}{\omega_2 \cdot C} \sin (\omega_2 t + 90^\circ),$$

где  $e_3$ —мгновое значение эдс  $E_3$ . Т. о. видно, что противодействующая эдс опережает по фазе силу тока, питающего вибратор. По отношению к напряжению на коллекторах ротора асинхронного двигателя, рассматриваемый ток будет опережающим.

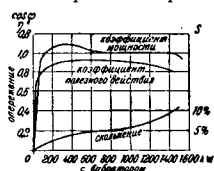
Вибратор Каппа действует как некоторая емкость, включенная в цепь ротора; величина ее равна:

$$C = \frac{k_2}{k_1} D = \left(\frac{a}{p}\right)^2 \frac{4\pi^2 \cdot D \cdot 9,81}{N^2 \cdot \Phi^2 \cdot 10^{-16}} \text{ фарад.}$$

Благодаря получившемуся от действия вибратора опережению ток ротора будет намагничивать магнитную систему двигателя, вследствие чего сдвиг фазы силы тока  $I_1$  в статоре, по отношению к напряжению  $V_1$ , уменьшится и может стать отрицательным (см. фиг. 2). На диаграмме пунктиром показано положение вектора силы тока в роторе  $I_2$  (приведенного к числу витков статора) в обыкновенном некомпенсированном двигателе.

Компенсирующее действие вибратора зависит от величины роторного тока.

Поэтому при слабых нагрузках (небольших скольжениях) оно невелико. При скольжениях выше нормальных вибратор не успевает работать в такт с изменениями тока ротора. Вследствие этого для недогруженных двигателей, а также и для двигателей, работающих с большим скольжением, В. К. уже не может быть применен. На фиг. 3 и 4 представлены кривые  $\cos \varphi$ , кпд  $\eta$  и скольжения  $S$  трехфазного мотора 420 kW, 482 оборотов, 50 периодов в зависимости от нагрузки, без вибратора и с вибратором. Компенсирование сдвига фаз, проводимое со стороны ротора асинхронных двигателей, имеет то преимущество, что оно совершается при частоте скольжения,



Фиг. 4.

которые для больших двигателей не выше 2%. При этом реактив. мощность, которая развивается различного рода компенсаторами вообще и вибратором Каппа в частности, будучи пропорциональна частоте, составляет также около 2% реактивной мощности, поступающей через статор и идущей на создание переменного магнитного поля. Вследствие этого размеры В. К. получаются относительно небольшие. В. К. работает без искрения, так как то время, когда сила тока достигает максимального значения, скорость движения якоря равна нулю, так что среднее значение реактивного напряжения в коммутирующих секциях очень невелико.

Лит.: Шенфер К. И., Коллекторные двигатели переменного тока, М., 1922; Walker M., The Control of the Speed a. Power Factor of Induction Motors, London, 1924. Е. Нгуван.

**ВИБРАЦИИ**, колебания упругого тела. Если вывести упругое тело из состояния равновесия и вызвать упругую деформацию  $f$ , то тело будет напряжено; если его вновь предоставить самому себе, то потенциальная энергия сил упругости поведет тело назад к состоянию равновесия. Этому обратному движению будет сопротивляться инерция массы тела, причем движение будет тормозиться, и масса, поглощая потенциальную энергию деформированного тела, приобретает кинетич. энергию движения. Когда тело придет в положение равновесия, кинетич. энергия возрастет до полного значения потенциальной, и сила инерции поведет тело от положения равновесия в противоположную сторону до тех пор, пока не вызовет деформацию  $f$ . В этот момент кинетич. энергия вся будет израсходована, но зато напряженное тело будет иметь полный запас потенциальной энергии. Затем последует движение в обратном направлении, и т. д. Если бы никакие сопротивления не было (трение, сопротивление среды и другие), то получилось бы вечное движение с постоянной амплитудой. В действительности же эти колебания угасают довольно быстро. Когда сопротивления малы и ими можно пренебречь, вибрация является функцией двух сил—упругости и инерции. По Даламберу ( $d'Alambert$ )

$$P + I = 0, \quad (1)$$

где  $P$ —сила эквивалентная силам упругости, а  $I$ —сила эквивалентная силам инерции.

Всякая деталь машины и всякое целое сооружение, простое или сложное, под действием толчка дает свою свободную, или собственную, В., период которой определяется у-рием (1). Т. о. период В. зависит от параметров упругости (размеры сооружения, способы закрепления опор, моменты инерции, модули упругости) и параметров инерции (массы, ускорения). Возбудителями В. могут быть все станки и машины, у которых малейшая неравномерность хода оказывается достаточной для порождения вибраций в деталях самой машины (в колесах, на валу, в станине, потолочных балках, колоннах, стенах здания и т. д.). При этом каждый толчок в машине возбуждает В. сразу во всех названных деталях и сооружениях. Под действием сопротивлений вызванная В. будет угасать, но если возбуждающие толчки по своему ритму совпадают с ритмом собственных В. сооружения или одной его детали, то получается накопление деформации, или так называемый резонанс. Критическим числом возбуждающих толчков называют то число их, которое совпадает с числом собственных колебаний тела в единицу времени. Каждой детали сооружения соответствует определенное критическое число.

В виду того, что абсолютно упругих тел нет, часть энергии возбуждающих толчков идет на преодоление необратимых молекулярных сопротивлений, чем и объясняется так наз. у п р у г и г и с т е р е з и с. Чем меньше этот гистерезис у тела, тем опаснее для него возникновение В., так как большая часть возбуждающего импульса пойдет на изменение упругого состояния (количества движения), причем неизбежно накопление деформации. Наоборот, чем больше упругий гистерезис какого-либо тела, тем, при прочих равных условиях, менее опасны возникающие в нем вибрации, так как последние сопровождаются меньшими упругими деформациями. Вследствие этого у большинства тел при наступлении резонанса амплитуда вибраций возрастает только до некоего определенного предела.



Фиг. 1.

1. Балки. Пусть брус  $AB$  (фиг. 1) подвергается растягивающему действию груза  $G$ , причем весом самого бруса можно пренебречь. Статическая деформация  $\lambda_0 = \frac{G \cdot l}{E \cdot F}$  (где  $l$ —длина бруса,  $F$ —площадь поперечного сечения его и  $E$ —модуль упругости первого рода) не влияет на  $B$ . Под действием какого-то другого усилия  $P$  брус получит временную динамич. деформацию  $\lambda = \frac{P \cdot l}{E \cdot F}$ , которая вследствие кратковременности действия  $P$  пойдет на убыль, причем разовьется сила инерции массы груза  $G$ . По Ф-ле (1)

$$G \cdot \frac{d^2 \lambda}{dt^2} + \frac{E \cdot F}{l} \lambda = 0,$$

откуда

$$\frac{d^2 \lambda}{dt^2} + k^2 \lambda = 0, \quad (2)$$

где

$$k^2 = \frac{E \cdot F \cdot g}{G \cdot l}. \quad (3)$$

Из дифференциального уравнения (2) определяется период одного полного колебания бруса

$$T = \frac{2\pi}{k}. \quad (4)$$

Подстановкой из ур-я (3) величины  $k$  в ур-е (4) находим  $T$ , выраженное в секундах. Число собственных колебаний бруса в минуту будет

$$n = \frac{60}{T}. \quad (5)$$

При таком числе возбуждений в минуту брус попадает в состояние резонанса. Т. о. критическое число для бруса

$$n = \frac{30}{\pi} \sqrt{\frac{E \cdot F \cdot g}{G \cdot l}}.$$

При изгибе балки число ее собственных колебаний в минуту определяется аналогично. Разберем два основных случая.

Случай 1. Балка защемлена одним концом, а на другом конце нагружена весом  $G$ . Собственным весом балки пренебрегаем. Динамич. прогиб  $f$  будет вызываться кратковременной дополнительной нагрузкой  $P$ . Сила упругости, соответствующая динамич. деформации, будет  $P = \frac{3EI}{l^3} f$ , где  $l$ —длина балки, а  $EI$ —ее жесткость. Сила же инерции будет выражена так (для груза  $G$ ):

$$H = \frac{G}{g} \cdot \frac{d^2 f}{dt^2}. \quad \text{Т. о. из уравнения (1) найдем:}$$

$$\frac{G}{g} \cdot \frac{d^2 f}{dt^2} + \frac{3EI}{l^3} \cdot f = 0,$$

откуда получается дифференциальное ур-е:

$$\frac{d^2 f}{dt^2} + k^2 f = 0, \quad (6)$$

причем

$$k^2 = \frac{3EIg}{G l^3}.$$

Так как ур-е (6) аналогично ур-ию (2), то воспользуемся решением его (4) и получаем:

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{G l^3}{3EIg}},$$

откуда критическое число в минуту

$$n = \frac{30}{\pi} \sqrt{\frac{3EIg}{G l^3}}. \quad (7)$$

Случай 2. Балка свободно лежит на двух опорах и посередине нагружена грузом  $G$ . Этот случай отличается от предыдущего

только числовым коэф-том в выражении силы упругости, соответствующей динамической деформации. Именно в этом случае

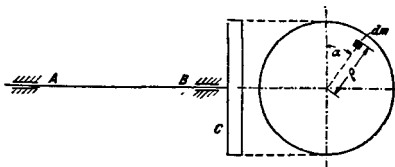
$$P = \frac{48EI}{l^3} f.$$

На этом основании сразу получаем критическое число

$$n = \frac{30}{\pi} \sqrt{\frac{48EIg}{G l^3}}. \quad (8)$$

При определении колебаний балок с учетом собственного веса их часто пользуются приближенными коэф-тами, при помощи которых распределенный груз балки заменяется эквивалентным ему сосредоточенным грузом. Так, для балки постоянного сечения, защемленной одним концом, вес ее можно заменить сосредоточенным на свободном конце грузом, равным  $0,25 Q$ , а для балки, свободно лежащей на двух опорах, распределенный вес ее можно заменить сосредоточенным в середине пролета грузом, равным  $0,5 Q$ . Затем задача будет решаться так же, как изложено выше, по формулам (7) и (8).

2. В а л ы ж е с т к и е. Для длинных пароводных валов, а также трансмиссионных валов вычисление периода собственных колебаний м. б. сделано по следующему плану. Пусть (фиг. 2) дан вал  $AB$ , у которого на конце



Фиг. 2.

имеется некоторая шайба  $C$  (шкив, муфта, зубчатое колесо и пр.). Элемент этой шайбы  $dm$ , двигаясь по дуге круга  $ds$  радиуса  $e$ , подвергается тангенциальной силе инерции (дифференциальной)

$$dm \cdot \frac{d^2 s}{dt^2} = dm \cdot e \cdot \frac{d^2 \alpha}{dt^2}.$$

Дифференциальный момент этой силы относительно оси вращения

$$dM_u = dm \cdot e^2 \cdot \frac{d^2 \alpha}{dt^2},$$

откуда  $M_u = \theta \cdot \frac{d^2 \alpha}{dt^2}$ , где  $\theta$ —момент инерции тела шайбы относительно оси вращения. В то же время момент упругих сопротивлений вала скручиванию будет

$$M = \frac{I_0 G}{l} \alpha.$$

Так как

$$M_u + M = 0,$$

то

$$\theta \cdot \frac{d^2 \alpha}{dt^2} + \frac{I_0 G}{l} \alpha = 0;$$

отсюда

$$\frac{d^2 \alpha}{dt^2} + k^2 \alpha = 0,$$

причем

$$k^2 = \frac{I_0 G}{\theta l}.$$

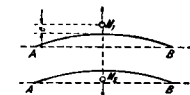
$I_0$ —полярный момент инерции сечения вала относительно оси вращения,  $G$ —модуль упругости 2-го рода,  $l$ —длина вала. По ана-

логии с вышеизложенным определим критическое число:

$$n = \frac{90}{\pi} \sqrt{\frac{I_0 G}{\theta I}} \quad (9)$$

Этот вывод построен в предположении нерасходимости самого вала. Если же учесть распределенную массу самого вала, то нужно вычислить момент инерции тела вала относительно оси вращения его (назовем его  $\theta_0$ ) и взять для расчета 0,33  $\theta_0$ , считая уже всю массу сосредоточенной на конце вала.

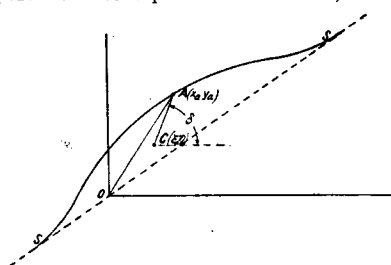
3. В а л ы г и б к и е. В быстроходных машинах (например паровые турбины) при малейшем эксцентриситете масс на валу получают громадные центробежные силы. При определении диаметра такого вала можно исходить из двух совершенно различных положений: 1) можно определить прочные размеры вала, учитывая центробежные силы; в этом случае получаются солидные размеры всей конструкции, но расчет затрудняется вследствие того, что эксцентриситет массы на валу фактически остается неизвестным; 2) можно вычислить критич. скорость вала и затем, по возможности далеко от нее, назначить фактич. скорость; в этом случае конструкция получается легкой и расчет вполне доступен, вал же называется г и б к и м, так как он не может сопротивляться указанной центробежной силе и легко гнется. Способность такого вала держаться против этой силы выясняется из фиг. 3. Здесь сверху показан гибкий вал в изогнутом положении, причем осью вращения служит кривая линия  $AB$ ; ц. т. сосредоточен в точке  $M_1$  эксцентрично по отношению к оси вращения,  $e$ —эксцентриситет. Как видно, центробежная сила стремится еще больше изогнуть вал. Однако через поворотота точка  $M_1$  займет положение  $M_2$ , и центробежная сила будет теперь направлена уже вниз, вследствие чего вал будет выпрямляться.



Фиг. 3.

Предположим и для общности, что деформация вала пойдет не по направлению эксцентриситета, а в сторону от него. Пусть  $SS$  (фиг. 4) будет направление недеформированной геометрической оси вала,  $OA$ —

стрела прогиба его в сечении, проходящем через центр тяжести,  $AC$ —эксцентриситет. Пусть координаты точки  $A$  будут  $x_a$  и  $y_a$ , а



Фиг. 4.

точки  $C$ — $\xi$  и  $\eta$ . Раскладывая силы по координатным осям, получим:

точки  $C$ — $\xi$  и  $\eta$ . Раскладывая силы по координатным осям, получим:

$$m \frac{d^2 \xi}{dt^2} + k x_a = 0; \quad m \frac{d^2 \eta}{dt^2} + k y_a = 0. \quad (10)$$

Назовем эксцентриситет  $AC$  через  $e$ . Тогда, как видно из фиг. 4,

$$x_a = \xi + e \cos \delta; \quad y_a = \eta + e \sin \delta. \quad (11)$$

Если  $\omega$ —угловая скорость вращения, а  $t$ —время, то  $\delta = \omega t$ . Тогда уравнения (10) получают следующий вид:

$$m \frac{d^2 \xi}{dt^2} + k (\xi + e \cos \omega t) = 0; \quad (12)$$

$$m \frac{d^2 \eta}{dt^2} + k (\eta + e \sin \omega t) = 0.$$

Введем теперь подстановку:

$$\xi = \zeta + b \cos \omega t; \quad \eta = \vartheta + b \sin \omega t, \quad (13)$$

где  $\zeta$  и  $\vartheta$ —новые переменные величины, а  $b$ —константа. При такой подстановке мы в праве наложить на величину  $b$  какое угодно условие, чем и воспользуемся далее. После двойного дифференцирования уравнений (13) и подстановки в (12) найдем:

$$m \left( \frac{d^2 \zeta}{dt^2} - b \omega^2 \cos \omega t \right) + k (\zeta + b \cos \omega t + e \cos \omega t) = 0;$$

$$m \left( \frac{d^2 \vartheta}{dt^2} - b \omega^2 \sin \omega t \right) + k (\vartheta + b \sin \omega t + e \sin \omega t) = 0;$$

или после приведения подобных членов:

$$m \frac{d^2 \zeta}{dt^2} + k \zeta + (k b + k e - m b \omega^2) \cos \omega t = 0; \quad (14)$$

$$m \frac{d^2 \vartheta}{dt^2} + k \vartheta + (k b + k e - m b \omega^2) \sin \omega t = 0.$$

Теперь наложим на величину  $b$  условие, чтобы

$$k b + k e - m b \omega^2 = 0,$$

откуда

$$b = \frac{k e}{m \omega^2 - k}. \quad (15)$$

Тогда из уравнения (14):

$$m \frac{d^2 \zeta}{dt^2} + k \zeta = 0; \quad (16)$$

$$m \frac{d^2 \vartheta}{dt^2} + k \vartheta = 0.$$

Из (15) видно, что при

$$\omega = \sqrt{\frac{k}{m}} \quad (17)$$

$b$  обращается в бесконечность, следовательно на основании (13) и (11) заключаем, что координаты точки  $A$  обращаются в бесконечность, т. е. вал разрушается. Напротив, при

$$\omega \geq \sqrt{\frac{k}{m}}$$

величина  $b$  имеет конкретное конечное значение. При очень большом значении  $\omega$  величина  $b$  приближается к нулю. Тогда из (13):  $\xi = \zeta$  и  $\eta = \vartheta$ . Уравнения (16) характеризуют колебательные движения вала, которые при большом  $\omega$  по сравнению с  $\sqrt{\frac{k}{m}}$

оказываются за пределами критических скоростей. Таким образом при расчете гибкого вала следует: 1) рассчитать его на передаваемый крутящий момент; 2) проверить по ф-ле (17), для чего нужно вычислить величины  $\omega$ ,  $k$  и  $m$  [см. формулы (7) и (8)].

4. В е р е т е н а. В веретене отличается той особенностью, что по мере наматывания на катушку пряжи масса системы веретена все время изменяется, а вместе с тем изменяется и критическое число. Именно, с увеличением намотки критическое число понижается.

Экспериментальное исследование вибрации ватерных веретен (хлопковых), опорных и подвесных, проведено в Кабинете прикладной механики Московского текстильного института на специально построенной машине при помощи быстроходного *вибрографа* (см.).

Из этих опытов найдено: 1) веретено опорное вибрирует сильнее, чем подвесное; 2) у подвесных веретен расстояние между опорным седлом втулки и средним сечением бочка резко влияет на вибрацию: чем это расстояние больше, тем больше  $V$  веретена; 3) амплитуда  $V$  стандартного веретена, измеренная по верхнему концу шпинделя, в неблагоприятных случаях превосходит 2 мм; 4)  $V$  данного веретена, при данном количестве намотанной пряжи и данном числе оборотов, носит устойчивый характер; 5) способ посадки шпули на веретено (плотная посадка нижней частью в чашечку или верхней частью на шпиндель, зазоры и т. п.) резко влияет на  $V$  веретена; 6) натяжение шнура на вибрацию опорного веретена не влияет. Что касается подвесных веретен, то натяжение отражается на вибрации тем сильнее, чем больше расстояние, указанное в п. 2. См. *Тахометр в и б р а ц и о н н ы й, Осциллограф, Сейсмограф*.

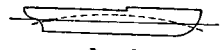
Лит.: Тимошенко С. П., Курс сопроствления материалов, глава 19, 9 изд., Киев, 1916; Rayleigh, The Theory of Sound, L., 1877—78; Morgan J., On the Lateral Vibration of Loaded and Unloaded Bars, «Philos. Mag.», L., 1906, v. 3, p. 354; Stodola A., Die Dampfmaschinen, 4 Aufl., p. 293, В., 1910; Lorenz H., Dynamik der Kurbeltriebe, Leipzig, 1901; Frahm O., «Z. d. VDI», 1902, p. 779; Lorenz H., Kritische Drehzahlen raschlaufender Wellen, «Z. d. VDI», 1919, B. 63, p. 240; Gümbel L., Neue kritische Wellengeschwindigkeit bei mit Biegung verbundenen Schwingungen von Wellen, «Dingler's polytechnisches Journal», Berlin, 1918, p. 71; Frahm L., Beiträge zur Frage der kritischen Drehzahlen, «Dingler's polytechn. Journal», B., 1918, p. 479; Föppel O., Kritische Schwingungen von schnelllaufenden Rotoren, «Ztschr. für d. gesamte Turbinwesen», München—Berlin, 1918, Jg. 15, p. 157. **А. Малышев.**

**В. судов.** Упругие колебания корпуса судна, вызываемые различными силами периодического характера, благодаря большой частоте (редко ниже 100 пер/м.), уже при сравнительно небольшой амплитуде (несколько м.м) отражаются неблагоприятно и на людях и на приборах, находящихся на судне. Они способны также порождать в корпусе судна явления *усталости металла* (см.). Местная  $V$ , в к-рой участвуют лишь отдельные части судна, м. б. устраняема в построенном судне дополнительным усилением корпуса в районе  $V$ . В общей  $V$  судна весь его корпус участвует как один упругий брус, и у построенного уже судна она не м. б. устранена путем дополнительных усилений корпуса. Мерами к ее устранению являются: уничтожение усилий, вызывающих  $V$ , и надлежащий выбор периода этих усилий, если их нельзя уничтожить. Главнейшие усилия, вызывающие общую вибрацию судна: а) неуравновешенные силы инерции частей машины с прямолинейно возвратным движением; б) силы инерции неуравновешенных частей машины; в) неравномерность вращающего момента главной машины; г) неравномерность осевого давления гребных винтов; д) удары струй, отбрасываемых лопастями гребных винтов. Период этих усилий либо

совпадает с периодом  $\tau$  одного оборота машины [см. (б)] либо составляет от него простую долю вида  $\frac{\tau}{n}$ , где  $n$  — целое число. В случае д)  $n$  — обычно число лопастей. Эти усилия вообще невелики и при статическом действии неспособны вызвать заметную деформацию судна. В судна становится поэтому заметной лишь в условиях резонанса, когда период возмущающей силы совпадает с одним из периодов главных свободных колебаний судна. Для уничтожения вибрации судна часто бывает достаточно изменить период возмущающей силы на 10—15%. Такое изменение числа оборотов главной машины является наиболее действительным средством к устранению  $V$  у построенного уже судна и достигается переменою гребного винта. При построении судов рекомендуется проектировать нормальное число оборотов либо на 10—15% меньше либо на 40—50% больше критического. Если период возмущающих усилий машины может совпасть с одним из периодов главных свободных колебаний судна, то все такие усилия должны быть тщательно уравновешены при проектировании машины (см. *Уравновешивание поршневых двигателей*).

Главные свободные колебания судна — гармонические колебания, из которых складается его колебание по инерции при отсутствии возмущающих сил; они обладают свойством затухаемости; периоды и формы их зависят от жесткости и массы судна и закона их распределения вдоль него. Основные свободные колебания судна: 1) поперечные: а) вертикальные, б) горизонтальные; 2) крутильные и 3) продольные. Каждому роду колебаний соответствуют свои формы и периоды главных свободных колебаний. Продольные колебания наблюдаются всего реже.

Из поперечных колебаний чаще всего наблюдаются вертикальные колебания. В основном тоне их пучности располагаются у концов судна и возле середины его. Две узловые точки получаются приблизительно (фиг. 5) на расстоянии  $\frac{1}{4}$  длины судна от каждого из его концов.



Фиг. 5.

Фиг. 6 изображает общий характер упругой линии судна, соответствующей второму тону вертикальных колебаний; в ней имеются 3 узловые точки. В упругой линии третьего тона узловых точек — 4 (фиг. 7). За дифференциальное уравнение упругих поперечных колебаний судна обычно принимают уравнение

$$\frac{\partial^4}{\partial z^4} (EI \frac{\partial^2 v}{\partial z^2}) + q \frac{\partial^2 v}{\partial z^2} = 0, \quad (1)$$

где  $E$  — модуль Юнга;  $I$  — момент инерции площади поперечного сечения продольных связей судна относительно его нейтральной оси;  $q$  — масса судна, приходящаяся на единицу его длины;  $v$  — вертикальное перемещение судна в сечении, находящемся на



Фиг. 6.

Фиг. 7.



расстоянии  $z$  от его левого конца;  $t$ —время. Граничные условия:  $\frac{\partial^2 v}{\partial z^2} = 0$  и  $\frac{\partial^3 v}{\partial z^3} = 0$  на обоих концах судна. Условия сопряжения:  $v$  и  $\frac{\partial v}{\partial z}$  непрерывны на всем протяжении судна; если масса судна распределена вдоль его оси (не сосредоточена в его отдельных сечениях), то кроме того  $EI \frac{\partial^2 v}{\partial z^2}$  и  $\frac{\partial}{\partial z} \left( EI \frac{\partial^2 v}{\partial z^2} \right)$  также непрерывны.

Горизонтальные поперечные свободные колебания судна вполне аналогичны вертикальным. В их дифференциальном уравнении величина  $I$ —момент инерции, взятый не относительно горизонтальной, как у колебаний вертикальных, а относительно вертикальной оси.

При крутильных колебаниях сечения судна поворачиваются вокруг его продольной оси. Крутильное колебание основного тона (фиг. 8) имеет лишь одну узловую точку, колебание второго тона—два узла; колебание третьего тона—три узла и т. д.

(фиг. 9 и 10). За дифференциальное уравнение крутильных колебаний судна принимают 
$$\frac{\partial}{\partial z} \left( C \frac{\partial \theta}{\partial z} \right) - i \frac{\partial^2 \theta}{\partial z^2} = 0, \quad (2)$$

где  $\theta$ —угол поворота поперечного сечения судна, лежащего на расстоянии  $z$  от его левого конца,  $C$ —жесткость судна при кручении, которую можно находить по Бредту [1, 2];  $i$ —полярный момент инерции массы судна, приходящейся на единицу его длины, взятый относительно оси кручения.

Граничные условия:  $\frac{\partial \theta}{\partial z} = 0$  на обоих концах судна. Если вся масса судна распределена вдоль его (не сосредоточена лишь в его отдельных сечениях), то условия сопряжения:  $\theta$  и  $\frac{\partial \theta}{\partial z}$  непрерывны на всей длине судна.

Продольные колебания судна по форме сходны с крутильными. Их дифференциальное уравнение:

$$\frac{\partial}{\partial z} \left( EF \frac{\partial w}{\partial z} \right) - q \frac{\partial^2 w}{\partial z^2} = 0, \quad (3)$$

где  $w$ —осевое перемещение сечения, находящегося на расстоянии  $z$  от его левого конца;  $F$ —площадь поперечного сечения продольных связей в нем. Граничные условия и условия сопряжения аналогичны таковым при крутильных колебаниях. Уравнения (1) и (3) поддаются обычно лишь численному приближенному решению. Для определения периодов и форм главных свободных колебаний судна существуют следующие методы: 1) Релея (Rayleigh) [3, 4]; 2) Ритца (W. Rietz) [5, 6, 7]; 3) метод последовательных приближений [8, 9, 10]; 4) метод Бьерено-Коха (Biereno-Koch) [10]. Для на-

хождения вынужденных колебаний судна под действием заданной возмущающей силы можно воспользоваться методом Адамс-Штермера, приложение которого к этой задаче было дано акад. А. Н. Крыловым [11, 12].

Перечисленные методы дают достаточные средства для преодоления тех аналитических трудностей, которые связаны с нахождением свободных и вынужденных колебаний судна. В менее благоприятных условиях находится вопрос об определении тех величин, к-рые входят в ур-ия (1)—(3) в качестве коэф-тов. Здесь не выяснено: 1) чему в точности следует считать равным модуль Юнга; 2) все ли продольные связи корпуса в равной мере м. б. зачитываемы в то его сечение, которое сопрягается изгибу, сжатию и кручению; 3) все ли нагрузка судна должна в равной мере зачитываться при определении величин  $q$  и  $i$ , особенно в отношении грузов жидких и сыпучих; 4) какие погрешности произрастают от применения к судну (непризматич. брусу) основных формул, выведенных для призматич. брусев. Это особенно относится к нахождению форм и периодов высших тонов, на которые все эти погрешности оказывают обычно более сильное влияние. Для удовлетворительного решения этих вопросов необходима пока еще отсутствующая систематизация планомерно поставленных опытов. При нахождении форм поперечных колебаний высших тонов следует также дополнять ур-ие (1) членами, учитывающими влияние прогиба от сдвигов, а также моментов сил инерции от движения массы, сосредоточенной в каждом сечении судна.

Для грубого определения периода вертикальных колебаний основного тона иногда пользуются эмпирической формулой Шлика:

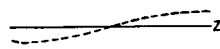
$$\frac{60}{T} = C \sqrt{\frac{I}{PL^3}}, \quad (4)$$

где  $T$ —период колебания судна в сек.;  $I$ —момент инерции площади поперечн. сечения миделя в  $m^4$ ;  $P$ —вес судна в  $t$ ;  $L$ —длина судна в  $m$ ;  $C$ —коэф-т, равный по Шлику:

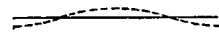
Для очень острых судов (миноносцы) . . .	3 450 000
• пассажирских . . .	3 150 000
• грузовых судов полных очертаний . . .	2 800 000

О записи вибраций см. *Паллографы*.

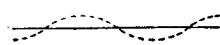
Лит.: \*) Lorenz H., Techn. Elastizitätslehre, p. 98, München, 1913; \*) Vredt R., Kritische Bemerkungen zur Drehungselastizität, «Z. d. VDI», 1896, B. 40, p. 813; \*) Tobin A., Method of Determining the Natural Ship Vibrations, «Trans. of the Inst. of Naval Architects», L., 1922; \*) Павленко Г. Е., A Method of Calculating Ship Vibrations, «Engineering», London, 1928, v. 121, p. 748; \*) Краснов В. Е., Применение метода Ритца к исследованию свободных колебаний балок, «Изв. Петроградского политехнического института», П., 1916, т. 25, вып. 1—2; \*) Сушенков В. Л., О вычисления собственных колебаний непризматич. стержней, «Ежегодник Союза морских инженеров», П., 1916, т. 1; \*) Тимошенко С. П., Теория упругости, ч. 2, § 42, СПб, 1916; \*) «Philosophical Magazine», L., 1905—1906; \*) «Jahrbuch d. Schiffbautechnischen Gesellschaft», B., 1901, B. 2; \*) Vierge O., «Proceedings of the International Congress for Applied Mechanics», Delft, 1924; \*) Крылов А. Н., О расчете вибраций корабля, проявляемых работой его машины, «Ежегодник Союза морских инженеров», Петроград, 1917, т. 2; \*) Крылов А. Н., О вычисления вибраций корабля, проявляемых работой его машины, «Известия Российской академии наук», П., 1918, т. 12, ч. 1, стр. 915; H. Johow's Hillsbuch f. d. Schiffbau, p. 666—681, 4 Aufl., Berlin, 1920; Hottel W., Technische Schwingungslehre, B., 1922; Сушенков В. Е. Вопрос о вычисл. свободных колебаний судна, «Изв. С.-Петербургского политех. ин-та», СПб, 1914, т. 21, в. 2, стр. 575. П. Панкович.



Фиг. 8.

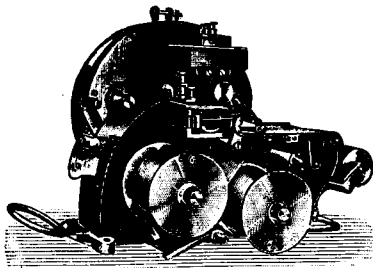


Фиг. 9.



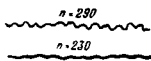
Фиг. 10.

**ВИБРОГРАФ**, измерительный прибор, дающий возможность определять абсолютную величину горизонтальных и вертикальных смещений пола (почвы, палубы, платформы) в тех местах, где он установлен. По идее В. аналогичен с приборами для записи колебаний (см. *Сейсмограф* и *Креномер*). Применяется при изучении вибраций зданий, почвы, судов, автомобилей. Из си-



Фиг. 1.

стем В. известны системы Шлика, Гейгера, Голицына, Минтропа и др. Большое распространение за последнее время начинают получать В. системы Гейгера (фиг. 1). Запись колебаний в В. осуществляется автоматически на движущейся с определенной скоростью ленте. Кривая записи В. называется виброграммой; на фиг. 2 изображены виброграммы колебаний почвы под действием сил двигателя при различных оборотах  $n$  последнего. Характер и амплитуда виброграммы зависят от того, в какой мере период вынуждающей силы (например силы инерции в поршневых двигателях, пропорциональной числу оборотов, при прочих одинаковых усло-



Фиг. 2.

виях) близок к периоду свободных колебаний системы, на которую сила действует (пол, почва, судно, автомобиль). Виброграмма является сложной гармоникой кривой и при изучении разлагается путем *гармонического анализа* (см.) на простейшие составляющие.

*Лит.*: Крылов А. Н. Вибрация судов (интеркурс лекций). СПб., 1907; Голицын В. В. К вопросу об исслед. колебаний зданий. «Известия поет. центр. упр. сейсм. комиссии», т. 3, СПб., 1910; Минтроп Л., Über die Ausbreitung der von den Massen drucken einer Grossgasmachine erzeugten Bodenschwingungen, Göttingen, 1911; Geiger J., Mechanische Schwingungen u. ihre Messung, В., 1927; Hort W., Technische Schwingungslehre, В., 1922.

**ВИВИАНИТ**, синяя железная руда, минерал химического состава  $Fe_3(PO_4)_2 \cdot 8H_2O$  (43,03 FeO; 28,29  $P_2O_5$ ; 28,68  $H_2O$ ), на воздухе переходит отчасти в основную фосфорнокислую соль окиси железа; твердость 2; уд. в. 2,6—2,7. В. залегает в двух видах: 1) в микрокристаллическом виде, встречающемся почти во всех геологических отложениях, а в торфе только в погребенных в нем костях животных, и 2) в аморфном состоянии, в виде мелких зерен, образующих в болотной почве землистые гнездобразные отложения. Первоначально белый, вивианит при окислении на воздухе быстро принимает

голубую окраску, темнеющую до индиго-синего, черновато- или голубовато-зеленого цвета; в сухом порошокобразном состоянии часто бывает окрашен в кирпичный цвет. В. встречается преимущественно в березово-льнянковых и осоковых торфах, на разных глубинах, чему способствуют просачивающиеся через торф грунтовые воды.

В СССР В. встречается во многих болотах, из к-рых можно отметить: Биссеровское близ Москвы, Пустыньское Московской губ., Редкинское Тверской губ., болото бывшей Балашихинской мануфактуры за ст. Реутово М.-К. ж. д. и др. Из вивианита можно готовить дешевую синюю краску, а также пользоваться им как фосфорнокислым удобрением (опыты проф. Такке и Бехтера). См. *Удобрения*.

**Н. Успенский.**

**ВИГОНЕВОЕ ПРЯДЕНИЕ** имеет целью выработку вигоневой, а также и угарной пряжи для одесных тканей и вязально-трикотажных изделий. Вигоневой пряжей ранее называли пряжу из шерсти особого вида лам «викунья» (*Auchenia Vicugna*), живущих в Кордильерах. В последнее время эту пряжу начали имитировать, выработывая ее из чистого хлопка (окрашенного) с добавлением шерсти, а чаще—шерстных очесов (15—30%). Часто также шерсть заменяют шерстоподобным китайским хлопком местных семян, а хлопок, частично,—высокосортными хл.-бум. угарами.

Вигоневая пряжа выработывается по аппаратному способу прядения, называемому по месту своего возникновения «саксонским». Угарная пряжа выработывается или исключительно из угаров или с небольшим прибавлением хлопка. Угарная пряжа выработывается гл. обр. суровой; пряжа, выработанная из окрашенного сырья, называется угарной меланжевой. Угарная пряжа выработывается различными способами прядения (см. ниже). Угарно-вигоневая пряжа работает исключительно низких №№, от 3 до 12 и гл. обр. №№ 6—8 (по angl. нумерации, где количество мотков по 840 ярдов в 1 angl. фунте показывает № пряжи). Такая пряжа идет на изготовление разного рода бумази, фланелета, байки, вообще для начесываемых теплых тканей, а также для дешевых крестьянских одесных тканей—вигоневых и моlessиновых сукон, трико, колумбин, моlessинов и пр. В последнем случае применение шерстяного волокна колюче только повышает достоинство и ценность готовых изделий, придавая им вид шерстяных. Большое применение угарно-вигоневая пряжа имеет при выработке чулок для деревен и трикотажных фуфак. В этих случаях пряжа работает более ослотла, чем уток.

Сырьем для угарно-вигоневой пряжи служат: хлопок, линтер хлопковый, чакбут, различного рода хл.-бум. угары и наконец шерсть и ее угары. Аппаратное прядение позволяет перерабатывать наиболее коротковолосые хлопки местных семян, но обычно для получения вполне добротной, крепкой пряжи берут хлопок американских семян первых сортов. Линтер хлопковый (см. *Линтер*) употребляют I и II стандарта для пряжи №№ 3—8; длина волокна, в среднем, 22 мм. Чакбут употребляют главным образом

одеальный, городской, как наименее загрязненный и испорченный, с длинной волокна в среднем 22 мм. Мягкие фабричные угары идут следующих сортов: очески с барабанов чесальных машин, самочесы со шляпок чесальных, орешки I и II сортов и т. п. Из жестких угаров, после предварительной расщипки, употребляют ткацкую лутанку, концы основные, обрезки швейных мастерских и тряпье бумажное. В зависимости от качества часть угаров с более длинным и неповрежденным волокном перерабатывается в более высокие №№ пряжи (8—12), а с более коротким волокном—в №№ 3—6. Для придания пряже шерстистости обычно употребляют очесы или же искусственную шерсть из кашемира (см. *Шерсть искусственная*). Угары, идущие на изготовление угарной или вигоневой пряжи, требуют предварительной обработки: мягкие—очистки от сорня примесей (сора, песка и т. п.), а жесткие—расщипки их до первоначального состояния в виде волокна. Указанная обработка угаров должна вестись индивидуально для каждого вида в зависимости от его засоренности и волокнистости; то, что является достаточным для одного вида угара, оказывается недостаточным или чрезмерным для других видов.

Машины для подготовительной обработки угаров бывают разные в соответствии с характером обрабатываемых ими угаров. Для сорных мягких угаров, главным образом орешков, употребляется пыльный вальчок (см. *Вальное производство*). Заложенная в машину порция угара подвергается действию тупых пальцев большого барабана, причем, под влиянием развивающейся центробежной силы, сор через отверстия решетки под барабаном отлетает на пол, под машину, откуда элеватором он выводится наружу; кроме того имеется вентилятор для отсасывания пыли. Хлопок очищается и разрыхляется на *крейтоне* (см.), состоящем из вертикального вала с дисками, усажеными по периферии стальными пластинками (ножами); диски имеют разные диаметры и все вместе представляют собою конус основанием вверх, окруженный колосниковой решеткой. Действием ножей производится разрыхление хлопка и удаление сора через колосники. Для сорных хлопков употребляют двойные крейтоны, соединенные с цоркупайн-опенером. Жесткие угары расщипывают на *ципальных машинах* (см.), имеющих барабаны, покрытые планками с плоскими или круглыми колками. Расщипывание производится действием колков барабана на подаваемый материал, зажатый между двумя приемными валиками. Жесткие угары предварительно расщипываются или на однобарабанном «русском» шипке с редко поставленными колками или на специальной концентральной машине, в

которой барабан, рабочие валики и чистители снабжены крепкими стальными зубьями.

После подготовки угаров приступают к составлению смеси. Состав смесок может быть очень разнообразен и зависит от требований, предъявляемых к пряже, от характера перерабатываемого сырья, от технич. оборудования и принятого плана прядения. Как правило, в более низкие №№ пряжи (напр. 3—6) можно перерабатывать худшее сырье, чем в более высокие (8—12); то же при работе с меньшей вытяжкой. Пряжа для тканей с густым, длинным начесом д. б. сработана из жирной смеси. По качеству (длина, крепость, засоренность) сырья смеси можно разделить на жирные, средние и тощие (табл. 1).

Табл. 1.—Состав смесок по качеству сырья и нормам в процентных отношениях.

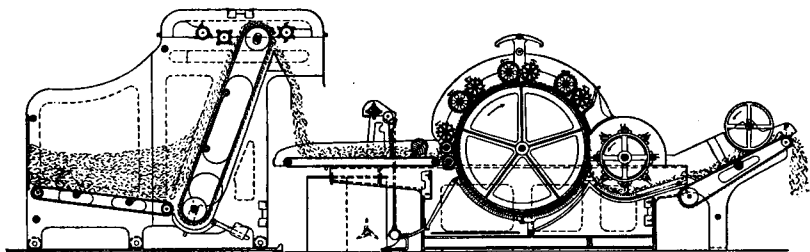
Сырье	Жирные				Средние				Тощие			
	№ 12	№ 8	№ 6	№ 4	№ 12	№ 8	№ 6	№ 4	№ 12	№ 8	№ 6	№ 4
Хлопок америк. семин	55	40	30	20	15	10	—	—	—	—	—	—
Хлопок местных семин	—	—	—	—	20	15	10	10	—	10	—	—
Кочы бел., уточные, Ис. ципан.	45	35	25	25	20	15	10	—	—	—	—	15
Кочы сер., ут. И с. и проч.	—	—	—	—	10	15	15	20	—	30	23	—
Очески барабанные И с.	—	25	45	55	—	—	—	—	—	—	—	—
Очески барабанные III с.	—	—	—	—	10	15	15	20	—	15	15	10
Орешек I с.	—	—	—	—	—	10	15	15	—	30	30	30
И с.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Подметь I с., прядильная	—	—	—	—	25	20	20	15	—	—	—	—
Подметь II с., прядильная	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	12	20
Пух верхних валиков	—	—	—	—	—	—	15	20	—	15	20	25

Для лучшего смешения различных по качеству, а при крашенных смесях—и разных по цвету частей сырья, каждую составную часть смеси предварительно на полу накладывают тонкими слоями одну на другую, повторяя это до 10—15 слоев. При настилании слоев их замазывают, поливая или чистым раствором олеина (7%) или смешанным составом: глицерина 0,2%, мыла 0,6%, соды 0,2%, олеина 1,0%, масла машинного 10,0% и воды 88,0%; это облегчает скольжение волокон при вытяжке нити на селфакторах, лучше связывает их во время обработки и предупреждает их распыление. При расходе яруса материал берется уже вертикально, и т. о. достигается наилучшее смешение. Самое смешение обычно производят на смешивающих вальчках (фиг. 1), где смеська помощью зубьев барабана и трех пар валиков разрыхляется и перемешивается. Суровые смески пропускаются 2—3 раза, а цветные 3—4 раза с целью получения лучшего смешения (меланжа). После смешения смесика на тележках или по трубе переходит в лабазы, где вылеживается 2—3 дня и смеська пропитывается замазливающим составом, а волокна, после трепания, принимают нормальные свойства. Из лабазов смеська поступает уже в чесальный отдел.

Существуют следующие системы угарного прядения: 1) аппаратная, или саксонская,

2) конденсерная (дерби-дублер) и 3) многокоплярная. Все эти системы различаются между собой в процессах чесания, дублирования и вытяжек, и соответственно этому отличаются и ассортименты машин. Аппаратная, или саксонская, система прядения

той Гарнета б. Попадая в форрейс-аппарат, смесь предварительно раздирается, растаскивается, что является особенно важным для смесок с низкосортным сырьем и в особенности с жесткими угарами, так как они часто бывают плохо расщипаны; нерасщи-

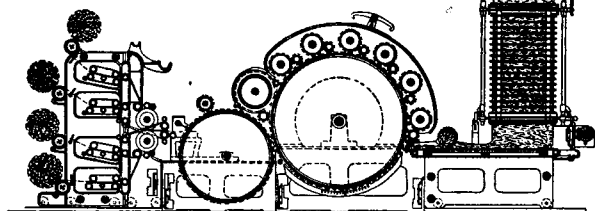


Фиг. 1.

наиболее распространена в производстве угарно-вигоневой и шерстяной пряжи. Эта система позволяет выработать пряжу с примесью шерсти («вигоневая»). В ней готовая смесь подвергается чесанию на двух- или трехпрочных аппаратах (фиг. 2). Смесь из лабазов накладывается в ящик самовеса (см. *Ватное производство*, фиг. 8), откуда при помощи наклонно движущейся решетки с иглами периодически забрасывается в двусторчатое железное корыто, подвешенное на опорных призмах к двум рычагам с передними грузами. Излишек забираемого игольчатыми планками решетки материала сбивается качающимся гребнем обратно в ящик, чем достигается еще лучшее перемешивание материала. Оставшийся на иглах материал наполняет подвесное корыто до тех пор, пока рычаги с грузами не придут в равновесие; тогда подача

панные же волокна портят карду чесальных и увеличивают угар пряжи. В этом отношении форрейс-аппараты, дорасщипывая угары, облегчают прочес и предохраняют кардоленту от быстрого изнашивания. С форрейс-аппаратов сырье переходит на чесальные (кардные) машины 1-го прочеса (загонка).

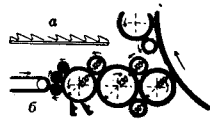
Кардные машины представляют собою валочные машины, где процесс прочесывания производится посредством карды барабана и валиков. Поступающий с форрейс-аппарата материал захватывается кардой барабана. Захваченные кардой волокна подвергаются действию карды валиков, расположенных вокруг верхней половины барабана. Часть этих валиков—рабочие валики, более крупные и медленно вращающиеся, совместным действием с барабаном прочесывают волокна; другие валики (чистители), меньшего размера и быстрее вращающиеся, счищают с первых валиков прочесанные волокна и передают их вновь ба-



Фиг. 2.

материала прекращается, а содержимое подвесного корыта, благодаря раскрытию дна, выкидывается на горизонтальное бесконечное полотно, подающее материал в кардную машину 1-го прочеса. Так. обр. самовес через равные промежутки времени подает равные количества на горизонтальное полотно (приемный столик), передвигающееся за тот же промежуток времени всегда на одну и ту же величину. Прежде чем попасть в чесальную машину, сырье на новейших аппаратах подвергается действию форрейс-аппаратов (фиг. 3), представляющих собою комбинацию валиков, обтянутых пилозубчатой проволокой а или лен-

рабану. Этот процесс повторяется в каждой из 6—7 пар валиков. По мере разделения волокон при прочесывании посторонние сорные примеси отлетают, особенно при действии приемного валика. Прочесанные последними валиками волокна поднимаются к поверхности карды бегуном, имеющим карду с длинными иглами, и далее счесываются с барабана кардой меньшего барабана, называемого пеньером, или вальером. Под барабаном помещается колосниковая решетка, преграждающая падение хороших волокон на пол и тем уменьшающая угар. На пеньере имеется очистительный валик, очищающий пеньер



Фиг. 3.

от сора, чем улучшается качество снимаемой гребенки валики. Для уменьшения пыли все рабочие валики и бегун закрыты крышкой, поднимаемой лишь на время чистки аппарата, которая, в зависимости от качества смески, производится через 24—48 часов.

Чесальные машины употребляют как однопеньерные, так и двухпеньерные (см. *Ватнопроизводство*). Первые—для более высоких №№ пряжи (8 и выше), вторые—для более низких №№ (3—6). Присутствие второго пеньера дает возможность снять с машины более толстый слой ватки; производительность такой чесальной машины выше на 70—80%. С пеньера прочес, в виде тонкой паутинки, сбивается качающимся гребнем на движущуюся в поперечном направлении горизонтальное бесконечное полотно, которое передает прочес, в виде широкой ленты (до 400 мм), рядом бесконечных решетчатых полотен на машину 2-го прочеса (ваточная), где подвешенная решетка, качающаяся по ширине машины, раскладывает материал опять на приемный столик чесальной. Затем снова повторяется процесс прочесывания волокон на этой второй машине. Описанная сейчас система передачи материала с машины 1-го прочеса на машину 2-го прочеса называется шотландским питанием. При переработке очень плохих смесок с коротким волоком, когда сырье вследствие плохой сцепляемости нельзя передавать вертикально ваткой (лентой), вместо системы решеток применяют простой способ наматывания ватки на деревянный барабан (простейшая форма пельца). По истечении известного времени пельц срывается руками и кладется на питательное полотно машины 2-го прочеса. Снятый с пеньера гребнем паутинообразный прочес идет в конденсер (каретка, секрет или ремешковый делитель), где проходит между двумя валами со впадинами (вальяны), причем валы расположены так, что выступы одного приходятся против впадин другого. Через впадины проходят бесконечные ремешки (делительные) т. о., что каждый ремешок из своей впадины выходит на выступ другого вала, причем прочес оказывается разделенным ремешками на узкие полоски (ленточки), прижимаемые ремешками к этим выступам. Существуют каретки (конденсеры) с мелко- и глубокопрорезными вальянами. В первом случае все ремешки одного размера, а во втором—двух размеров. Мелкопрорезные вальяны употребляют только при хороших смесях и мягком сырье. Ремешки уносят ленточки и подводят их к той или другой паре сучильных кожаных рукавов; 2—4 пары рукавов расположены одна над другой по всей ширине каретки в натянтом вращающихся их валиками состоянии. Вращением их ленточка прочеса продвигается вперед, а быстро меняющаяся поперечное движение сучит ленточку, чем придает ей уплотнение и округление (ровница), в таком виде она наматывается в 10—30 и более концов на длинные палки, в виде бобин, идущих на селфактор или ватер.

В последнее время вместо трехпрочесных аппаратов в вигоневом производстве начали употреблять двухпрочесные с авантrena-

ми (см. *Чесальные аппараты*). Авантрен представляет собою чесальную с барабаном меньшего диаметра, с 3—4 парами верхних валиков (вместо 5—6 пар) и с бегуном. Он дает от  $\frac{1}{2}$  до  $\frac{2}{3}$  процента нормальной чесальной. Применение авантренов позволяет уменьшить общую длину аппарата, дать более постепенный переход карды по №№ и тем самым дать более постепенный прочес.

Техническая характеристика аппаратов представлена в табл. 2. Аппаратная система

Табл. 2.—Техническая характеристика аппаратов.

Система аппарата	Число р	Вес нетто, кг	Габарит дл. × шир., мм	Прочес, %/ч	Число обм. барабана
Трехпрочесный	12	19 000	15 000 × 3 150	12,0	150
Двухпрочесный	11	18 000	11 500 × 3 150	12,0	150
Двухпрочесный с двумя авантrenaми . . . . .	12	19 300	13 165 × 3 150	18,0	150

Рабочая ширина 1 800 мм.  
Диаметр барабана 1 270 мм.

прядения получила наибольшее распространение в Германии (Сахсонии), Чехо-Словакии (Варшдорф), Польше (Лодзь) и СССР (Центрально-промышленный район).

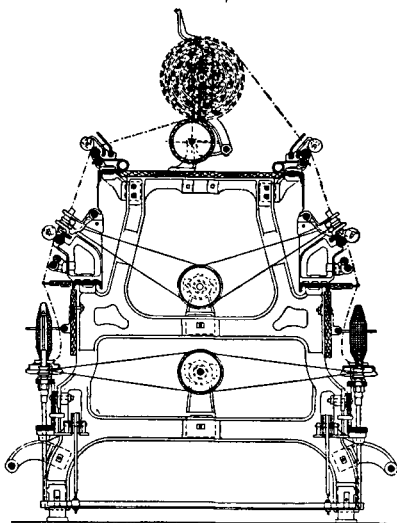
Конденсерная дерби-дублер-система применяется гл. обр. в Англии при обработке суровой пряжи №№ 6—8 из хлопка (25%) с примесью расширенных концов (75% для № 8). В этой системе работают на чесальных с холстов, приготовляемых на холстовых трепальных (см. *Хлопкопрядение*). Чесальные—также валичного типа, с одним койлером. В этом случае ватка, снятая с пеньера гребенкой, собирается в ленту и при помощи койлера укладывается спиральными кольцами в круглый таз. Выходя из этих тазов, ленты на машине дерби-дублер (см. *Хлопкопрядение*) соединяются в виде скатанного холста, к-рый помещается на чесальную 2-го прочеса с конденсером в одну пару сучильных рукавов. В этом конденсере ватка делится на ленточки специальными дисками, заменяющими ремешки делителей.

Многокойлерная система прядения распространена также главн. обр. в Англии и применяется при лучших угазах. Прочес на второй кардной машине делится не на узкие ленточки, а на 4—6 широких лент, которые идут через койлер, каждая в свой таз. Тазы с лентами идут на банкброш с вытяжным аппаратом (см. *Хлопкопрядение*), а отсюда, в виде намотанной на катушку и скрученной ровницы, на селфактор или ватер также с вытяжным аппаратом.

Сельфакторы угарные (см. *Шерстопрядение*) отличаются от сельфакторов английск. прядения лишь в деталях, обуславливаемых характером угарного волокна, как коротковолокнистого материала. Применяемые в аппаратном прядении сельфакторы не имеют вытяжного аппарата—в этом их наибольшее отличие от сельфакторов английск. прядения, применяемых в системе многокойлерного прядения. При отсутствии вытяжного

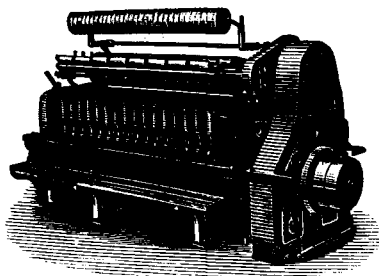
аппарата утонение (вытяжка) ровницы производится лишь кареткой, движущейся быстрее, чем подается ровница. Во время отходного движения каретки, как и на селфакторах англ. прядения, производится лишь слабая крутка для облегчения вытяжки; окончательная же докрутка производится по остановке каретки. Намотка готовой пряжи производится на легкий бумажный патрон.

Ватера, применяемые в аппаратном прядении, бывают двойного рода: для пряжи №№ 4—8, без вытяжного аппарата, ссучивание ровницы производится в вьюрком



Фиг. 4.

(фиг. 4); для хороших смесок и пряжи №№ 10—12 применяют ватера с комбинированным вытяжным аппаратом и вьюрком. В Англии употребляют ватера обыкновенные, но с меньшими расстояниями между



Фиг. 5.

валиками. Производительность ватера на 50% выше селфактора (около 1 800 килономеров на 1 000 веретен в 8 часов). Для пряжи №№ 1—2,5 применяют так называемые чапон-машины (фиг. 5).

По данным, полученным во время промышленной переписи 1910—1912 гг., в Центрально-промышленном районе было выработано всего ок. 5 000 т угарно-вигоновой пряжи, на что пошло ок. 6 700 т разного рода сырья (хлопка и угаров). В пределах СССР в 1927 г. имелось ок. 123 000 угарных веретен и было выработано 8 168 т угарно-вигоновой пряжи. Экономические данные — см. *Текстильная промышленность*.

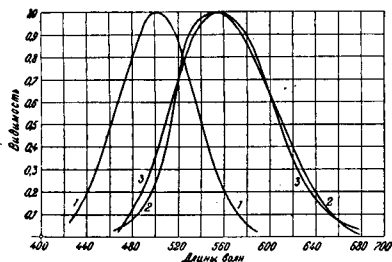
Лит.: Бухонов И. С., Угарное и вигоное прядение, М., 1923; Коробанов А. С., Угарное прядение, Иваново-Вознесенск, 1927; Фабрично-заводская промышленность Европ. России в 1910—12 гг., вып. 10, 11, П., 1915. А. Тряпица.

**Техника безопасности.** Ограждения и защитные приспособления для пыльных и сорных волчков, трепальных машин настильной системы, концепциальных и чесальных машин валичной системы указаны в статье *Ватное производство*. Выпускная часть «аппарата» должна быть ограждена решетками и футлярами. Угарные селфакторы ограждаются решетками. Погонные колеса д. б. ограждены спереди и сзади каретки соответствующими закрытиями (башмаками); кареточные блоки, скроли, бурачные маховики спереди и сзади машины, канаты, веревки д. б. ограждены в опасных местах футлярами, твердо закрепленными на местах. Зубья «журавля» (квадранта) и передаточная к нему шестерня спереди машины д. б. ограждены футляром; сводный рычаг селфактора должен иметь запорную собачку. Т. к. при подходе каретки к брусу возможно попадание руки рабочего под палку подниточника, селфактор должен иметь автоматич. прибор для чистки бруса и каретки; в противном случае очистка их должна производиться только во время остановки машины. На ватер-машинах опасны корень (зубчатые и ременные передачи) и жестяные веретенные барабаны, и потому они д. б. ограждены футлярами — глухими или съемными. Кроме всего этого на машинах вигонового прядения должны быть надежно ограждены всякого рода зубчатые, ременные и веревочные передачи и выступающие концы быстровращающихся валов. Ограждения должны быть прочными, простыми, по возможности автоматическими и не должны мешать работе. А. Шварбачев.

**ВИДИЛО**, плот для сплава бочек со смеской и варом. Основа плота составляется из параллельно расположенных скрепленных поперечинами толстых жердей, промежутки между которыми несколько меньше диаметра бочек. Бочки укладываются рядами в промежутки, по краям плота делаются из жердей перила, и в таком виде В. сплавляется. Если нужно сплавлять бочки с варом, то жерди заменяются бревнами (часто из сухостоя), т. к. вар тяжелее воды и для удержания всего плота на поверхности воды требуется более солидное основание.

**ВИДИМОСТЬ.** При проникновении лучистой энергии в глаз получаемое ощущение зависит не только от действующей на сетчатку в течение 1 ск. энергии, но и от длины волны колебаний. При одной и той же величине энергии, действующей в 1 ск. на единицу поверхности сетчатки, наибольшее ощущение (при больших интенсивностях и

центрального зрении) дают колебания с длиной волны 555  $m\mu$  (в зелено-желтой части спектра). Ощущение быстро уменьшается по обе стороны от этого участка спектра, достигая приблизительно нулевого значения для  $\lambda=400 m\mu$  (фиолетовый конец спектра) и  $\lambda=750 m\mu$  (красный конец спектра). Полагая условно ощущение равным 1 для  $\lambda=555 m\mu$ , можно изобразить ход изменения ощущения кривую, в к-рой по оси абсцисс отложены длины волн (кривые 2 и 3 на фиг.).



Изображенная функция носит название кривой относительной В. излучения (для центрального зрения). При периферии зрения и слабых интенсивностях кривая В. смещается в сторону коротких волн приблизительно на 50  $m\mu$  (кривая 1). Абсолютную величину можно определить, если найти связь между потоком лучистой энергии для  $\lambda=555 m\mu$ , выраженным в W, и световым потоком, дающим световое ощущение и выраженным в люменах. Эта связь известна еще не вполне точно. Приблизительно можно принять, что 1 W потока лучистой энергии дает 620 люменов светового потока при  $\lambda=555 m\mu$ . Для других  $\lambda$  абсолютная В. может быть получена умножением 620  $lm/W$  на величину относительной видимости.

В виду важности кривой В. для различных светотехнич. расчетов приводится таблица зависимости между длиной волны  $\lambda$  и относительной В. для среднего человеческого глаза. Таблица составлена на основании американских данных (P. Nutting, «Journal of the Optical Society of America and Review of Scientific Instruments», Ithaca, New York, 1920, 4, p. 233).

$\lambda$	Относит. В.	$\lambda$	Относит. В.
400	0,0004	580	0,870
420	0,0040	600	0,631
440	0,023	620	0,380
460	0,060	640	0,170
480	0,139	660	0,059
500	0,323	680	0,016
520	0,670	700	0,0041
540	0,942	720	0,0010
550	0,993	740	0,00025
560	0,996	760	0,00006
570	0,952		

Лит.: Майзель-С. О., Оптика, Петроград, 1923; Martin L., Colour and Methods of Colour Reproduction, L.—Glasgow—Bombay, 1923. С. Майзель.

**ВИДИМОСТЬ СИГНАЛОВ**, т. е. состояние, на котором они воспринимаются глазом с достаточной отчетливостью, является функцией целого ряда факторов, которые были предметом неоднократных исследований ряда физиков и физиологов, причем мож-

но считать установленными следующие главнейшие положения о видимости сигналов.

1) Для сигналов, не светящихся собственным светом: а) цвет сигналов различается издали лучше, чем форма их; однако при падении на окружающие сигнал поверхности лучей от некоторых побочных источников света возможно неправильное восприятие цвета; поэтому для дневных сигналов повидимому рациональнее пользоваться отличиями не по цвету, а по форме сигнального прибора; б) наиболее хорошо различается красный цвет, затем зеленый и желто-оранжевый; в) В. с. пропорциональна их линейным размерам, а не площади; из поверхностей, имеющих одинаковую площадь, наиболее видимыми издали являются продолговатые по форме контуров; г) шт. дл. в 1,75 м и шир. в 0,4 м, проектирующийся на небо, при среднем состоянии погоды виден невооруженным глазом на расстоянии до 7,5 км; д) на В. с. большое влияние оказывает фон, на к-рый сигнал проектируется: чем более контрастен по цвету фон и сигнал, тем больше, до некоторых пределов, видимость последнего.

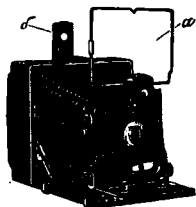
2) Для сигналов, светящихся собственным светом: а) видимость сигнального огня пропорциональна его размерам и яркости; б) если видимость белого огня в ночное время принять за 1, то при прочих равных условиях видимость красного огня будет равна  $1/3$ , зеленого —  $1/2$  и синего —  $1/7$ ; в) одноцветные огни не м. б. различаемы глазом как отдельные, если расстояние между ними меньше 0,001 расстояния их от наблюдателя. Вообще говоря, В. с. обратно пропорциональна квадрату расстояния от него наблюдателя. Однако светящиеся сигналы, световые лучи которых искусственно (при помощи рефлекторов или линз) направлены параллельно, этому закону не подчиняются, и видимость их во много раз увеличивается.

В. с. сильно зависит: от прозрачности атмосферы (присутствие в ней пыли, пара, углекислого газа сильно уменьшает видимость), от давления ее (с увеличением давления В. с. уменьшается), от времени дня и года (по утрам и летом В. с. лучше) и конечно от состояния погоды.

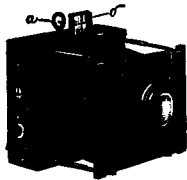
Лит.: Рогинский Н. О., Железнодорожная сигнализация и ограждение безопасности следования поездов, вып. 1, Москва, 1925; Die Eisenbahntechnik der Gegenwart, herausgegeben v. Barkhausen, Blum u. andere, В. 1, Berlin, 1911. Н. Рогинский.

**ВИДИМАТЕЛЬ**, в и з и р, прибор, прикрепляемый к фотографическим камерам и позволяющий фотографу определить, какая часть видим. пространства попадает на пластинку. В. обычно применяется в маленьких аппаратах и для моментальных съемок, когда наводка по матовому стеклу невозможна. Наиболее совершенными В. являются: р а м о ч н ы й В. (фиг. 1), в виде рамки а, имеющей размер пластинки, прикрепляемой к передней доске камеры. Для того чтобы фиксировать глаз наблюдателя, на задней доске камеры, на расстоянии от В., равном фокусному расстоянию объектива, укрепляется д и о п т р: металлическая рамка б с маленьким отверстием, через которое наблюдатель рассматривает объект съемки.

Поле зрения, видимое в рамку, попадает на пластинку. Видоискатель Ньютона (фиг. 2) — вогнутая линза, вставленная в



Фиг. 1.



Фиг. 2.

прямоугольную рамку  $b$ , дает мнимое изображение, рассматриваемое через диоптр  $a$ , иногда также снабжаемый линзой.

В зеркальных  $V$ . изображение, даваемое простым объективом, отбрасывается вверх зеркалом, наклоненным на  $45^\circ$  по отношению к оптической оси, и попадает либо на матовое стекло либо на выпуклую линзу (блестящий  $V$ .); в последнем случае глаз рассматривает мнимое изображение. В некоторых камерах видоискателем служит вогнутое металлическое зеркало.

В зеркальных камерах (см. *Камеры фотографические*)  $V$ . служит сама камера. В момент съемки зеркало, отбрасывающее изображение от объектива на матовое стекло на верхней доске камеры, откидывается, и изображение попадает непосредственно на пластинку. В стереоскопических камерах  $V$ . обычно располагается посредине и снабжается иногда третьим объективом такого же качества, как и первые два.

В кинематографических съемочных камерах применяются либо описанные уже  $V$ . либо узкая дополнительная камера с светосильным объективом, матовым стеклом, на к-ром получается изображение, и набором прямоугольных диафрагм, ограничивающих поле изображения в соответствии с применяемым объективом съемочной камеры. В некоторых американских кинокамерах применяется особое приспособление, позволяющее отбросить самое изображение, попадающее на фильм, в параллельный камере видоискатель, состоящий из двух прямоугольных призм и небольшой зрительной трубы.

А. Рабинович.

**ВИЗИРНЫЕ ПРИБОРЫ**, служат для практического решения геодезич. задачи: зная положение одной точки определить относительное положение другой точки по горизонтальному или вертикальному направлениям. В. п. устроятся так, что в них отмечается визирная ось или визирная (коллимационная) плоскость. В инструментах с диоптрами В. п. служат диоптры, в которых точка узкой прорези одного из них и волосок другого определяют визирную плоскость, а в инструментах со зрительными трубами для визирования отмечена визирная ось—воображаемая линия, к-рая соединяет точку пересечения креста нитей в окуляре с оптич. центром объектива; при вращении трубы вокруг ее горизонтальной оси вра-

щения визирная ось описывает плоскость—коллимационную, при помощи которой и производится визирование. В угломерных инструментах В. п. дают возможность определить взаимное расположение точек в горизонтальной плоскости, а в нивелирах—в вертикальной (см. *Геодезические приборы*). На земляных работах и при укладке труб в земле применяется для визирования так называемый визирный крест, состоящий из двух деревянных брусков, соединенных под прямым углом в виде буквы  $T$ .

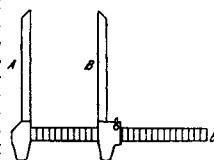
**ВИКТОРИЯ-ГОЛУБОЙ**, В. R. 4R, триарилметановые красители (см. *Красящие вещества синтетические*), заключающие нафталиновые ядра либо в азоксохромной группе (марка 4R) либо в непосредственной связи с центральным углеродом (марка V); марка R идентична с новым викториоголубым марки В. Все марки В.-Г.—очень красивые, но непрочные к свету красители, употребляются в крашении шерсти, иногда в ситупечатании.

**ВИЛКА МЕРНАЯ**, прибор для определения диаметров деревьев и круглых сортиментов делового леса (бревен, жердей, столбов и т. п.). В. м. состоит из двух скрепленных под прямым углом прямых планок, из к-рых одна  $A$  носит название неподвижной ножки, а другая  $B$ —линейки. На линейке наносятся деления, соответствующие именно тем мерам, в которых измеряется толщина ствола, причем 0 на этой линейке ставится на месте ее сочленения с неподвижной ножкой. По линейке  $B$  движется третья планка  $B$ , называемая подвижной ножкой. Прикладывая плотно к стволу обе неподвижно скрепленные части вилки, доводят подвижную планку до касания ее к поверхности ствола. Расстояние по линейке между краями неподвижной и подвижной планки показывает диаметр дерева или бревна.

Лит.: Орлов М., Лесная таксация, стр. 50—54, Л., 1925; Турский Г., Лесная таксация, стр. 11—23, Москва, 1927.

**ВИЛЛИСА ТЕОРЕМА** устанавливает основное требование, которому должны удовлетворять профили зубцов зубчатых колес при правильной передаче, удовлетворяющей условиям непрерывности зацепления и постоянства передаточного числа зубцов. Пусть  $A$  и  $B$ —зубцы двух колес, сопрягающиеся в точке  $D$ , причем  $O_1$  и  $O_2$ —оси вращения колес. Скорость точки  $D$ , принадлежащей зубцу  $A$ , равна  $v_1 = \omega_1 R_1$ , скорость той же самой точки  $D$ , принадлежащей зубцу  $B$ , равна  $v_2 = \omega_2 R_2$ , где  $\omega_1$  и  $\omega_2$ —угловые скорости, а  $R_1$  и  $R_2$ —радиус-векторы. Разложим  $v_1$  и  $v_2$  на их составляющие по направлениям:  $NN$ —общей нормали к профилям в точке  $D$  и  $TT$ —общей касательной. Из чертежа видно, что  $v_1^c = v_2^c$

$= \frac{e_1}{R_1}$ , откуда  $c_1 = v_1 \frac{e_1}{R_1} = \omega_1 e_1$ . Равным образом  $c_2 = v_2 \frac{e_2}{R_2} = \omega_2 e_2$ , где  $e_1$  и  $e_2$ —длины



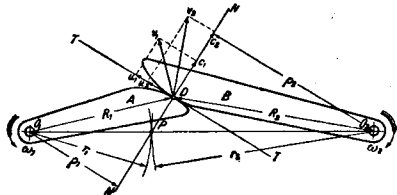


перпендикуляров, опущенных из центров  $O_1$  и  $O_2$  на линию  $NN$ . При правильной передаче  $c_1 = c_2$ , т. к. зубцы не могут внедриться друг в друга и отстать один от другого; следовательно  $\omega_1 c_1 = \omega_2 c_2$ , откуда  $\frac{\omega_1}{\omega_2} = \frac{c_2}{c_1}$ .

Для равномерности хода это отношение д. б. постоянным. Из чертежа видно, что

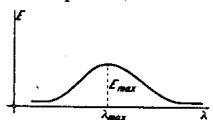
$$\frac{c_2}{c_1} = \frac{O_2 P}{O_1 P} = \frac{r_2}{r_1} = i = \text{Const},$$

где  $i$  — передаточн. число,  $O_2 P = r_2$  и  $O_1 P = r_1$  — радиусы начальных окружностей пары зубчатых колес; но  $O_1 O_2 = r_1 + r_2$  есть величина постоянная, поэтому точка  $P$  — пересечение нормали к профилям с линией центров — получает неизменное положение на линии центров. Т. о., по В. т., профили зубцов д. б.



подобраны так, чтобы в любой момент движения общая нормаль к ним в точке касания проходила через одну и ту же точку  $P$ , которая называется полюсом зацепления и является заданной точкой касания начальных окружностей для данной пары зубчатых колес.

**ВИНА ЗАКОН СМЕЩЕНИЯ** состоит в том, что при лучеспускании абсолютно черного тела произведение длины наиболее интенсивной волны  $\lambda_{\text{max}}$  на абсолютную температуру тела  $T^\circ$  равно постоянной:  $\lambda_{\text{max}} T = \text{Const} = 0,288$ , при  $\lambda_{\text{max}}$  в см. Энергия лучеспускания  $E$



распределяется между волнами разной длины по кривой, изображенной на приведенном чертеже и меняющей свой вид с  $T^\circ$ . Максимум кривой при повышении  $T^\circ$  смещается в сторону более коротких волн, а максимальная ордината,  $E_{\text{max}}$ , растет пропорционально  $T^3$ , т. е.  $E_{\text{max}} = C \cdot T^3$ . В. з. с. пользуются при измерении высоких температур. В. з. с. является следствием более общего закона, выведенного Вином из термодинамических соображений:

$$E_\lambda = \frac{c_2}{c_1} F \left( \frac{\lambda T}{c} \right),$$

где  $c$  — скорость света,  $F$  — некоторая функция аргумента  $\frac{\lambda T}{c}$ .

**ВИНА-ПЛАНКА ЗАКОН ИЗЛУЧЕНИЯ** абсолютно черного тела дает зависимость между абсолютной температурой черного тела и излучением для разных длин волн. Установленный Планком (Planck) закон выражается следующей формулой:

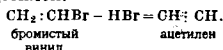
$$I_\lambda = c_1 \lambda^{-5} \left( e^{\frac{c_2}{\lambda T}} - 1 \right)^{-1},$$

где  $c_1$  и  $c_2$  — постоянные,  $\lambda$  — длина волны и  $T$  — абс. темп-ра. Этот закон проверен во всех частях спектра для различных темп-р, до самых высоких и оказался вполне точно выражающим действительные соотношения. Наиболее характерная постоянная  $c_2$  неоднократно определялась и оказалась равной 1,430, если выражать длины волн в см. Постоянную  $c_1$  можно принимать равной  $37,0 \cdot 10^{-6}$  (система CGS). Произведение  $I \cdot d\lambda$  выражает излучаемую с 1 см<sup>2</sup> черного тела в течение 1 сек. лучистую энергию, в части спектра, заключенной между длинами волн  $\lambda$  и  $(\lambda + d\lambda)$ . Закон Вина (выведенный в действительности раньше закона Планка) представляет упрощение закона Планка и выражается первым членом разложения формулы Планка в ряд, а именно:

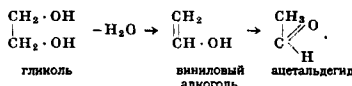
$$I_\lambda = c_1 \lambda^{-5} e^{-\frac{c_2}{\lambda T}}$$

(значения букв те же, что выше). Эта формула, с достаточной только для практики точностью, дает зависимость между  $I_\lambda$ ,  $\lambda$  и  $T$  в видимой части спектра; в инфракрасной части его она применима плохо. Удобство ее заключается в том, что ее легко логарифмировать. Она применяется как основное средство расчета температуры в оптической пирометрии.

**ВИНИЛОВЫЕ СОЕДИНЕНИЯ**, органические вещества, содержащие в своей молекуле радикал винил ( $\text{CH}_2 : \text{CH}-$ ). В. с. относятся к классу *ненасыщенных соединений* (см.) и потому обладают свойством присоединять различные вещества, в первую очередь галлоиды и галлоидоводородные кислоты. Галлоидные В. с. имеют галлоидный атом непосредственно у двойной связи и отличаются от других галлоидных олефинов тем, что при действии едких щелочей или алкогалогенов не превращаются в соответствующие спирты или эфиры, а отщепляют частицу галлоидного водорода, переходя при этом в ацетилен:

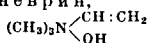


Большая устойчивость галлоидных В. с. по сравнению с галлоидными алкилами или алкиленами обнаруживается также и при действии на них уксусноникольного серебра, натрий-малонового эфира, спиртового раствора аммиака, щелочных или серебряных солей цианистоводородной к-ты; так, бромистый винил даже при сильном нагревании с этими реактивами вовсе не изменяется. Виниловый алкоголь до сих пор выделен не был; в тех случаях, когда можно было бы ожидать его образования, почти всегда получается ацетальдегид, например при отнятии частицы воды от гликоля:



Вполне вероятно, что обычный ацетальдегид представляет собою аллотропную систему (см. *Таутомерия*), содержащую небольшое количество винилового алкоголя.

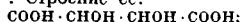
Производные винилового алкохоля, наоборот, вполне устойчивы, напр. дивиниловый эфир  $(C_2H_3)_2O$ . Из других В. с. некоторые интерес представляют след.: д и и н и л с у л ь ф и д  $(C_2H_3)_2S_2$  — маслянистая жидкость с запахом чеснока, являющаяся главной составной частью эфирного масла из медвежьего лука (*Allium ursinum*), и гидрат окиси триметилвиниламмония, так называемый неврин.



вещество, находящееся в крови животных и играющее важную роль в физиологической химии. Неврин образуется при гниении мяса и при других ферментативных процессах из лецитина — вещества, широко распространенного в растительных и животных тканях. Практическое значение В. с. получили лишь в последнее время, после того как англичанами (1921 г.) был расшифрован состав и способ получения предложен американцем Льюисом боевого отравляющего вещества — л ю з и т а (см. *Боевые отравляющие вещества*), представляющего собой смесь различн. хлорвинилхлорарсинов. с. Мевидья.

**ВИННАЯ ЯГОДА**, смоквиница, инжир, фи́га, *Ficus carica* L., сем. Могаеае, дерево с гладкой сероватой корой и 3—5-лопастными кожистыми шероховат. листьями. Родина винной ягоды — Малая Азия. Дикая смоквиница (*Ficus carica silvestris*), или капрификус, — однодомное растение с разнополыми цветами, а культурная В. я. (*Ficus carica domestica*) — двудомное растение. Женские растения, составляющие предмет культуры, производят сладкие сочные плоды, известные под названием В. я. Относительно небольшое число сортов смоквицы дает т. н. партекокарпические плоды. В. я. приносит один-два, редко — три урожая в год в зависимости от климата. условий. Культурные сорта размножаются черенками, отводками и прививкой. В. я. разводится в южн. и ю.-з. Европе (Греция, Италия, Франция, Испания, Португалия), в М. Азии, Африке, Австралии и в Америке. В СССР В. я. разводится на южном берегу Крыма и в Закавказьи. Сушеная В. я. является распространенным рыночным продуктом. Лучшими В. я. считаются смирские. Для сушки употребляют совершенно зрелые плоды со стебельками. Перед сушкой их погружают в слабый раствор соды, укладывают стеблевыми концами на сита и окуривают серой. Затем В. я. подвергают сушке — солнечной или огневой. Выход сушеного продукта до 40%. Плоды В. я. в сушеном виде содержат (по Черевитинову): около 28% воды, 1—2% жира, 50—70% сахара, 3—4% азотистых веществ. п. штт.

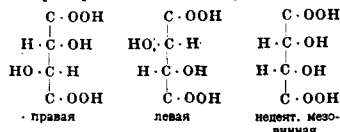
**ВИННЫЕ КИСЛОТЫ**. Винокаменная к-та, или правая винная к-та, или диоксиантарная к-та, *Acidum tartaricum*,  $C_4H_4O_6$ , выделена впервые Шееле (Scheele) в 1768 г.; представляет собою бесцветное твердое тело без запаха, кристаллизующееся в виде моноклинических призм,  $t^{\circ}_{пл.}$  170°. Строение ее:



растворимость в воде сильно возрастает с повышением  $t^{\circ}$ . Так, при 0° в 100 ч. воды

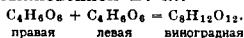
растворяется 115 вес. ч., при 100° — 343 ч.; растворяется также в 4 ч. абсолютного этилового алкохоля, в 2,5 ч. 90%-ного спирта, в 250 ч. чистого эфира и в 50 ч. обыкновенного эфира;  $D^{20}_4 = 1,7598$ . Водные растворы вращают плоскость поляризации вправо, отсюда и происходит название к-ты. Удельное вращение для 20%-ного раствора равно  $[\alpha]^{20}_D = +12$ . Величина вращения зависит от концентрации раствора (уменьшается с увеличением концентрации и наоборот), от  $t^{\circ}$ , а также и от природы растворителя; прибавление минеральных кислот и других веществ влияет на способность вращения. При некоторых условиях (например в ультрафиолетовом свете) пересыщенный раствор правой кислоты может вращать влево. При нагревании несколько выше  $t^{\circ}_{пл.}$  В. к. переходит в т. наз. метавинную кислоту, представляющую собой, по охлаждению, аморфную резиноподобную гигроскопическую массу, плавящуюся при 120° и также вращающую вправо. Строение метавинной кислоты выяснено не вполне; весьма вероятно она является одним из ангидридов В. к. Соли метавинной кислоты в водном растворе при кипячении переходят обратно в соли обыкновенной В. к. При нагревании выше 170° правая В. к. отщепляет воду и образует также ангидридоподобное соединение состава  $C_4H_4O_{11}$  — некристаллизующуюся дивинную кислоту; при долгом нагревании при 180° образуется ангидрид правой В. к.  $C_4H_4O_8$  или  $C_2H_2O_4$  — белый, нерастворимый в воде порошок. При нагревании В. к. выше 180° наступает почернение, появляются запахи жженого сахара, и к-та в конце концов разлагается на ряд продуктов.

Известны четыре модификации В. к., которым соответствует одна и та же химическая формула. Эти различные модификации являются изомерами, отличающимися друг от друга расположением групп в пространстве. Вследствие этого В. к. по-разному относятся к поляризованному лучу, а именно: обыкновенная правая В. к. вращает, как уже сказано, вправо, тогда как сходная с ней по строению левая к-та вращает влево. Кроме того известны две недействительные кислоты: мезовинная, или антивинная, и виноградная, или паравинная (*Acidum pasemicum*). Строение В. к. в пространстве можно представить так:



В химическом отношении обе оптически действительные винные кислоты вполне тождественны. Различие в свойствах правой и левой кислот наблюдается в некоторых свойствах их солеобразных соединений с оптически действительными алкалоидами. Так например динхониновая соль правой винной кислоты легко растворяется в безводном спирте, между тем как аналогичная соль левой кислоты растворяется только в 340 частях безводного спирта (Pasteur).

Оптически недействительные вещества могут получаться путем смешения в одинаковых количествах право- и левовращающих форм, образуя т. наз. *рацематы* (см.). У В. к. рацематом является виноградная кислота, имеющая двойной мол. вес по сравнению с обыкновенной В. к.:



При некоторых условиях она обратно распадается на оптически действительные формы, т. е. на правую и левую кислоты. Виноградная кислота плавится при 203—206° и содержит две молекулы кристаллизационной воды. Виноградная к-та м. б. получена при нагревании с водой левой и правой винных к-т.

Другой вид оптически недействительных веществ представляет к-та мезовинная, имеющая тот же мол. вес, что и действительные к-ты  $\text{C}_4\text{H}_6\text{O}_6$ ; она не расщепляется на оптически действительные формы, кристаллизуется с одной частицей воды и, будучи высушена, плавится при 143°. При нагревании с небольшим количеством воды при 175° мезовинная кислота переходит в виноградную.

В. к. сыграли большую роль в изучении вопроса о расположении атомов органических соединений в пространстве. Из четырех винных к-т наибольшее технич. значение имеет правая. Она встречается в свободном состоянии или в виде солей в фруктах, овощах, корнях, листьях и других частях растений; в животном организме она пока не найдена.

Главнейшим источником получения правой В. к. являются отбросы винного производства: винный камень или продукты, его содержащие, — виноградные выжимки и винные дрожжи. Производство правой В. к. сводится к получению чистого виннокислого кальция, из к-рого при помощи серной к-ты добывается свободная кислота. Вследствие большого содержания виннокислых солей в винном камне (от 72 до 88%) он является наилучшим исходным материалом для получения правой В. к. Однако спрос на нее значительно превышает предложение винного камня, и поэтому в производствах большого масштаба правую В. к. получают из винных дрожжей. Для этой цели их после предварительного отгона летучих продуктов прессуют, сушат в сушильных помещениях и выпускают в продажу в кусках неправильной формы, величиной с кулак. В дрожжах эта кислота содержится как в свободном состоянии, так и в виде калиевых и кальциевых солей, причем содержание последних колеблется в зависимости от сорта винограда. В продаже различают дрожжи по содержанию винных к-т или виннокислого кальция: итальянские—20—30% кислоты и около 5—6% виннокислого кальция; французские—20—25% к-ты; австрийские, румынские, сербские и болгарские дрожжи—16—22% кислоты. Особенно ценятся дрожжи с о-вов Средиземного моря, содержащие до 30—40% к-ты. Испанские дрожжи содержат 20—35% к-ты и большой % винного камня. В технике существует несколько методов получения правой В. к.

1) Способ декантации и—самый старый, применяемый иногда и сейчас, особенно на небольших производствах. Он состоит в

том, что дрожжи подвергают обработке холодной или горячей соляной кислотой, причем в раствор переходит В. к., которую затем нейтрализуют известковым молоком или мелом, декантируют (сливают с осадка) и фильтруют. Чтобы облегчить фильтрование образующегося виннокислого кальция от слизистого осадка, тонко размолотые дрожжи сперва нейтрализуют известковым молоком, а затем обрабатывают всю массу серной кислотой; тогда свежесажженный гипс удерживает дрожжи в мелкодробленном состоянии, что облегчает фильтрование освобождающейся В. к. Недостаток этого способа заключается в том, что получаются большие количества жидкостей и небольшой выход винной кислоты.

2) Способ Дитриха применяется к сухим дрожжам: исходный продукт разводит водой в чанах и перегоняют при помощи колонки Савали (см. *Винокурение*); остаток загружают в автоклав, снабжен мешалкой, куда пропускают пар, сначала с открытым клапаном, для вытеснения воздуха; затем клапан закрывают и, когда давление достигнет 4 atm, регулируют клапан таким обр., чтобы давление было постоянным. При плохих дрожжах нагревание ведут в течение 4 ч., при хороших сортах достаточно 2—3 ч. нагрева при 3 atm. После нагревания содержимое автоклава выливают в деревянные ящики, внутри оцинкованные, и разлагают соляной кислотой. Полученную таким образом темную массу фильтруют через фильтр-прессы при помощи джутовых полотнищ или, еще лучше, через полотнища из верблюжьей шерсти. Кислые растворы собирают, нейтрализуют известковым молоком и отфильтровывают, как и при декантации.

3) При нейтральном способе Раша (Rasch) дрожжи подвергают предварительной стерилизации, так как в виду длительности операции необходимо устранить возможность разложения виннокисл. кальция деятельностью бактерий. Для этой цели дрожжи нагревают до 110—120°, в специальных трубах или в автоклаве при 3 atm, и хорошо просушивают. После этого дрожжи размешивают с водой особыми мешалками в деревянных сосудах; затем к смеси прибавляют некоторое количество  $\text{CaCl}_2$  и постепенно, в течение 3 ч., нейтрализуют известковым молоком при t° не выше 20—25°.

Методы декантации и Раша неудобны в том отношении, что при фильтровании происходят большие потери, и поэтому в технике чаще всего применяют метод Дитриха.

4) Еще лучше способ Ковнатского (Kownatsky)—«нейтральный под давлением», имеющий то преимущество, что дает очень небольшие потери и хорошо фильтрующиеся растворы. По этому способу поступают так: грубо размолотые дрожжи размешивают в деревянном чане с водой, взятой в трехкратном объеме, кипятят, нейтрализуют известковым молоком и нагревают в автоклаве паром при 3 atm в течение 2—3 час. После этого массу выливают в открытый железный сосуд, охлаждаемый снаружи водой, и прибавляют  $\text{CaCl}_2$ . Температура постепенно падает до 20—15°. После этого всю массу фильтруют через железный фильтр пресс

и хорошо промывают. Раствор оставляют вместе с промывными водами для отстаивания на 24 часа, после чего его отфильтровывают от осадка. Опыты четырех германских заводов дали выходы, более чем на 50% превышающие выходы по способам Рапа и Дитриха.

Есть еще способ, указываемый в английской литературе; исходным продуктом для получения В. к. по этому способу служат остатки после сливания вина, состоящие из смеси выжимок, дрожжей и винного камня. Эту смесь нагревают до 150—200°, благодаря чему все красящие пигменты разрушаются и минеральные примеси превращаются в нерастворимые соединения. Раскрошенный продукт сушат на решетках в токе индифферентного газа, напр. углекислоты. После этого всю массу растворяют в разбавленной соляной к-те и фильтруют. В. к. осаждают в виде кальцевой соли и затем подвергают обработке серной кислотой.

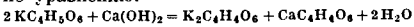
Для выделения свободной В. к. из кальцевой соли последнюю размешивают с водой, прибавляют серной к-ты (100 ч. соли требуют 52,12 ч. серной кислоты) и раствор упаривают до 30° Вé, после чего отфильтровывают выделившийся гипс. Фильтрат оставляют стоять в свинцовых чанах и освобождают его от мышьякоистых и свинцовых соединений обработкой сернистым барием; после повторного фильтрования сгущают до 48° Вé, причем выделяются кристаллы первой кристаллизации (SI). Маточник упаривают до 50° Вé и получают кристаллы второй кристаллизации (SII); дальше упаривают до 54° Вé и получают кристаллы третьей кристаллизации (SIII). Остающийся густой сироп разбавляют водой до 25° Вé, очищают и перерабатывают также на виннокислый кальций. Полученные неочищенные кристаллы В. к. растворяют в воде; раствор очищают от железа при помощи железистосинеродистого калия и освобождают сернистым барием от свинца и мышьяка. Бесцветную жидкость, 30° Вé, упаривают до 40° Вé и оставляют в покое на 8 дней для кристаллизации. Для получения больших прозрачных кристаллов, требуемых рынком, полезно прибавлять в кристаллизующийся раствор небольшое количество серной кислоты. Этого не делают, если В. к. предназначается для медицинских целей. Медицинскую В. к. перекристаллизуют из фарфоровой посуды.

В. к. применяют главн. обр. в красильном производстве—в качестве протравы, в ситце-набивном деле—для получения белых и розовых рисунков по красному фону, а также для изготовления лимонадов и шипучих вод—вместо лимонной к-ты, которая значительно дороже. В. к. входит в состав т. н. содовых порошков для печения, применяется в фотографии и медицине.

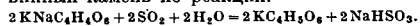
Из солей В. к. наибольшее значение имеют соли правой В. к., так наз. т а р т р а т ы. В. к., как двусосновная кислота, дает два ряда солей: кислые и средние; средние соли щелочных металлов легко растворяются в воде, чем отличаются от остальных солей, которые трудно или вовсе нерастворимы в воде. Важнейшие из солей В. к. следующие.

Сегнетова соль, двойная соль калия-натрия,  $KNaC_4H_4O_6 \cdot 4H_2O$ , получается из винного камня (см. ниже) в виде больших прозрачных и бесцветных ромбических кристаллов с уд. в. 1,767 и  $t^{\circ}_{пл.}$  70—80°; водный раствор ее—праворастворяющий; в спирте сегнетова соль нерастворима; при 100° теряет три части кристаллизационной воды и четвертую при 130°; сегнетова соль применяется в медицине как слабительное.

Винный камень—кремортартр, кислый виннокислый калий,  $K_2C_4H_4O_6$ , в природе находится в соке многих ягод (в винограде); образуется он при брожении вин, в виде осадка в броидильных чанах, а также при «выдерживании» вин, на внутренних стенках бочек в виде темных твердых корок; этот «сырой» винный камень состоит из смеси кислого виннокислого калия и виннокислого кальция и различных примесей и загрязнений. Для очистки винного камня, гл. обр. для отделения от него виннокислого кальция, существует много способов; один из лучших следующий: 1 000 кг тонко размолотого сырого продукта загружают в деревянный чан, разводят в 3 000 л воды, прибавляют известкового молока 30° Вé до щелочной реакции раствора и кипятят; в результате реакции получается средний виннокислый калий и виннокислый кальций по уравнению:



(для облегчения процесса прибавляют еще какой-нибудь соли калия, лучше поташа, в количестве, соответствующем содержанию кальция в сыром винном камне); затем прибавляют раствор концентрированной соды,  $Na_2CO_3$ , в количестве, нужном для полного перевода виннокислого кальция в углекислый кальций (проба—щавелевокислым аммонием); реакция протекает согласно у-ию:  $K_2C_4H_4O_6 + CaC_4H_4O_6 + Na_2CO_3 = CaCO_3 + 2KNaC_4H_4O_6$ . В растворе остается сегнетова соль; ее отфильтровывают в деревянных или железных фильтрах через толстые полотнища; раствор должен быть чист и бесцветен. Для получения винного камня из сегнетовой соли ее помещают в закрытый сосуд, куда вводится сернистый ангидрид, который разлагает сегнетову соль и дает бисульфит натрия и винный камень по реакции:



Получаемый т. о. 98—99%-ный винный камень отфильтровывают, отжимают на центрифуге, промывают, сушат и просеивают. Чистый винный камень—маленькие бесцветные кристаллы, кисловатого вкуса, растворяющиеся в 180 ч. холодной и 15 ч. горячей воды и нерастворимые в спирте. Винный камень находит большое применение в технике: в крашении тканей—как протрава, в гальванотехнике—при лужении меди, в пекарном деле—входит в состав пекарных порошков—и в медицине; кроме того из винного камня вырабатывают винную кислоту и сегнетову соль.

Средняя виннокалиевая соль,  $K_2C_4H_4O_6 \cdot \frac{1}{2}H_2O$ ,—бесцветные моноклинические кристаллы, растворимые в  $\frac{1}{2}$  ч. воды; получается из винной к-ты или из винного камня обработкой поташом,  $K_2CO_3$ , или

бикарбонатом калия,  $\text{KHSO}_3$ ; 100 ч. винного камня разводят в 100 ч. воды и нагревают с 37 ч. поташа или 54 ч. бикарбоната калия; получающуюся в растворе  $\text{K}_2\text{C}_2\text{H}_3\text{O}_6$  отфильтровывают и выпаривают; эта соль применяется в медицине.

Рвотный камень, двойная соль калия и сурьмы,  $\text{K}(\text{SbO})\text{C}_4\text{H}_3\text{O}_6 \cdot \frac{1}{2}\text{H}_2\text{O}$ , бесцветные ромбик. кристаллы уд. веса 2,607, легко выветривающиеся и легко растворяющиеся в воде: при 15°—в 25 ч. и при 100°—в 3 ч. воды. Водный раствор—сладковатого вкуса, с неприятным металлическим привкусом; в спирте соль нерастворима. Приготовляется рвотный камень из чистого винного камня (5 ч.) кипячением с окисью сурьмы (4 ч.) в 40 ч. воды; из горячего раствора выпадают кристаллы рвотного камня. Применяется он в крашении тканей—как протрава, в приготовлении цветных лаков и в медицине—как рвотное средство.

Соль калия и закиси железа употребляется для железистых ванн.

В СССР винококаменную к-ту изготовляют на одесском з-де «Химуголь», производство которого не покрывает однако потребности страны. Сырье (винный камень и винокистый кальций) ввозится из Италии, Греции и южной Франции. Однако з-дом уже проделан ряд работ для перехода на русское сырье, для чего в винодельческих районах Крыма и Кавказа были произведены опыты по переработке отбросов виноделия.

Лит.: Voss H., Die Fabrikation des Kaliumbikarbonats und der Weinsäure, «D. Ztg.», 1922, № 45, p. 309; Ан. П., 1904, 14994; Fr. Schumann's Enzyklopädie der technischen Chemie, В. 12, Berlin—Wien, 1923; Schmidt E., Ausführliches Lehrbuch der pharmazeutischen Chemie, В. 2, 6 Auflage, Braunschweig, 1922—23. **А. Борнштейн.**

**ВИНОГРАДАРСТВО**, отрасль сельского хозяйства, объектом культуры к-рой является виноград. Культурный европ. виноград (*Vitis vinifera*)—растение семейства Vitaceae. Родоначальником винограда считается *V. silvestris*—двудомный кустарник с мелкими синими ягодами, растущий на Кавказе и в средиземноморской области. Кроме вида *V. vinifera*, распространенного в Европе и во многих других странах, в С. Америке заметное распространение имеют также *Vitis labrusca*, *V. riparia*, *V. rotundifolia* и многие другие виды. Конечно это не исключает разведения там и сортов европейских. Виноград—кустарник, принимающий иногда древесную форму и обвивающий своими стволами соседние деревья на высоту свыше 10 м. Иногда стволы винограда достигают 1,5 м в окружности и больше. Кора серо-бурая, мочалистая. Древесина упругая и очень пористая. Корни сильно развиваются в стороны и проникают на большую глубину в почву, обеспечивая произрастание винограда на сухих, песчаных или каменистых почвах и на крутых склонах. Побеги коленчатые, с широкой сердцевидной и длинными междоузлиями. Листья на длинных черешках, очередные, двурядно расположенные, переходные по форме от цельных до пятилопастных, реже трехлопастных, грубо зазубренных, снизу опушенных. Цветы пестерного типа, мелкие, желтовато-зеленые, душистые, в сложных метелках; пестик один,

завязь двугнездная. Плоды 2—4-семенные. Ягоды, собранные в грозди,—круглые, овальные или удлиненные, зеленые, янтарно-желтоватые, розовые, красные и черно-синие.

Виноградная лоза произрастает в поясе с средней  $t^\circ$  лета 20° и зими—не ниже 0°. В Европе сев. граница виноградной лозы проходит от устья Луары (45,5° с. ш.) к Рейну (51° с. ш.), доходит в Силезии до 52° и оттуда направляется через Польшу (несколько ниже Седлеца) и Белоруссию до Пинского округа на Черниговский округ (южнее Чернигова), Курск, Воронеж, Борисоглебск, Саратов до Сарайчика на Урале; далее она идет через Махач-Калу на Туркестан и город Алма-Ата. Нек-рые столовые сорта винограда созревают в Латвии и Эстонии, под надежной защитой на зиму и в наиболее теплых, защищенных участках. Тепличная культура винограда широко распространена в Бельгии, Голландии и Англии. Перенесенный в Сев. Америку виноград получил большое распространение, доходя до 50° с. ш.; южн. граница его довольно правильно совпадает с 30° с. ш., опускаясь в морском климате до 10° с. ш. Виноград распространен также и в южн. полушарии (Австралия, Ю. Америка); в широких размерах разводит его в Африке (Алжир, Тунис, Капленд) и на о-вах Азорских и Мадейре; под тропиками виноград только в горах, на значительных высотах дает сносные плоды.

В культуре виноград известен с древнейших времен. Давность культуры винограда и обширный ареал его распространения обусловили многочисленный сортимент виноградной лозы. В настоящее время невозможно точно установить количество сортов винограда—как вследствие множества синонимов, так и благодаря непрекращающейся работе по выведению новых сортов. Насчитывается ок. 4 000 сортов *V. vinifera* и кроме того свыше тысячи американских сортов.

Развитие культуры виноградной лозы выразилось не только в увеличении количества сортов, но и в улучшении техники культуры и в расширении площади виноградников. Чтобы судить о размерах культуры, достаточно указать, что за 1924/25 г. мировое производство вина выражалось 176 984 000 гл, полученных с площади виноградников в 6 812 000 га, причем в эти числа не вошли количество выработанного вина и площади виноградников в СССР, Канаде, Мексике, Японии, Палестине, Египте, Перу и Новой Зеландии. Мировое производство вина за последние годы колеблется от 150 до 200 млн. гл в год. На первом месте в этом отношении стоит Европа. По данным 1925/26 г.,

Страны	Вид насаждений	Площадь виноградников в га	Колич. выработ. вина в гл
Испания	чистых	1 353 003	26 697 592
Франция	чистых	1 594 350	62 767 082
Италия	чистых	843 000	19 245 000
	смешан с др. культурами	441 400	26 122 000

площадь виноградников в Европе занимала 6 297 000 га, выработано вина 158 946 000 гл



**ВИНОГРАДАРСТВО,  
ВИНОДЕЛИЕ и ВИНОКУРЕНИЕ  
Европ. части С.С.С.Р.**

— Границы государств.  
— " союзных республик.

**УСЛОВНЫЕ ЗНАКИ:**  
 Винокуренные заводы с про-  
 дукцией:  
 ■ свыше 1 млн. рублей  
 ■ от 500 т. до 1 млн. руб.  
 ■ от 50 до 500 тыс. руб.  
 Площади виноградников в ‰  
 к посевной площади.  
 — от 0,1‰ до 1‰  
 — меньше 0,1‰  
 ● виноградно-винные и конь-  
 чные заводы.  
 \* в 1 точке 500 га виноград-  
 ников.

Проф. М. Силищевский.

Масштаб 1:40 000 000



Травирова в Карттоиздат НКВД РСФСР  
 Тираж ВВТУ издательства Москва

# ВИНОГРАДАРСТВО И ВИНОДЕЛИЕ ЗАП. ЕВРОПЫ



Проф. М. Силищенский.

Тираж 100 000 экз. Москва

(в эти числа не вошли виноградники и производство СССР). Главн. по площади виноградников и по производству вин в Европе следует считать Испанию, Францию и Италию. Данные за 1925 г. см. выше в табл.

Площадь виноградников в СССР еще точно не определена. По данным виноделч. станций в Одессе, в 1914 г. виноградники в России занимали 231 981 дес. Если исключить из этого числа виноградники Бессарабии, то «довоенная» площадь виноградников в нынешних границах СССР определяется в 194 896 дес., или 212 932 га. В настоящее время приблизительные подсчеты дают основание определять площадь виноградников СССР в 140 960 га, которые распределяются по районам следующим образом:

Грузия . . . . .	38 240 га	Украина . . . . .	8 740 га
Азербайджан . . . . .	23 410 "	Армения . . . . .	7 450 "
Туркестан . . . . .	25 130 "	Крым . . . . .	8 580 "
Юго-Восток . . . . .	19 670 "	Дагестан . . . . .	6 580 "

По данным Н. С. Богданова, соотношения площадей виноградников трудовых хозяйств и государственных советских хозяйств, отнесенные к 1922 г., выражались: для трудовых хозяйств—96,75%, для государственных советских хозяйств—3,25%. Сосредоточение виноградников в крестьянском владении предопределяет дальнейшее развитие виноделч. промышленности через кооперативное строительство. Урожайность виноградников, по данным «Винсиндиката», определялась по годам следующим образом:

Средний урожай винограда в т с 1 га

Районы	1922 г.	1923 г.	1924 г.	1925 г.	Средн. за 4 г.
Юго-Восток . . . . .	1,80	2,78	4,09	1,63	2,57
Крым . . . . .	1,31	1,63	2,86	2,45	2,06
Ср. Азия . . . . .	2,62	3,68	6,55	4,91	4,44
Дагестан . . . . .	1,63	2,91	4,09	2,04	2,68
Грузия . . . . .	2,45	3,27	4,09	2,94	3,19
Азербайджан . . . . .	2,94	3,60	7,37	4,09	4,50
Армения . . . . .	3,27	3,80	5,32	3,27	3,86
Украина . . . . .	1,31	1,88	3,27	3,27	2,44

Сопоставление размера площади виноградников СССР и общей продукции от этой площади с такими же данными других стран обнаруживает слабое развитие виноградо-виноделч. промышленности в СССР, несмотря на благоприятное сочетание природных условий для широкого развития культуры винограда во многих районах Союза. Малоземелье во многих виноградо-виноделч. районах не только стимулирует, но даже вынуждает население к занятию В., т. к. трудоемкость В. по отношению к полевой культуре ржи, принятой за единицу, выражается коэф-том 10—15. Очередной и неотложной задачей является изучение внутренних и внешних рынков для продуктов В. (вина и свежего винограда в сортах, могущих переносить далекий транспорт). Наряду с этой задачей не меньшее значение имеет установление на объективных основаниях отдельных виноградо-виноделч. районов и соответствующих районных сортов, так как до сих пор имеются лишь отдельные попытки районирования. Мы имеем пока лишь общие и неполные указания, что

напр. Южный берег Крыма—район крепких и десертных вин (мускаты, пино-гри, педро-хименес); Грузия—район сухих вин; Черноморское побережье С. Кавказа—район белых столовых вин (рислинг, семилон, алиготе), нек-рых красных (каберне) и игристых вин (сов. хоз. Абрау); Азербайджан—район столовых вин (рундвейс, танкер и др.). В Ср. Азии: Ташкентский район—столовых, а Самаркандский и Апхадский районы—крепких и десертных вин. Астраханский район—культуры грубых и прочих сортов винограда.

Природные условия района, сорт лозы и характер и направление местного виноделия определяют детали техники разведения виноградной лозы и ухода за ней. Биологич. особенности виноградной лозы, независимо от ее сорта, определяют сущность техники независимо от района. Т. о. культура винограда сводится 1) к созданию комплекса внешних условий, благоприятствующих получению качественно, а потом уже количественно наилучшей продукции, 2) к поддержанию этих условий, обеспечивающих одновременно здоровье и долголетие куста, и 3) к регулированию роста и плодоношения куста.

1) Создание комплекса внешних условий состоит: в оценке и выборе места для виноградника и в выборе сортов виноградной лозы, пригодных для района; в коренных улучшениях выбранного места [глубокая обработка почвы (плантаж), перевал, планировка, террасирование, удобрение и проч.]; в установлении площади питания (расстояние между растениями и рядами) и правильное распределение ее (разбивка виноградника). Виноградный куст может произрастать на разных почвах:—известковых, каменистых, шиферных, песчаных, на почвах недавнего вулканического происхождения и т. п. Не удаётся виноград на почвах засоленных, холодных, с застаивающейся водой. Так же мало пригодны почвы, богатые перегноем, дающие сильный рост и низкого качества урожай. Лучшими местами признаются склоны горных хребтов, горные плато и т. п. Долины и низины менее пригодны: здесь виноградники страдают от грибных болезней и заморозков. Площадь питания для виноградного куста варьирует, в зависимости от качества почвы и сорта лозы, от 1 до 8 м<sup>2</sup> и больше. В среднем считают 4—5 тысяч кустов на 1 га.

2) Поддержание благоприятных внешних условий сводится к уходу за почвой виноградника, что выражается а) в периодич. глубокой обработке почвы весной и осенью, после обрезки винограда, и в мелкой обработке (рыхлении), несколько раз в течение лета, для борьбы с сорными травами и для сохранения в почве влаги; б) в удобрении почвы; навозные и другие органич. удобрения применяются обычно в умеренных количествах, так как они вызывают сильный рост лозы, что не всегда сочетается с лучшим по качеству урожаем; минер. удобрения в виноградниках дают лучшие результаты, а потому имеют большее применение.

3) Регулирование роста и плодоношения винограда применяется в продолжение всей жизни куста. Сорта винограда обыкновенно



размножают вегетативным способом—чубуками (черенками) и отводками. В последнее время, в связи с поражением сортов европ. лозы филлоксерой (тля двух видов—*Phylloxera vastatrix* и *Ph. pervastatrix*), в районах, угрожаемых ею, размножают европ. сорта прививкой на филлоксероустойчивом американском подвое (*Vitis riparia*, *V. rupestris*, *V. labrusca* и др.). Укоренявшиеся чубуки, отводки или прививки рассаживают на места. Уход за кустами сводится а) к формированию куста путем той или иной системы обрезки, б) к регулированию его роста и плодоношения путем ухода за урожаем на плодоносящих ветках и подготовки новых сильных веток для плодоношения в будущем году. Для этого стимулируют развитие и рост листьев по преимуществу в первой половине лета, защищают листья от поражения растительными и животными вредителями (опрыскивание и опыление фунгицидами и инсектицидами), ограничивают рост новых поздних листьев и веток, которые не успевают принести урожая (пасынкование или выломка лишних веток), рационально распределяют старые и молодые лозы в пространстве (подвязка к колям и шпалеровка) и защищают кусты от мороза (окуливание и закапывание всего куста или его отдельных частей).

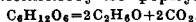
Болезни виноградной лозы можно разделить на три группы: 1) физиологические, 2) причиняемые растительными паразитами и 3) причиняемые вредителями животного мира. Первые вызываются неблагоприятными внешними условиями: жара, холодом, градом, недостатком освещения и доступа воздуха к корням и т. п. Под влиянием этих причин те или иные части куста повреждаются или заболевают (ожог, обмерзание, хлороз и т. д.). Гораздо опаснее для В. повреждения, причиняемые растительными и животными паразитами, борьба с которыми нередко носит длительный и упорный характер. Главнейшие грибные болезни винограда: милдью, антракноз, блек-рот, уайт-рот, церкоспоризм и корневая гниль. Грибки, вызывающие эти болезни, поражают органы растения, проникая в живую ткань, где они развиваются, потребляя вещества, необходимые для питания растений и отравляя ткани своими выделениями. Это влечет прекращение роста пораженных органов и разрушение их. Борьба с грибными паразитами основывается на защите куста составами, убивающими грибки в соответствующей стадии их развития (опрыскивание растворами и смесями, например бордосской жидкостью, опыливание серным цветом и т. п.). Борьба с насекомыми-паразитами—филлоксерой, микроскопич. клещиками, вызывающими акариоз и эриоз, листовертками (двулетная и гроздевая) и другими—основана на изучении биологии вредителя в связи с биологией повреждаемого растения. Средства борьбы разнообразны. Главное значение имеют предупредительные меры, а затем уже лечебные, сводящиеся к своевременному опрыскиванию и опыливанию растений разными хим. составами: мышьяковистыми препаратами (парижская и швейцбургская зелень), серной печенью, табач-

ным экстрактом и др. Что же касается филлоксеры, то меры лечения не дали положительных результатов, и центр внимания в вопросе об устранении этого паразита перенесен на технику размножения виноградной лозы (прививка на америк. филлоксероустойчивых подвоях) и на получение новых сортов лоз путем гибридизации.

Лит.: Кичинов Н. И., Культура винограда, Л., 1924; Фокенс Г., Полный курс виноградарства, перевод французского СИБ, 1904; Миллер В. П., Руководство по виноградарству, Одесса, 1907; Потебня А. А. и Скоробишевский В. Я., Руководство по виноградарству, СИБ, 1906; Кипен А. А., Прививка и обрезка винограда, 2 издание, Одесса, 1906; Коржинский С. И., Ампелография Крыма, ч. 1 и 2, Петербург, 1910—12; Таиров В. Е., Библиограф. указатель книг, брошюр и журналов по виноградарству и виноделию, напечатанных с 1755 по 1890 г., СИБ, 1891; Иришан Я. И., Материалы по вредителям и болезням винограда и по искусственному опылению его, Тифлис, 1923; Могилянский Н. К., Главнейшие грибные болезни и вредители виногр. лозы и современ. методы борьбы с ними, М.—Л., 1926; B a b o A. and Mach E., Handbuch des Weinbaues und der Kellerwirtschaft, 4 Aufl., В. 1—2, В. 1821—24; Уилла Г. Е. и Вермортел В., Traité général de viticulture, Ampélographie, t. 1—4, P., 1903—09; D u m e t i e A., Der Weinbau mit Amerikanerreben, Freiburg, 1922. П. Шмтт.

**ВИНОГРАДНАЯ ЧЕРНЬ**, краска, для приготовления которой исходным материалом служат дрожжи, получающиеся в большом количестве в виноделии. Для этой цели отстоявшиеся и отделенные от жидкости дрожжи подвергают сухой перегонке, которую производят в железных тиглях с крышкой и отверстием или отводной трубкой для выхода газа и пара. Нагревание производят в муфельных печах; нагрев прекращают, когда пар перестает выделяться; тигли охлаждаются в закрытой печи. Образовавшийся уголь освобождают от золыных веществ, промывая сначала слабой соляной кислотой, а затем водой, после чего просеивают и размалывают. В результате получается весьма мелкий продукт хорошего черного цвета, идущий для приготовления типографской туши, красок для живописи и хороших сортов малярных красок.

**ВИНОГРАДНЫЙ САХАР**, см. Глюкоза.  
**ВИНОДЕЛИЕ**, производство алкогольных напитков сбраживанием сахаристого виноградного, плодового или ягодного сока; получаемый продукт называется виноградным, плодовым или ягодным вином. Получение вина из виноградного суста или из сока плодов и ягод имеет в основании сложный биохимический процесс, протекающий в соке (сусле) главн. образом под влиянием дрожжей или выделяемых ими энзимов (ферментов). При этом содержащийся в сусле виноградный или другой сахар распадается на спирт и углекислоту по формуле:



Наряду с этим в вине образуется небольшое количество побочных продуктов брожения: глицерина, янтарной кислоты, альдегидов, высших спиртов, сложных эфиров и др., которые придают вину типичный винный запах и характерный аромат (букет).

Качество виноградного вина зависит от сорта винограда, природных условий его произрастания, степени зрелости ягод, расы дрожжей, температурных условий брожения, техники В., возраста вина и других причин. Все перечисленные условия подробно

изучены, и техника виноградарства и виноделия достигла высокого совершенства.

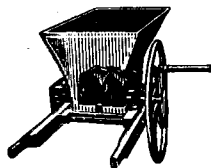
Состав виноградного сока различен в зависимости от сорта и от условий произрастания лозы. Представление о составе его дает приводимая таблица (по Пакотте).

Состав виноградного сока.

Содержание в %	Сорта винограда			
	Гаме	Пино	Шардонне	Фаль-Бланш
Воды . . . . .	75,98	75,31	73,98	78,93
Сахара . . . . .	18,25	19,55	19,66	16,95
Винного камня . . . . .	0,66	0,67	0,69	0,35
Свободной к-ты (винной, яблочн. и др.)	0,46	0,23	0,31	0,61
Азотистых веществ . . . . .	0,34	0,46	0,47	0,09
Минер. веществ . . . . .	0,07	0,06	0,11	0,05
Клетчатки . . . . .	0,45	0,36	0,47	0,28
Неисслед. остатков	3,79	3,36	4,31	2,74
Удельный вес сока . . . . .	1,067	1,092	1,094	1,077

Кожица винограда содержит дубильные вещества, а у красных, синих и черных сортов и кращее вещество (энин), растворимое в водно-спиртовых растворах. Зерна ягод богаты дубильными веществами и содержат жирное масло. Гребни (веточки) также содержат дубильные вещества и много свободных кислот.

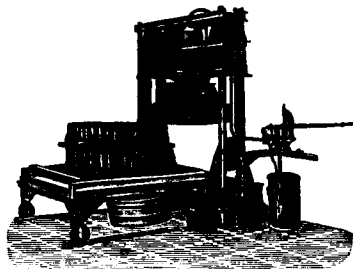
Техника В. Сбор винограда производится в период совершенной зрелости плодов (благоприятная зрелость), т. е. когда процесс возрастания количества сахара в соке плодов достигает максимума при непрерывном уменьшении количества свободных к-т. Этот момент устанавливают периодическими пробными определениями сахара в сусле мустомерами (систем Бабо, Кинденбах, Эскле) или исследованиями сусла поляризационным аппаратом. Кисти винограда срезают и складывают в корзины или легкую деревянную посуду, затем перекладывают в чаны, в которых и отправляют из виноградника на винодельню. Здесь ягоды винограда отделяют от гребней и раздавливают на специальных виноградных мельницах (фиг. 1).



Фиг. 1.

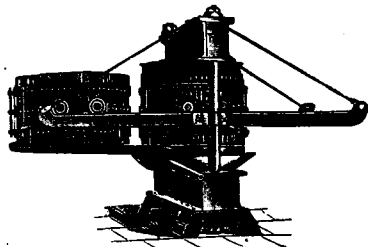
На мельнице гроздь проходит между двумя бороздчатыми валами, расположенными так, чтобы гребни и семена не раздавливались. В противном случае раздавленные гребни и семена повысили бы в сусле содержание танина и свои свободные кислоты. Кроме виноградных мельниц применяются также терки или особые машины—эграппуары (металлические цилиндры с проходящим внутри вращающимся валом, снабженным лопаточками для отбивания ягод). В мелких хозяйствах эту работу производят путем протирания ягод руками через особые решета или раздавливания их ногами или деревянными толкачами. После раздавливания ягод, сильным сжатием мезги посредством прессы из

них выделяют сок (сусло); при этом применяются как примитивные деревянные тиски, так и винтовые, рычажные и гидравлические прессы (фиг. 2 и 3). На фиг. 3 изображен двойной пресс, удобный в работе, имеющий особое приспособление для ускорения



Фиг. 2.

нагрузки мезги в пресс. Прессование производится с постепенным усилением сжатия. Свободно стекающий сок (самотек) дает лучшее вино, т. к. при умеренном сжатии сначала раздавливаются главные образом зрелые ягоды и только при более сильном сжатии раздавливанию подвергаются менее зрелые ягоды и частью семена, отчего сок становится кислее и обогащается дубильными веществами. Обычно из 100 частей по весу виноградных гроздей получается 60—80 частей сусла. В выжимках винограда остаются еще



Фиг. 3.

ценные составные части, которые извлекают, смешивая выжимки с водой и подвергая их вторичному выжиманию. Вино из выжимок носит название «петю». Выжатое сусло сливают в чаны для отстаивания в течение суток от суслообразующих частиц и случайно попавших обрывков ягод. После этого сусло переливают в бочки для брожения. Бочки д. б. средней или небольшой емкости, так как в больших бочках при брожении температура значительно возрастает и затрудняет этот процесс.

Забраживание сусла обычно происходит самопроизвольно, от находящегося на кожеце ягод дрожжей *Saccharomyces ellipsoideus*, *Sacch. validus* или *Sacch. pasteurianus*. В культурных винодельческих хозяйствах брожение вызывают прибавкой чистых рас дрожжей (*Saccharomyces*), смотря по сорту винограда. Кроме того чистые культуры

дрожжей применяют при приготовлении шпичных вин, для дображивания не вполне сброженного вина и для лечения больных вин. В сусле дрожжевые клетки растут и размножаются почкованием, а источником энергии для их жизнедеятельности служит сахар сусла. При восстановлении и расщеплении сахара на этиловый спирт и углекислоту освобождается тепловая энергия, которая способствует росту и размножению дрожжевых клеток. Разные расы дрожжей отличаются разной интенсивностью сбраживания и различной способностью оказывать влияние на букет вина; последний определяется чисто субъективными путем и представляет сочетание вкусовых и обонятельных ощущений. Предельные  $t^{\circ}$  почкования дрожжевых клеток 6—40°, оптимум 27—30°, при 60—70° дрожжи погибают. Лучшая  $t^{\circ}$  брожения белых вин 15°, красных—25—26°. Для ускорения брожения и его равномерности усиливают доступ воздуха вздуванием его в сусле или помешиванием последнего.

В брожении различают период бурного брожения, протекающий в первые 2—3 недели, и период тихого брожения, продолжающийся от 2 до 6 месяцев, после чего получается молодое вино. Для получения красных вин красные и черные сорта винограда сбраживают в состоянии мезги вместе с кожицей. Получающийся при брожении алкоголь растворяет эфир и окрашивает вино. Всплывающая при этом брожении на поверхность сусла мезга («шапка») по несколько раз в сутки погружают обратно в жидкость, иначе под влиянием микробов, попавших на «шапку» и развившихся там, сусло может закиснуть. По окончании бурного брожения, когда дрожжи оседают и перебродившее сусло несколько просветлеет, его сливают с осадка в заранее подготовленные бочки, где происходит медленное дображивание (тихое брожение); по окончании его, когда израсходованы белковые вещества сусла, происходит выделение виннокалиевой соли (винного камня) и начинают выявляться букет вина. С этого времени вино хранят в специальных подвалах до его полного созревания и периодически переливают (или, правильнее, спускают с осадка) из одной бочки в другую, тщательно вычищенную. Бочки держат всегда полными во избежание скисания вина, т. е. образования уксусной к-ты; т. к. со временем происходит «усышка» вина от испарения воды через стенки бочки, их доливают. Благодаря переливке вино постепенно освобождается от винного камня и белковых веществ, переходящих в нерастворимое состояние и оседающих на дно, обогащается алкоголем и приобретает букет зрелых вин (букет старости). С наступлением этого периода вино переливают в бутылки, которые сохраняют в подвале в лежачем положении.

Вина, бедные алкоголем, и жидкие плохо переносят долгое хранение. Красные вина в общем хранятся хуже. Иногда осадки в вине выпадают в форме крайне мелких частичек, которые остаются в вине, образуя муть. В этом случае применяют оклейку вина, т. е. прибавляют к вину белковые вещества, напр. раствор желатин, рыбьего

клея, яичного белка, молока и т. д. Белковые вещества, соединясь с дубильными веществами, содержащимися в вине или искусственно внесенными в него (напр. раствор танина), образуют нерастворимые соединения и оседают на дно бочки, захватывая и все взвешенные частицы муты. Для ускорения зрелости (старости) вина применяют замораживание, озонацию и электризацию, которые способствуют окислению определенных составных частей вина.

Для слабления вина и придания им определенного типа применяют смешивание разных сортов вин в разных соотношениях. Эта операция получила название купажирования, а полученная смесь — купажа. Кроме купажирования в В. применяются: 1) шпичализация — нейтрализация избыточной кислотности сусла углекислой известью, обычно вместе с добавлением к нему сахара; 2) *галлизация* (см.) — добавление сахара к суслу из незрелого винограда и разбавление сусла водой для уменьшения кислотности; 3) прибавление глицерина к кислым винам с целью замаскировать кислоту, сделав вино более «полным» и вкусным; 4) *алкоголизация* — подсахаривание сусла до 20% и выше и внесение в него до начала брожения до 10% спирта; эта операция ускоряет выдержку вина и делает его светлым, прочным и сладким.

Классификация вин на типы производится по содержанию в вине а) сахара, б) спирта и в) угольной кислоты. а) По содержанию сахара различают вина сухие, если после брожения содержание сахара не превышает 0,5%; по мере увеличения процента сахара, вина называют полусухими, полусладкими, сладкими и ликерными. Сухие и отчасти полусухие вина составляют группу столовых вин, остальные же относятся к десертным. б) По содержанию спирта вина разделяются на крепкие и легкие, или слабые. Легкими столовыми винами называют вина, содержащие от 7 до 11% спирта; крепкие столовые — от 13 до 14% спирта, десертные от 14 до 16% (некоторые виды хереса, мадеры, марсалы); особо крепкие вина содержат от 20 до 25% спирта. Для получения крепких сладких вин (портвейн, мадера, малага, мускаты и др.) не ограничиваются известными сортами виноградной лозы, но прибегают и к искусственным мерам: дольше оставляют виноград на кустах, чтобы вызвать перезревание его и привядание ягод, или же скручивают грозди на кусте, чтобы затруднить доступ воды к ягодам. Повышение процента сахара в ягодах увеличивает крепость вина; в случае, если сахар, содержащийся в ягодах, не сбраживается сполна, он делает вино сладким, т. к. дрожжи могут сбродить около 28% сахара, образовав из него около 14% спирта. Повышают крепость сладких и крепких вин путем добавления в вино ректификованного винного спирта. Для увеличения процента сахара в малосахаристых винах прибавляют сгущенное вывариваемое, а иногда вымораживаемое, сусло (бекмес). Однако применение бекмеса понижает качество вина, сообщая ему привкус «вареного», почему бекмес применяется только для

получения некоторых тяжелых вин (малага, марсала). в) Вина, содержащие свободную углекислоту, выделяющуюся пузырьками, называют игристыми. Игристые вина, получающиеся брожением сусле в закрытом сосуде, называются натуральными игристыми винами, или шампанским. Вино, искусственно насыщенное углекислотой, называют игристым или газированным вином, или искусственным шампанским. Игристые вина бывают сухие, полусухие и сладкие.

Техника В. отличается крайней сложностью и тонкостью, почему важнейшим условием рационального В. является соблюдение чрезвычайной чистоты в процессах работы, чистоты одежды, помещений (подвалов, виноделен), посуды и прочего инвентаря, т. к. сусле и вино—отличные субстраты для развития микроорганизмов, которые могут изменить качество вина и даже сделать его негодным к употреблению. Для дезинфекции периодически окуривают серой помещения, деревянную посуду, тщательно моют и пропаривают бочки и т. д.

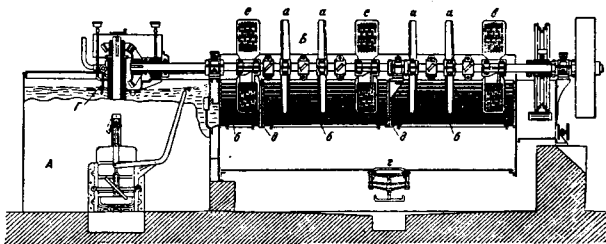
Болезни вин. Из главнейших болезней вин можно назвать: 1) уксусное окисление (уксусное брожение) вин, бедных алкоголем, при свободном доступе воздуха и высокой  $t^{\circ}$  хранения; 2) ожирение (ослизиение) вин, бедных дубильными веществами (превращение микроорганизмов, развивающихся в растворе сахара, в слизь); 3) молочное окисление, вызываемое бактериями молочного брожения, расщепляющими сахар с образованием молочной кислоты, переходящей затем в масляную; 4) виннокислое брожение, при котором из вина исчезают и алкоголь и кислота, вино становится темным, невкусным и приобретает неприятный запах; и 5) горьковатость вина. Лечение вин выражается главным образом в окуривании их серой, *пастеризации* и *оклейке* (см.).

Лит.: Дьянов Л. М., Основы виноделия, П., 1923; Лаброд Ж., Курс виноделия, СПб, 1911; Кичунов Н. И., Культура винограда, Л., 1924; Мангуби И., Руководство для виноделов. Практ. виноделие, М., 1895; его же, Погрешное хозяйство, СПб, 1896; Простосердов Н. Н., Алкогольное брожение в связи с другими энзимными процессами в дрожжевой клетке, СПб, 1910; Саломон А. Е., Основы виноделия, 2 изд., Одесса, 1898; Ховренко М. А., Общее виноделие, М., 1909; его же, Частиное виноделие, ч. 1, М., 1917; Могилянский Н. К., Виноделие и погрешное хозяйство, ч. 4, Основы виноделия, Одесса, 1924; Щербак М. Ф., Основы виноделия, Одесса, 1924; Щербак М. Ф. А., Начальные основы виноделия, Москва, 1926; Vabo A. u. Mach E., Handbuch d. Weinbaues und der Kellerwirtschaft, B. 2—Kellerwirtschaft, 5 Auflage, B., 1922; Barth M., Die Kellerbehandlung d. Traubeneiche, Stuttgart, 1919; Günther A., Der Wein, Lpz., 1918; Heide C. and Jakob F., Fruchtsäure Übungen in d. Weinchemie u. Kellerwirtschaft, Stuttgart, 1911; Fresenius Th. W., Anleitung zur chemischen Analyse des Weines, 3 Auflage, Wiesbaden, 1922; Meissner R., Mikroskopische Bilder d. Mostes und Weines, 3 Aufl., Stuttgart, 1923; Piaz A., Die Weinbereitung und Kellerwirtschaft, 5 Auflage, Wien, 1909; Wortmann J., Die wissenschaftlichen Grundlagen der Weinbereitung und Kellerwirtschaft, Berlin, 1905.

П. ШИТТ.

**ВИНОКУРЕНИЕ**, производство спирта, основывается на спиртовом брожении гексоз  $C_6H_{12}O_6$ , вызываемом различ. видами дрожжей (см. Брожение). Главным сырьем для производства спирта в СССР служат крахмалистые материалы (припасы): картофель (*Solanum tuberosum* L.)—в центральных и запад. губерниях, рожь (*Secale L.*)—в с.-в. губерниях и кукуруза (*Zea mays L.*) на Ю., а также содержащие крахмал отбросы крахмального производства—мегза, ямный крахмал. Кроме того применяются: сахаристые материалы—кормовая патока свекло-сахарных заводов (меласса) и свекловица (*Beta L.*) (последняя гл. обр. во Франции); материалы, содержащие инулин,—земляная груша (*Helianthus tuberosus L.*) и цикорий (*Cichorium L.*)—и другие растительные материалы, содержащие гексозы или полисахариды, способные давать гексозы при гидролизе,—клубни, плоды и ягоды, торф и древесина.

Так как крахмал картофеля и зерновых продуктов, обычно применяемых для В., не сбраживается дрожжами непосредственно (дрожжи не имеют энзимов, способных превращать крахмал в гексозы), то это превращение (осахаривание) необходимо произвести предварительно. Обычно оно производится посредством солода, т. е. пророщенного известным образом зерна, в котором

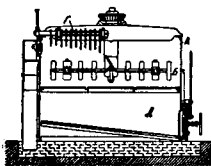


Фиг. 1.

при прорастании накапливается диастаз, способный переводить крахмал в растворимую форму и осахаривать его. Но чтобы осахаривание могло идти быстро и совершенно, необходимо предварительно перевести крахмал припаса в раствор или в состояние жидкого крахмала, что достигается запариванием припаса в железных котлах под давлением 3 atm.

Если применяется картофель, то работа начинается с его мытья в мойках для удаления земли, соломы, камней. Мойка (фиг. 1) представляет собой длинный ящик *Б*, кирпичный, цементированный, бетонный или железный, вдоль которого идет вал с косой поставленным овальными билами *а*. Снизу вал с билами окружен полуцилиндром, решеткой *б* из продольных железных прутьев. В один конец ящика поступает чистая вода, в другой—картофель. Получая толчки от бил, клубни картофеля трутся друг о друга, обмываются водой и, благодаря косому положению бил, передвигаются к другому концу мойки, откуда вычерпывается протырявленными черпаками *в*, укрепленными

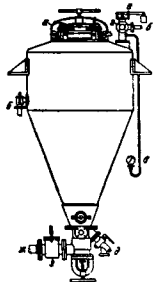
на том же валу, и выбрасываются ими на наклонный желоб. Грязная вода удаляется из другого конца мойки, сверху. Грязь проваливается через решетку и скопляется на дне ящика, которое имеет кончик. форму или наклон к одной стенке ящика. Через люк в этой стенке или в нижней части коническ. дна грязь, по ее накоплению, удаляется. Камни, вследствие своей относительно большой тяжести, остаются на решетке или проваливаются в углубления—карманы, устраиваемые под черпаками. Солома же и легкие примеси удаляются с поверхности воды, что особенно легко сделать, если была совсем погружена в воду. Часто мойка делится поперечными перегородками *д* на отделения. В этом случае чистая вода не смешивается с грязной, и картофель, перебрасываемый черпаками *е* из одного отделения в другое, встречает в каждом из них все более и более чистую воду. На фиг. 1 мойка соединена с предварит. мойкой *А*, имеющей форму



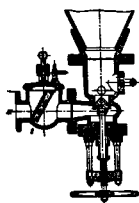
Фиг. 1а.

цилиндра, внутри которого вращается вертикальный вал с мешалками *Б* (фиг. 1а); *Г*—трабли для захватывания соломы; *Д*—наклонное дно для спуска грязи.

Вымытый картофель поднимается элеватором кверху и высыпается в парник Генце, наз. просто «генц». Парник представляет собою железный вертикальный котел конич. формы (фиг. 2). Иногда он делается вверху цилиндрическим, приблизительно на  $\frac{1}{4}$  высоты. Парник имеет люк для загрузки *а*, паровые трубы, приводящие пар в верхнюю и нижнюю часть парника *б*, манометр *в*, воздушный кран *г* наверху и кран *д* внизу для спуска конденсацион-



Фиг.



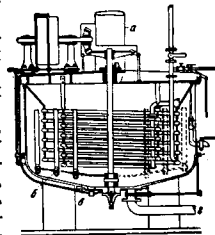
Фиг. 2а.

ной воды, предохранительный клапан *е* и выдвинутую трубу *ж*, в расширение которой вставлена решетка *з* (фиг. 2а). Для расширения зерна применяются такие же парники, но с мешалками внутри, или цилиндрич. горизонтальные котлы, тоже с мешалками.

Смотря по характеру припаса, запаривание ведут различно: с прибавкой воды (для зерна) или без нее (для картофеля) и более или менее долгое время. Для картофеля запаривание ведут ок. 1 часа при давлении в 3 атм [более высокого давления следует из-

бегать, так как при нем сахар начинает разлагаться (карамелизоваться), превращаясь в горькие продукты— карамель]. Под действием высокого давления в присутствии воды крахмал картофеля превращается в клейстер и отчасти растворяется, а клетки картофельной ткани, вследствие растворения межклеточного вещества, раздвигаются. По окончании запаривания открывают вентиль выдувной трубы и выдувают давлением пара сваренную массу в заторный чан, причем она измельчается, продавливаясь через узкие отверстия решетки. Как только картофель, находящийся внутри парника под высоким давлением, попадает в наружную атмосферу, его клетки разрываются, их содержимое освобождается и становится доступно действию диастаза.

Заторный чан предназначается для осахаривания сваренной массы, для чего последняя *д. б.* охлаждена до  $t^\circ$ , наиболее благоприятной для действия диастаза (50—62°). С этой целью заторный чан (фиг. 3) снабжается эксгаустером *а*, охлаждающим змеевиком *б* и мешалкой *в*. Предварительно в заторный чан задается дробленый зеленый солод (в количестве около 4%) и мешалкой размешивается с водой в солодовое молоко. Выдуваемая масса падает в заторный чан из конца выдувной трубы в виде струи брызг. Этот конец заключен в высокую вытяжку. трубу (эксгаустер), по которой кверху устремляется, в силу эластичной тяги, ток воздуха, слегка охлаждающий выдуваемую массу. Дальнейшее охлаждение до 50—62° производится змеевиком, по которому течет холодная вода, при постоянном размешивании массы мешалкой. Крахмал под действием диастаза переходит в декстрин и мальтозу, причем осахаривание никогда не доходит до конца, потому что эта реакция обратная. Химическое равновесие наступает тогда, когда в мальтозу перейдет около 80% всего крахмала, последние 20% остаются в форме несбраживаемого декстрина. Вследствии при брожении, по мере того как мальтоза исчезает, превращаясь под действием дрожжей в спирт, равновесие нарушается, и из декстрина образуются новые количества мальтозы, если в жидкости сохранился диастаз. Поэтому при осахаривании избегают перегрева жидкости выше указанной  $t^\circ$ , чтобы не разрушить диастаза. По окончании осахаривания, которое определяется модной пробой (отсутствии синего окрашивания), жидкость охлаждают до 20°, прибавляют дрожжи и спускают бражку через спускную трубу *е* в квасильный (бродительный) чан, обычно деревянный, открытый, где бражка бродит в течение 2—3 суток. Для полноты сбраживания и устранения посторонних брожений применяют чистые культуры дрожжей специальных рас (см.



Фиг. 3.

Дрожжи), которые предварительно разводятся в условиях усиленного азотистого питания и в кислой среде (для устранения вредных микроорганизмов). Для создания последней дрожжевое сусло заквашивают, оставляя его на сутки при  $t^{\circ}$  50—55°. При этом в нем размножаются молочнокислые бактерии, дающие молочную к-ту.

Молочнокислое брожение прекращают нагреванием сусла, когда кислотность его достигнет 1,5—2° по Дельбрюку (1 градус Дельбрюка соответствует одному см<sup>3</sup> нормального раствора едкого натра, употребленному для нейтрализации 20 см<sup>3</sup> профильтрованного сусла). Иногда вместо заквашивания просто прибавляют соответственное количество серной к-ты, которая вытесняет органические к-ты из их солей, находящихся в бражке. Заданные дрожжи тотчас же начинают размножаться; размножение, смотря по  $t^{\circ}$  бражки, идет б. или м. быстро, продолжаясь около 10—12 ч.

За этим первым периодом, в течение которого жидкость остается сравнительно спокойной, наступает период бурного брожения. Жидкость сильно бурлит и пенится вследствие обильного выделения углекислоты и при этом нагревается. При температуре выше 25—27° жизненная энергия дрожжей ослабевает. Поэтому при повышении  $t^{\circ}$  выше указанного предела бражку охлаждают, вводя внутрь чана подвижные холодильники в виде различно изогнутых труб, по которым пропускается холодная вода. Далее жидкость опять успокаивается, и наступает период медленного брожения, или дображивания, при котором декстрины под действием диастаза постепенно переходят в сахар и сбраживаются. Углекислота, выделяясь прямо в воздух помещения, уносит с собой значительное количество спирта, особенно в период поднятия  $t^{\circ}$  бражки. Для устранения этой потери квасильные чаны накрывают крышками, пропускающими углекислоту только через промывной прибор, находящийся в центре крышки и наполненный водой. Спирт остается в воде, и этот спиртовой раствор спускается потом в бражку. Благодаря этому выход спирта увеличивается на 2—4%.

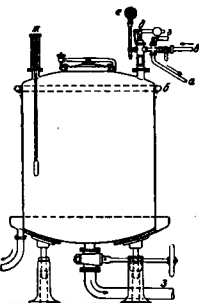
В З. Европе применяют также закрытые железные вертикальные или горизонтальные бродильные чаны, снабженные промывками для углекислоты. В этом случае не только устраняется потеря спирта, но и получается возможность утилизировать углекислоту, нагревая ее после достаточного охлаждения в стальные баллоны. По окончании брожения готовая бражка спускается или перекачивается в сборный чан, откуда направляется в перегонные аппараты для отгонки из нее спирта.

На фиг. 4 изображен вертикальный бродильный чан, в котором а — труба для отвода углекислоты, б — труба для охлаждения поверхности сусла орошением, в — труба, подводящая пар, г — воздушный кран, д — предохранительный клапан, е — манометр, жэ — термометр и з — спускная труба. На фиг. 5 изображен горизонтальный бродильный чан, в котором: а — люк для загрузки, б — охладительные трубы, в — смотровое сте-

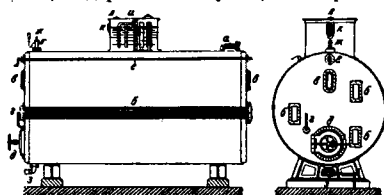
кло, г — термометр, д — люк, е — труба для поверхности орошения, жэ — манометр, предохранительный клапан и воздушный кран, з — спускная труба, и — «улавливатель спирта», к — смотровое стекло, л — отвод углекислоты.

Успешность брожения, т. е. выход спирта из единицы крахмала, зависит от целого ряда условий: концентрации бражки, чистоты и силы дрожжей,  $t^{\circ}$  заданных дрожжей,  $t^{\circ}$  брожения, продолжительности брожения, кислотности бражки и пр. Различают работу с двухсуточным и трехсуточным брожением. В первом случае бражки дают бродить двое, во втором — трое суток. При укорочении срока брожения часть находящегося в бражке неоклейстерованного крахмала (из солода) не успевает осахариться диастазом до конца и теряется. Зато суточная производительность завода повышается. Чтобы уменьшить потери при двухсуточном брожении, понижают концентрацию бражки (для трехсуточного брожения) с 21—20° до 20—19° Баллинга и повышают  $t^{\circ}$  заданных дрожжей градуса на 3, т. е. с 16—19° (при трехсуточном брожении) до 19—23°, что ускоряет размножение дрожжей в первой стадии. Однако при двухсуточном брожении выход спирта уменьшается сравнительно с трехсуточным на 2—3%.

При применении иных материалов вместо картофеля ход работ при винокурении несколько изменяется в зависимости от характера этих материалов. Так, при употреблении зернового хлеба в «генц» добавляется вода в таком количестве, чтобы затор имел плотность в 16—20° Баллинга. При В. из свекловичи отпадает операция осахаривания, так же как и при применении мелассы. Материалы, содержащие инулин, осахаривают



Фиг. 4.



Фиг. 5.

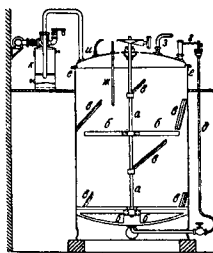
кипячением с 0,1—0,2% соляной или серной к-ты. При использовании на спирт древесных отбросов (опилки и т. д.) их подвергают обработке в автоклавах с сернистой кислотой (по Классену) или с серной кислотой (по Эвену и Томлинсону) под давлением 9—10 atm. При этом клетчатка переходит в глюкозу. Нейтрализовав кислоту мелом и отфильтровав жидкость от гипса и остатков

древесины, прибавляют к ней питательные соли и сбраживают специальными дрожжами. Осахаривание торфа производится простым кипячением с кислотами без применения давления. Так как при производстве клетчатки по сульфитному способу дерево варится под давлением с сернистой кислотой, то отбросные щелока этого производства всегда содержат глюкозу и могут также служить для производства спирта. Такое производство особенно распространено в Швеции, Америке и Германии. Спирт из дерева, торфа и сульфитных щелоков всегда содержит примесь метилового алкоголя и потому годен лишь для технического применения. В СССР из всех перечисленных материалов применяется только картофель, зерновые хлеба и меласса.

В настоящее время производство спирта осуществляется также и синтетич. путем из угля, извести и воды: сначала из угля и извести получается карбид кальция; при реакции с водой он дает ацетилен  $C_2H_2$ ; последний, при пропускании в разбавленный нагретый раствор серной к-ты в присутствии ртутных соединений, присоединяет воду и дает альдегид  $C_2H_4 + H_2O = C_2H_5O$ , который водородом восстанавливается спирт  $C_2H_5O + H_2 = C_2H_6O$ . На 1 т абсолютного спирта требуется 2 т карбида и 500 м<sup>3</sup> водорода. Т. к. для выработки 1 т карбида надо затратить 8 000 kWh и для получения 500 м<sup>3</sup> водорода еще 3 000 kWh, а в 1 т спирта содержится около 100 вл., то следовательно на 1 вл. спирта требуется 110 kWh. Ясно, что такое производство экономически возможно лишь там, где имеется очень дешевая электрич. энергия (не дороже 1 коп. за kWh), как например в Швейцарии. Действительно, в 1927 году Швейцарское электрическое общество получило от правительства концессию на 20 лет на производство спирта по этому способу. У нас такое производство пока невозможно.

Теоретически 1 кг крахмала дает 71,612 литр-процентов спирта, или 5,816 градусов\* (см. *Алкогазиметрия*). На практике получаются, вследствие ряда причин, потери спирта. Так, часть крахмала солода остается нерастворимой (не подвергается запариванию), часть сахара остается несброженной (недоброй), часть расходуется на посторонние брожения (маслянокислое, молочнокислое, уксусное и другие) и наконец часть спирта улетучивается вместе с углекислотой. Эти потери в значительной степени устраняются применением способа амило или способа чистого брожения (*Reinbährverfahren*), при которых выход спирта повышается до 93,7% теоретического. По способу амило осахаривание производят не солодом, а культурой плесневых грибов: *Amilomyces* β или культурой *Mucor Delimar*, вырабатывающих диастатическ. энзимы. Осахаривание и брожение ведут в одном и том же закрытом чане (фиг. 6), снабженном мешалкой (а и б—вал и крылья мешалки, в—неподвижные брусья) и арматурой: для продува-

ния воздуха (з—воздушный фильтр), нагревания (θ—паро- и воздухопровод), охлаждения (ε—перфорированная труба для орошения чана водой, εс—термометр), для загрузки культур плесени и дрожжей (з—штуцер для загрузки затворной массы, и—штуцер для ввода культур); чан соединен с сосудом г для промывания углекислоты. Распаренную массу выдувают в чан, охлаждают до температуры 35—40° при продувании стерильного воздуха, затем задают культуру плесени, а по окончании осахаривания— культуру дрожжей. Осахаривание при продувании воздуха и работе мешалки продолжается около 20 час. Мукоровые дрожжи (*Mucor Delimar*) производят также и сбраживание образовавшегося сахара, но так как они дают сравнительно слабое сбраживание, то по достижении осахаривания прибавляют настоящих дрожжей и поддерживают t° 30°. Весь процесс продолжается 5—6 суток. Благодаря стерильным условиям работы устраняются посторонние брожения, устраняется также потеря алкоголя промыванием углекислоты, отсутствует крахмал солода, обычно не успевающий осахариться. При способе чистого брожения осахаривание и сбраживание производят также в одном и том же железном чане, снабженном мешалкой и охлаждаемом до требуемой t° орошением его поверхности. Осахаривание производится солодовой вытяжкой, стерилизуемой прибавлением формалина. Эту вытяжку приготавливают, настаивая солод с водой в небольшом фильтционном чане, снабженном внутри вторым, дырчатым дном. Вытяжку сливают в особый чан и, прибавив к ней формалин, выпелоченную дробину спускают по жолобу в бродильный чан в тот момент, когда t° массы в нем понижается до 75°. При этой t° крахмал, оставшийся в дробине, клейстеризуется и быстро разжижается остатками диастаза, благодаря чему при последующем действии солодовой вытяжки он также надело осахаривается. Солодовую вытяжку прибавляют тогда, когда t° в чане понизится до 60°. Эту t° поддерживают до конца осахаривания, продолжающегося ок. 1 ч. Затем охлаждают дальше до 25° и задают дрожжи, обычно прессованные, предварительно обработанные разбавленной серной к-той для уничтожения бактерий. Далее брожение идет, как обычно, и заканчивается в течение трех суток, причем углекислота промывается водой, улавливающей спирт. Благодаря тому, что брожение ведется в стерильных условиях, солод и дрожжи применяются тоже стерилизованные и весь крахмал солода используется,—выходы получаются максимальные, при минимальных расходах солода и дрожжей. Способ амило применяется пока только к зерновым



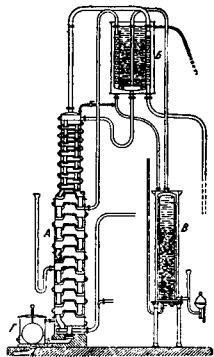
Фиг. 6.

Фиг. 6.

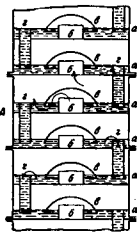
\* Литр-процент (л-%) = 0,01 л безводного спирта, градус = 0,01 вл. (весом 30 фн.).

материалам, гл. обр. к кукурузе; с картофелем он дает худшие результаты. Способ чистого брожения можно применять ко всяким крахмалистым материалам.

Из перебродившей бражки, приготовленной тем или иным способом, отгоняют спирт на медных колонных перегонных аппаратах. На фиг. 7 показан перегонный аппарат обычной системы с одной колонной А. Устройство колонны изображено на фиг. 7а. Она разделена поперечными перегородками, тарелками, а на ряд отделений (13 и более). Каждая тарелка имеет в середине отверстие с горловиной б, прикрытой сверху колпаком в, края которого не доходят до тарелки, а сбоку — сливную трубу г; верхний конец трубы немного выступает над тарелкой, а нижний опускается до следующей нижней тарелки. В нижнее отделение колонны пускают пар, который нагревает до кипения находящуюся здесь



Фиг. 7.



Фиг. 7а.

жидкость. Образующийся спиртоводяной пар поднимается кверху через средние отверстия тарелок, и так как прикрывающие колпаки погружены краями в находящуюся на тарелках жидкость, то пар из-под колпака должен пройти через эту жидкость. При этом он отчасти конденсируется и, нагревая жидкость, вызывает новое парообразование, — новый пар богаче спиртом. Таким образом, поднимаясь кверху, пар все более и более обогащается спиртом. По выходе из колонны он поступает в дефлегматоры В (фиг. 7), где немного охлаждается протекающей через эту часть аппарата из холодильника В водой и бардой, направляющейся через дефлегматор в колонну. При охлаждении конденсируется гл. обр. вода, и следовательно пар еще более обогащается спиртом. Сгустившаяся здесь часть, флегма, стекает в верхнюю часть колонны, пар же идет в холодильник, где сгущается в сырой спирт, и через контрольный снаряд, определяющий количество спирта, поступает в спиртовой подвал. Бражка, дойдя до нижнего отделения колонны, лишается спирта и в этом виде называется бардой. Барда из нижнего отделения колонны поступает в бардную регулятору Г, имеющий выпускное отверстие, закрываемое шарообразным поплавком. Когда в регуляторе есть барда, шар всплывает и дает ей возможность выйти

через отверстие. Когда она выйдет, отверстие закрывается шаром, и пар из колонны не может выйти вместе с бардой. Барда из аппарата поступает в бардную ларь и отсюда уже раздается скоту в корм. Бардьяные регуляторы часто снабжаются аппаратом Салерона для контроля барды на содержание спирта. В этом аппарате имеется охлаждаемый водой змеевик, через который проходят бардьяные пары. Здесь пары сгущаются в жидкость, которая идет в эпруветку с волчком, показывающим содержание спирта. Колонка, имеющая обыкновенно очень большую высоту, иногда разделяется для удобства на 2 части, устанавливаемые рядом. Существует много систем брагоперегонных аппаратов, отличающихся различными конструктивными особенностями деталей и особенно дефлегматоров. Дефлегматоры новейшей системы Вагенера (г. Кюстрин) и Гольцерна (г. Гримма в Саксонии) дают возможность получить из аппарата спирт большей крепости, чем обычно. Обыкновенно сырой спирт получается крепостью в 90°. Т. к. он содержит еще много воды и кроме того различные примеси, как искусный альдегид и высшие спирты (сивушное масло), то для питьевого и медицинского применения он обычно подвергается ректификации на особых ректификационных аппаратах, периодически действующих (Савали) или непрерывно (Барбе, Гильома и др.) (см. *Ректификация*). В сыром виде он идет для различных технических надобностей (освещение, нагревание и пр.), причем во избежание злоупотреблений денатурируется (см. *Денатурация*).

Производство спирта у нас до войны было широко развито, и Россия стояла по абсолютному количеству выработанного спирта на первом месте. В 1913/14 г. на 3 000, приблизительно, заводах было выкурено 139,5 млн. вл. 40%-ного спирта. Но по душевому потреблению Россия стояла на одном из последних мест, так как в среднем на одну душу приходилось 0,59 вл. (в 40°); ок. 10% выработанного спирта вывозилось за границу (1912 г.), главн. обр. в Турцию и Германию. В 1924/25 г. работало ок. 60 з-дов, в 1925/26 г. — 367 з-дов с выработкой 4 038 400 гл, а в 1926/27 году — 4 673 000 гл 40%-ного спирта. Торговля спиртом у нас монополизирована государством. Статистические данные о В. см. *Спирт*.

**Винокурение из патоки.** На многих сахарных з-дах в СССР практикуется В. из патоки. Главный продукт, идущий на переработку в спирт, — черная патока, или меласса, являющаяся отбросом свеклосахарного производства. Меласса представляет собой густую, довольно вязкую массу темно-коричневого или черного цвета, содержащую до 45—50% сахара. Химический состав мелассы: воды 19,8% (11—30%), минеральных веществ 9,7% (7—14%), сахара 47,1% (35—55%), азотистых и других органических веществ 25,6% (15—39%). При переработке мелассы следует отдавать предпочтение выдержанной мелассе.

Паточное В. складывается из следующих процессов: разбавление мелассы водой, нейтрализация ее кислотами, подогревание полученного раствора, приготовление дрожжей,



брожение сусле и перегонка бражки. Незабавленная меласса имеет 40—43° по Вё, что соответствует 75,2—81,4° по Вальдигу, или уд. в. 1,38417—1,42528. Сусло для брожения готовится с содержанием сахара 20—22%. Меласса содержит обычно значительное количество извести и имеет поэтому щелочную реакцию, а так как дрожжи не переносят щелочной среды, то полученный раствор приходится нейтрализовать кислотами. Наиболее действенное количество серной кислоты при сбраживании нормальных патов составляет 0,1%  $H_2SO_4$  (что соответствует приблизительно содержанию 0,3—0,4 см<sup>3</sup> нормального едкого натра на 20 см<sup>3</sup> затора). Определение нейтральности раствора производится при помощи лакмусовой бумажки. Существуют способы нейтрализации мелассы фосфорной кислотой и измельченным сухим торфом. Кипячение нейтрализованного раствора производится при помощи пара. Лучшие дрожжи для пачочных заторов готовят из сухого солода и ржаной муки; кроме того иногда при пачочном В. применяют дрожжи из зеленого солода и отрубей и пивные дрожжи, а также пивные дрожжи совместно с пшеничными отрубями и пачочные дрожжи. Наивысшая допускаемая при брожении темп-ра 23°—иначе происходят значительные потери в выходе спирта. Квасильные чаны для раствора строятся большей частью деревянные, вместимостью от 5 000 л и выше. Применяются также квасильные чаны из железа, с поверхностным водяным охлаждением. После сбраживания следует отгон спирта из бражки на перегонных аппаратах.

Отбросом пачочного В. является пачочная барда, представляющая собой малочистое кормовое вещество; но т. к. эта барда содержит до 14,47 г на кг окиси калия  $K_2O$ , то предпочитают перерабатывать ее путем выпаривания и сжигания на бардяной уголь или удобрительный тук. Содержание  $K_2O$  в угле, считая за свободный от углекислоты уголь, колеблется между 30 и 34%. Путем рафинирования угля добывают поташ. Барда, как удобрительный тук, содержит в 1 000 л 4 кг N и 15 кг  $K_2O$ .

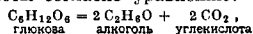
**Н. Ранний.**

**Винокурение из торфа.** Процесс получения винного спирта из торфа сводится главным образом к осахариванию торфа, т. е. к превращению содержащихся в нем целлюлозы и других полисахаридов в сбраживаемые сахара и к сбраживанию последних на спирт. К промежуточным операциям относятся фильтрация и нейтрализация полученных после осахаривания кислых сахаристых растворов и отгонка спирта из перебродившей бражки. Известны опыты по получению спирта из торфа Фейлитцена (1898 г.), Мозера (1918—1922 гг.), Философова (1921—1923 гг.) и др. Фейлитцен, действием слабых минеральных кислот на сфагновый торф в автоклаве при 130° и соответствующем давлении (около 3 атм), получал сахаристые растворы, подвергавшиеся после этого сбраживанию пивными дрожжами, причем на 100 кг воздушно-сухого торфа было получено около 5 кг 100%-ного винного спирта. Проф. А. Мозер (Москва) получал наилучшие выходы сахара обработкой торфа  $\frac{7}{10}$  N соляную или

$\frac{7}{10}$  N серною кислотами, которых на каждый 2 горфа прибавлялось 15 см<sup>3</sup>; вся масса подвергалась варке в продолжение 5—6 часов при 100°. Наилучшие выходы сахара дали молодые сфагновые и осоковые торфа. Осахаривание их составляло 34,1 и 34,3% веса сухого вещества торфа. Проверив свои опыты в полузаводском масштабе, проф. А. Мозер получил выход спирта в 4,9 кг на 100 кг безводного торфа или 50 л 90° спирта на 1 000 кг воздушно-сухого торфа. Кроме того из 1 000 кг торфа можно получить не менее 450 кг неразложившегося органического остатка в виде сухих брикетов (4 400 Cal). Себестоимость 1 л спирта из торфа, считая по ценам 1914 года, проф. Мозер определил приблизительно в 14 р. 60 к. против 17 р. за 1 л спирта из картофеля. С усовершенствованием техники производства имеется возможность достижения выходов до 90 л спирта на 1 000 кг безводного торфа. Несмотря на благоприятные опытные данные как в СССР, так и в Западной Европе, В. из торфа дальше опытов не пошло и в промышленном масштабе нигде до сих пор не производилось.

**Н. Успенский.**

**Выход спирта.** Теоретически из 100 г глюкозы получается 51,11 г алкоголя и 48,89 г углекислоты согласно уравнению:



но на практике выход этилового алкоголя при В. значительно ниже, благодаря получению побочных продуктов, понижающих этот выход. На практике расчет приходится производить из сырья, а не из промежуточных продуктов, каким например является глюкоза, и поэтому для расчета необходимо знать %ное содержание крахмала в том или ином продукте, употребляемом для В. Теоретически из 1 кг крахмала получается 71,612 л-% спирта, но надо считать большим успехом при среднем оборудовании завода получение из 1 кг крахмала 60 л-%. Разница между теоретическим и практическим выходом спирта должна быть отнесена к неизбежным потерям при производстве. Эти потери обуславливаются оставшимся без изменения крахмалом, неполнотой сбраживания сусле, испарением спирта и дефектами оборудования. В исключительных случаях удается повысить в заводском производстве получение выхода спирта до 66,5 л-%, т. е. до 93,7% теоретического выхода. Исходя из расчета выхода спирта из крахмала, можно легко составить рабочую калькуляцию и план снабжения предприятия сырьем.

Приведенные расчеты относятся ко всем крахмалистым материалам, как то: картофелю, зерновым хлебам (ячмень, пшеница, рожь), кукурузе и т. д. Уд. вес безводного спирта при 15° = 0,7942. Для определения спиртового раствора (например в водках) в СССР принят ареометр Траллеса, показывающий объемные % спирта, хотя есть ареометры, дающие определения и в весовых % спирта (см. *Ареометрия*). В сыром спирте содержатся: вышние спирты—от 0,1 до 0,4%, объединяемые под общим именем сивушного масла, глицерин—в картофельном и хлебном заторе от 1,6 до 4,3% и при брожении виноградного сока от 2,5 до 14%,—и к-ты,

из к-рых главные — углекислота (см. химич. уравнение) и янтарная кислота. По Пастеру, на 100 ч. сахара при брожении получается от 0,5 до 0,7% глицерина.

При В. из патоки выход спирта на практике дает на 100 кг патоки 26—30 л безводного спирта, т. к. патока содержит в среднем до 48% сахара, способного к брожению. Расчет по производству синтетич. спирта в виду отсутствия в печати точных данных дается приближительный. Известно, что в Германии за время войны 1914—18 гг. было добыто синтетич. спирта 39 тыс. т, причем 200 кг кальция и 60 м<sup>3</sup> водорода давали 1 м 40%-ного спирта. Для настоящего времени синтетич. получение спирта является дорогим способом и применимо лишь при утилизации дешевой энергии воды, т. к. каменного угля на 12 л 40%-ного спирта идет 32 кг. При расчете выхода спирта из древесных опилок по способу Эвена и Томлинсона (США) в Швеции, Норвегии и Канаде считают, что 100 кг сухого вещества опилок дают 8,5 л спирта. Некоторые американские заводы перерабатывают свыше 200 т опилок в сутки. По способу Вильштетера из 100 кг сухого вещества дерева лабораторно получают до 35 л спирта. При расчете получения спирта из сульфитных щелоков, представляющих собой отбросы бумажной и целлюлозной промышленности, считают, что при концентрации раствора в 8—9° по Баллингу, при содержании 1—2% сахара и соответствующей обработке из 100 л щелока можно получить 0,8 л спирта. Переработка сульфитных щелоков распространена в Швеции, Норвегии и Германии.

Лит.: Л ю б а в и н Н. Н., Техн. химия, т. 7, Винокурение, М., 1926; Ф у к с А. А., Краткое руководство к контролю и учету винокур. производства и анализа спирта, М.—Л., 1926; Л я д и н Л. М., Краткое руководство по винокурению, П., 1922; I Всесоюзное совещание по винокур. промышленности, М., 1923; М е р к е р-Д е л ь б р у к М., Винокурение, производство, Тверь, 1907; Г р и н е в и ч К. Л., Рыбко-к винокурению, СПб., 1912; М о з е р А., К вопросу о получении винного спирта из торфа, «Работы Торфяной академии», Хим.-техн. секция, М., 1921, вып. 1; Ф и л о с о ф о в М. С., Винокурение из торфа, Киев, 1924; С а д и к о в В. С., К вопросу о получении винного спирта из торфа, «Труды Росс. инст. прикл. химии», М., 1925, в. 3; W a g n e r A., Die Spiritusfabrikation u. ihre Nebenprodukte, Braunschweig, 1923; L e h d e r E., Die Technologie d. Spiritusindustrie, Braunschweig, 1920; R e d e n b a c h e t W., Die Warmerwirtschaft in d. Brennerei, Stuttgart, 1926; Kalender für d. landwirtschaftlichen Gewerbe, B., 1926; D e l b r u c k M., Brennerei-Lexikon, B., 1915; Annuaire statistique, t. 42, P., 1927. Н. Р а н ц и ц к и й.

**Техника безопасности.** Общую опасность в В. представляют аппараты Генце, работающие под давлением пара в 3 атм (избыт.). При ненадлежащем уходе и небрежном ремонте они дают взрывы с тяжелыми последствиями для окружающих. Согласно правилам Наркомтруда СССР аппараты Генце подлежат периодическому освидетельствованию технической инспекцией труда.

**ВИНСЕНИТ** (Vincenite), жидкая смесь, применявшаяся в войну 1914—18 гг. Францией и Англией для химич. поражения. Действующая составная часть В.—синильная кислота HCN (см. *Боевые отравляющие вещества*); др. компоненты (хлористый мышьяк, AsCl<sub>3</sub>, хлорное олово, SnCl<sub>4</sub>, и хлороформ, CHCl<sub>3</sub>) вводились для утяжеления паров, замедления испарения, а также в качестве

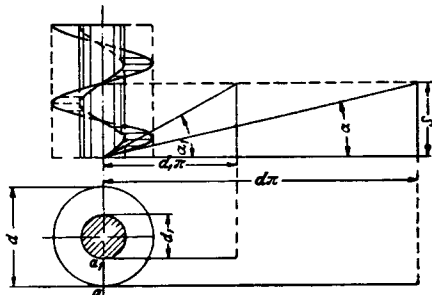
дымообразователей. Различные варианты состава винсенита (в % по весу) следующие:

	I	II	III
HCN . . . . .	50	55	48—55
AsCl <sub>3</sub> . . . . .	30	20	54—46
SnCl <sub>4</sub> . . . . .	15	—	—
CHCl <sub>3</sub> . . . . .	5	25	—

В. применялся в артиллерийских хим. снарядах и минах; предполагался к применению в химич. авиабомбах. Начало применения—1/VII 1916 г., в боях под Соммой. За время войны Францией было изготовлено более 4 000 т В. Боевая ценность его оказалась невысокой.

Лит.: см. *Боевые отравляющие вещества*.

**ВИНТ**, цилиндрич. тело, на поверхности которого имеется *нарезка* (см.) по *винтовой линии* (см.). При угле подъема винтовой линии  $\alpha$  и радиусе цилиндра  $a$  шаг винта  $S = 2\pi a \operatorname{tg} \alpha$  (фиг. 1). В зависимости от назначения В. бывают: а) скрепляющие,

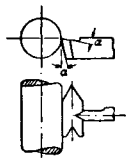


Фиг. 1.

служащие для соединения отдельных частей; к этой группе относятся болты (см. *Болтовое производство*), шпильки, шурупы; б) передаточные, имеющие своим назначением преобразование и передачу движения, например вращательного в поступательное; сюда же следует отнести грузовые В., служащие для получения больших усилий, например в домкратах, прессах и пр.; в) установочные для установки в определенном положении машинных частей (золотников, супортов и пр.); г) измерительные, т. н. точные В. для микрометров и прочих измерительных инструментов. Для скрепляющих В. преимущественно применяется нарезка, имеющая сечением равносторонний треугольник, так как натяжение В. вызывает в ней большее трение, чем в других нарезках, и следовательно для гайки имеется меньше возможностей для самопроизвольного отвинчивания; в передаточных винтах, где наоборот трение между винтом и гайкой является вредным, употребляются нарезки прямоугольные, трапецевидные и полукруглые. Кроме того поверхность срезающих резьбы при одной и той же высоте гайки у треугольной резьбы почти в два раза больше, чем у прямоугольной. В., имеющие несколько винтовых нарезок, расположенных на разных расстояниях, или многоходовые винты, применяют в тех случаях, когда, по конструктивным расчетам, шаг получается очень большим по

сравнению с наружным диаметром. В скрепляющих винтах соотношения между внешним диаметром  $d$ , внутренним диаметром  $d_1$ , шагом нарезки  $S$ , глубиной ее, равно как и углы профиля, выполняются по утвержденным нормам (см. *Нарезка*).

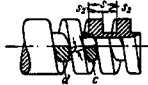
Для достижения правильной взаимной связи В. и гайки необходимо, чтобы боковые поверхности нарезки В. и гайки прилегали одна к другой плотно, без зазоров, так как рабочими поверхностями нарезки являются боковые поверхности ее. Чтобы этого положения надежнее достигнуть, в большинстве систем нормальной резьбы допущен некоторый зазор между В. и гайкой по их наружному и внутреннему диаметрам, т. е. введена так наз. притупленная резьба; наибольший диаметр нормальной резьбы у гайки несколько более наружного диаметра В., а внутренний диам. В. (стержня) меньше, чем наименьший диам. резьбы у гайки; так обр. винт держится в гайке не по наружному или внутреннему диам., а исключительно боковыми поверхностями резьбы. Чтобы установить, правильно ли нарезаны боковые поверхности и осуществляется ли взаимное прилегание их, необходимо производить измерение по так наз. среднему диаметру  $d_m$ . В практике средним диам. остроугольной резьбы считается расстояние от наружного острого выступа резьбы до противоположного острого углубления ее. Если через  $a$  обозначить величину притупления (зазора) резьбы, а через  $h$  теоретическую глубину ее, то  $d_m = d + 2a - h$ . Нарезку можно выполнить различными способами, как то: частично фрезеровкою, накаткою, с помощью плашек и винтовальных досок, но основным способом является нарезка на токарно-винторезном станке, причем точность изготовления резьбы зависит прежде всего от точности станка и гл. образом от точности изготовления его ходового винта; кроме того точность нарезки зависит от формы реза и от его установки. Для изготовления резьбы, не требующей особой точности, а также для предварительной черновой нарезки применяются токарные резцы, концы которых затачиваются под углом профиля нарезки (фиг. 2).



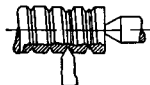
Фиг. 2.

Задний угол установки реза  $\alpha$  берется в  $12-15^\circ$ ; боковой угол установки — не менее  $5-6^\circ$ . Для получения правильного профиля нарезки передний угол, вообще говоря, д. б. равен нулю; при нарезке В. из медных сплавов и стали это правило соблюсти возможно, но при нарезке винта из мягкого, вязкого железа приходится делать передний угол больше, так как иначе нарезка получается рваной. Для правильной установки и заточки резов применяются шаблоны. При нарезке резьбы с большим углом подъема реза д. б. изготовлен так, чтобы передняя режущая грань его составляла прямой угол с направлением винтовой нарезки (фиг. 3, е); в этом случае резац будет резать относительно легко обеими сторонами. Если же резац изготовлен так, что верхняя его плоскость горизонтальна (фиг. 3, д), то правой

своей стороной, в виду большого угла резания, резац будет не резать, а скоблить. Условия работы резаца при нарезке резьбы очень неблагоприятны в виду того, что стружки образуются на обеих сторонах его, сталкиваются одна с другой и скалываются в ком; резац при этом заедает, и поверхность резьбы получается рваной. Этого можно избежать, если резать одной стороной резаца,

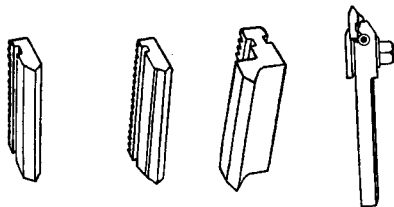


Фиг. 3.



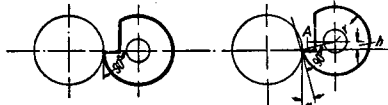
Фиг. 4.

давая ему при каждом новом проходе небольшое смещение вбок (фиг. 4), и лишь при окончательных чистовых проходах резать полным профилем. При нарезке нормальной остроугольной резьбы лучший результат получается при применении фасонных плоских (фиг. 5) и круглых (фиг. 6) резов, которые изготавливаются инструментальными заводами. Эти резцы имеют точный профиль;



Фиг. 5.

заточка их производится только по верхней плоскости, и следовательно токарь не может исказить профиль. Фасонные резцы вставляются в особые державки, сконструированные так, что они автоматически дают надлежащ. угол установки; следует только позаботиться, чтобы ось державки была перпендикулярна к оси В. Плоские фасонные резцы делаются с одним, двумя и с несколькими режущими зубьями. Наиболее точную нарезку дают резцы с одним зубом, так как профиль их не так искажается при закалке. Резац с двумя зубьями обеспечивает хороший отвод стружки и благоприятный угол



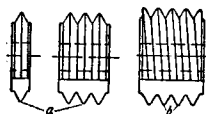
Фиг. 6.

резания без искажения профиля, но его трудно правильно изготовить, так как в процессе закалки его больше поводит. При массовом изготовлении винтов и там, где не требуется особая точность, с успехом применяют резцы с многими зубьями (гребенки). С помощью этих резов нарезка выполняется за один проход; чтобы облегчить работу первых зубьев и распределить ее равномерно на все остальные, вершины первых зубьев несколько стачиваются.

При изготовлении круглых фасонных резцов необходимо соблюдать, чтобы режущая поверхность  $A$  была ниже центра реза на величину  $h = r \cdot \sin \alpha$  (фиг. 6), так как если этого не сделать, то угол  $\alpha$  установки реза будет равен нулю, и следовательно резание будет затруднено; при установке реза центр его будет лежать на величину  $h$  выше центра нарезаемого винта. Однако следует учесть, что в результате этого положения профиль нарезки получается несколько искаженным, если заранее профиль самого реза не подобрать так, чтобы при заточке его ниже центра получился правильный профиль нарезки. Глубину  $x$  приведенной нарезки на самом резе можно вычислить по следующей формуле:

$$x = r - \sqrt{r^2 + t^2 - 2t \sqrt{r^2 - h^2}},$$

где  $r$ —радиус реза,  $t$ —требуемая глубина нарезки на В.,  $h$ —величина заточки реза ниже центра; угол  $\beta$  профиля реза получается из ф-лы  $\operatorname{tg} \beta = \frac{S}{2x}$ , где  $S$ —шаг нарезки,  $x$ —глубина приведенной нарезки на резе. Практически при нарезке резьбы плоским фасонным резцом на круглом резе режущую верхнюю плоскость устанавливают ниже центра нарезаемого круглого реза на величину  $h$ ; таким образом в том месте круглого реза, где потом будет произведена заточка его, получится надлежащий профиль режущей грани. Т. к. при таком понижении по отношению к центру положения реза выполнять работу довольно трудно, то сначала его устанавливают в нормальном положении и только при окончательной отделке снижают на величину  $h$ . Если круглый резец должен служить для нарезки резьбы с небольшим подъемом (нормальные остроугольные резьбы), то резец может изготавливаться в форме шайбы (фиг. 7, а), при условии однако, чтобы угол установки  $\alpha$  был  $\leq 15^\circ$ . При резьбах с большим углом



Фиг. 7.

подъема такой резец стал бы своими боками давить на боковую поверхность резьбы, поэтому канавки реза делаются в форме нарезки с тем же самым шагом, какой и у нарезаемого винта (фиг. 7, б); угол подъема нарезки на резе должен быть примерно равным углу подъема на В., следовательно и диам. реза должен быть примерно равен диам. В.; но если на В. нарезается правая резьба, то на резе резьба д. б. левая, и наоборот. Если диам. нарезаемого В. мал, то резец получается такого малого диам., что его трудно закрепить в державке; в этом случае берут резец диам. вдвое больше диам. В., но нарезку на резе делают двухходовую с шагом вдвое больше шага нарезаемого В.; при этом форма нарезки, шаг ее и угол подъема получаются точно такие, как и у реза с одноходовой нарезкой, но с диаметром вдвое меньшим.

При нарезке резьбы в вязком материале полезно применять пружинящие державки для резцов; резец, вставленный в пружи-

нящую державку, имеет возможность при чрезмерном давлении на него несколько отодвинуться от нарезаемого винта, и таким обр. нарезка не будет задрана. Чем мельче нарезка, тем больше должна пружинить державка, и наоборот при крупной резьбе пружинение д. б. меньше. В виду этого сконструированы державки, у которых степень пружинения может регулироваться в зависимости от размера профиля нарезки. При изготовлении особо точных и ответственных резцов, напр. на ходовых винтах, винтовых калибрах, делительных В. и пр., пружинящих державок применять не следует. Движение суппорта токарно-винторезного станка и укрепленному на нем резцу передается от ходового В. станка с помощью открывающейся гайки, прикрепленной к суппорной доске. По окончании рабочего хода суппорт с резцом д. б. отведен в свое начальное положение к началу резьбы. При коротких В. и небольшом диам. их можно отвести суппорт, дав обратное вращение ходовому В. станка. При большой длине нарезаемых винтов этот способ повлек бы за собой значительную потерю времени, в виду чего целесообразнее разомкнуть гайку и отвести суппорт в начальное положение от руки. При этом надо принять во внимание, что замыкание гайки во время нарезки в любом положении суппорта возможно лишь в тех случаях, когда шаг исполняемой нарезки является кратным шагу ходового В. Если например шаг ходового В. равен 6 мм, то нарезки с шагом 0,75, 1, 2, 3, 6, 12, 18, 24 мм и т. д. можно нарезать, замыкая и размыкая гайку в любом месте. Для всех нарезок, для которых шаг ходового В. не является кратным шагу нарезки, необходимо при каждом замыкании гайки привести шпиндель станка, ходовой винт и суппорт в одно и то же взаимное положение. Этого можно достигнуть, если начальное положение суппорта установить перед началом нарезки с помощью установки и отметить положение шпинделя и ходового винта, нанести черту мелом на них и на подшипниках, в которых они вращаются. После окончания каждого рабочего хода суппорт отводят от руки в начальное положение, а шпиндель вращают до тех пор, пока метки мелом на нем и на ходовом винте не совпадут с метками на подшипниках, после чего гайка может быть замкнута. Этот прием применяется только тогда, когда отношение шага ходового В. к шагу нарезки (или обратно) дает остаток  $\frac{1}{2}$ ,  $\frac{1}{4}$  или  $\frac{1}{8}$ . В противном случае, например когда на станке с дюймовым шагом на ходовом В. нарезается метрическая резьба, указанный способ не дает точных результатов, и тогда следует, установив начальное положение суппорта и сделав метку мелом на шпинделе, нанести метку мелом не на ходовом В., а на сменных шестернях станка, передающих движение В. При нарезке очень точной резьбы приходится перегонять суппорт с помощью обратного хода винта, не размыкая гайки. При выполнении резьбы с точным шагом необходимо учитывать влияние на конечный результат работы возможной разницы в температуре ходового и нарезаемого предмета; последний может нагреться не только от процесса

резания, но и от трения в люнете и центрах, если они туго закреплены; поэтому В. следует нарезать предварительно чернее, применяя обильное охлаждение; к окончательной же нарезке и отделке надо приступать лишь после того, как винт приобретет темп-ру помещения, соответствующую  $t^{\circ}$ , при к-рой нарезался ходовой В. станка.

Для получения чистой и гладкой резьбы необходимо применять смазывающие средства; только для чугунных, бронзовых и латунных В. нарезка может производиться без смазки. В качестве смазки применяется мыльная вода, но для стали (в особенности вязкой) лучше употреблять растительные или животные масла, а также смеси этих масел с керосином или скипидаром. В особенно тяжелых случаях применяют рыбий жир или ворвань. Следует помнить, что применение смазывающих средств сохраняет также и резец, что очень важно именно при изготовлении резьбы, так как всякая лишняя заточка резака грозит искажением его формы. Для нарезки скрепляющих В. (болтов и шпилек), для которых особая точность не имеет значения, широко применяют всякого рода плашки и головки (см. *Клупн*).

При массовом производстве болтов применяется способ накатки особыми плитками (см. *Болт*). Трапецевидная и остроугольная, но отнюдь не прямоугольная, резьба может получаться и путем фрезерования на специальных станках, очень похожих по конструкции на обычные токарно-винторезные станки, но только у них резец заменен вращающимся профилем фрезера. В этих фрезерах зубцы располагаются так, что зубу на одной боковой поверхности соответствует впадина на другой; благодаря такому устройству фрезер режет легче и спокойнее. Чтобы иметь возможность измерять профиль зуба, оставляют в одном месте полный зуб. Ось фрезера д. б. наклонена под углом подъема резьбы к оси изделия. Преимущество нарезки резьбы фрезером заключается в большой ее производительности, т. е. резьба получается с одного или в крайнем случае с двух проходов. Однако фрезерованная резьба никогда не получается точной, даже если ее выполнять фрезерами с исправленным профилем. Для достижения точности резьбу после фрезерования проходит начисто резцом, передняя грань которого расположена параллельно оси изделия; сам резец должен иметь теоретически верный профиль. Для фрезерования резьбы одного и того же шага на винтах различных диаметров на практике применяют один и тот же фрезер, что неправильно, но допускается ради экономии инструмента, так как простекающая отсюда ошибка не имеет значения.

Вопрос об измерении резьбы каким-либо универсальным и в то же время достаточно надежным инструментом является очень сложным и до сего времени удовлетворительно не разрешен; при проверке резьбы приходится применять отдельные инструменты для каждого размера. Основными размерами винта являются шаг, средний диам. (диам. на сторонах) и угол профиля нарезки. Угол нарезки проверяется шаблоном, а в

последнее время, в случаях точной резьбы, специальными микроскопами или проекционным способом. Для проверки среднего диам. лучше всего применять специальный микрометр (фиг. 8). Измерительные упоры его представляют острия и подушки с двойным профилем нарезки. Подушки и острия меняются при измерении различных размеров и систем резьбы. При сопоставлении острия и подушки показание микрометра д. б. равно нулю. При измерении В. мера, показываемая микрометром, равняется среднему диаметру и д. б. равна соответствующей величине, имеющейся в таблицах для данной нарезки. Измерение среднего диам. дает точную величину лишь при условии, что размеры наружного и внутреннего диам. не дают значительных отклонений от нормальных размеров. Удобен способ применения обыкновенного микрометра и специальных мерительных шпилек, диам. которых соответствует диам. круга, вписанного в отверстие резьбы. Часть цилиндра шпильки срезается до глубины, соответствующей высоте вершины нарезки, взятой из таблиц данной резьбы. Наружный диаметр промеряется микрометром, после чего вставляют шпильку между упором его и боковыми сторонами канавки резьбы. Если В. имеет надлежащий наружный диаметр, а шпилька в канавку не входит, то профиль резьбы меньше, чем следует; если шпилька входит легко, то профиль слишком свободен: т. о. при этом способе одновременно проверяется наружный диаметр и толщина нарезки у среднего диаметра. Шаг нарезки, в ответственных случаях измеряется особым инструментом, изготовляемым по типу раздвижного штанген-циркуля. На концах движков укреплены сменные ролики, соответствующие шагу нарезки. Измеренный шаг читается на шкале прибора. При менее точной резьбе широко применяются шаблоны-резьбомеры, служащие для установления величины шага в мм или же числа витков на дюйм. Для проверки резьбы употребляются также *винтовые калибры* (см.).

Лит.: Берлов М., Детали машин, вып. 1, Л., 1921; Иогансон А., Выполнение резьбы на токарно-винторезном станке, М., 1925; Müller O., Gewindenschneiden, Berlin, 1922; Kurrain M., Masstechnik, 2 Aufl., B., 1923. А. Суриков.

**Стандартизация В.** Секция по нормированию резьбы при Бюро стандартизации ГУМПС установила для В. диам. 1—10 мм следующие основы стандартов.

Типы головок. Секцией утверждены пять типов головок (фиг. 9), причем для



Фиг. 9.

штампованных накатанных В. с потайной головкой фаска не делается, так как ее выполнение требовало бы непроизводительной

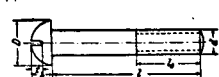
затраты инструмента и времени. Диаметр  $D$  головки (фиг. 10) установлен в зависимости от диаметра винта.

Зависимость диаметра головок от диаметра винта.

Тип головки	Для $V$ . диам. от 1 до 6 мм включ.	Для $V$ . диам. свыше 6 мм
Потайная . . .	$D \cong 1,8d + 0,2$ мм	$D \cong 1,7d + 1$ мм
Полукруглая	$D \cong 1,8d + 0,4$ "	$D \cong 1,5d + 1$ "
Цилиндрическая	$D \cong 1,4d + 0,6$ "	$D \cong 1,3d + 1$ "

Стандарты диаметров для полупотайной и шестигранной головок еще не закончены проработкой.

На диаметрах  $D$  до 8,5 мм включительно проведены округления до 0,5 мм, а далее — до 1 мм. Высота головок.



Фиг. 10.

Для потайных головок высота  $h$  установлена в  $0,5d$  при угле  $\alpha = 90^\circ$ ; для полукруглых головок винта, диаметром в  $1-2,5$  мм,  $h \cong 1d \cong 0,5D$ ; при диаметре  $V$ . от 2,6 до 10 мм,  $h \cong 0,75 d$ . Для цилиндрич. головок  $h \cong 0,75 d$ . Сферическ. подголовки для  $V$ . с полупотайными головками образуются радиусом  $\cong 2 d$ . Ширина прорезей (шлицов) для всех типов головок установлена в пределах от  $0,2 d$  до  $0,25 d$ . Глубина прорезей: для потайных и цилиндрических головок  $t = 0,5 h$ ; для полукруглых головок  $t = 0,6 h$ , для полупотайных головок  $t = 0,5(h+m)$ . Очертание полукруглой головки — сфера, очерченная одним радиусом. Длины винта даны с постепенно возрастающими интервалами, равными 0,5; 1; 2; 3; 4 и 5 мм. Длина нарезанной части для  $V$ . точных:  $l = 3d$ , при диам.  $V$ . до 5 мм, и  $l = 2,5 d$ , при диаметре 5 мм и выше. Для штампованных накатанных винтов всех диаметров длиной 30 мм и меньше нарезка накатывается по всей длине.  $V$ . длиннее 30 мм накатываются на 30 мм.

Лит.: Общесоюзные стандарты, ОСТ 188—192, 214—219, март 1928, срок введения—1 марта 1928.

**ВИНТ** (в теоретической механике). Для каждой системы приложенных векторов имеется нек-рая прямая, называемая главной осью системы, которая обладает тем свойством, что для любой ее точки (полюса) главный вектор и главный момент системы направлены по этой же прямой, причем совершенно безразлично, какую механическую величину система представляет. Такая совокупность двух векторов, лежащих на одной оси, эквивалентная целой системе приложенных векторов, называется винтом, причем главный вектор  $A$  называется амплитудой винта, а частное от деления длины вектора главного момента  $\mu$  на длину вектора  $A$  называется параметром  $p$  винта,

$p = \frac{\mu}{A}$  и  $\mu = p \cdot A$ . Винт вполне определяется шестью величинами, а именно: четырьмя величинами, определяющими положение главной оси в пространстве, параметром и амплитудой. Можно определить  $V$ . также посредством радиуса-вектора  $r_0$ , определяющего положение полюса  $O$  на оси по отношению к нек-рой системе отсчета, вектора-амплитуды  $A$  и параметра  $p$ , что равносильно наличию 7 величин, вследствие чего одной из составляющих вектора  $r_0$  м. б. придано произвольное значение. Момент винта относительно какой-либо точки  $C$ , положение которой определяется радиусом-вектором  $r$ ,

$$M = pA + [(r_0 - r)A]. \quad (1)$$

В качестве системы приложенных векторов можно взять систему сил, приложенных к твердому телу, причем, как известно, ее можно привести к такой равнодействующей силе  $R$  и к такой равнодействующей паре, чтобы направление момента  $M$  последней совпало с направлением  $R$ . Т. о. совокупность  $R$  и  $M$ , эквивалентная данной системе, представляет собой  $V$ . с параметром  $p = \frac{M}{R}$  и амплитудой  $R$  или динаму системы сил. Точно так же скорость движения точки твердого тела состоит из соответствующих данному моменту мгновений угловой скорости вращения  $\omega$  около нек-рой оси (мгновенная ось вращения) и поступательной скорости  $u$  вдоль этой же оси, так что совокупность  $\omega$  и  $u$  представляет собой также  $V$ . с параметром  $p = \frac{u}{\omega}$  и амплитудой  $\omega$ , или винтовую скорость движения точки. Т. о. видно, что между  $R$  и  $\omega$ , с одной стороны, и  $M$  и  $u$ , с другой, существует полная аналогия. Эти свойства аналогичности между кинематическ. и динамическ. векторами были положены в основу выработки общих правил действий над ними, независимо от их механического значения, чем достигается большая общность в выводах различных между собой отделов механики. Так напр., пользуясь ф-лой (1), имеем: 1) момент динамической системы сил  $M_0$  относительно точки  $C$ :

$M_0 = M + [(r_0 - r)E] = pR + [(r_0 - r)R]$  и 2) момент  $M_0$  винтовой скорости движения точки относительно  $C$ :

$$M_0 = u + [(r_0 - r)\omega] = p\omega + [(r_0 - r)\omega].$$

См. также *Моторное исчисление*.

Лит.: Жуковск и Ян Е. Е., Теоретич. механика, ч. 2, М., 1927; Занчевский И., Теория винтов и приложения ее к механике, Одесса, 1889; Ball R. S., Theory of Screws, London, 1876; Ball R. S., Theoretische Mechanik starrer Systeme, Berlin, 1889; Schell W., Theorie der Bewegung und der Kräfte, 2 Aufl., Lpz., 1880; Timmerding H. E., Die Theorie d. Kräftepläne, Lpz., 1910; Mises R., Ztschrift für angewandte Mathematik und Mechanik, Berlin, 1924, 4.

М. Саробринков.

**ВИНТ ВОЗДУШНЫЙ**, см. *Воздушный винт*.

**ВИНТ ГРЕБНОЙ**, см. *Гребной винт*.

**ВИНТ МИКРОМЕТРИЧЕСКИЙ**, в астрономич., геодезических и других приборах служит для измерения малых прямолинейных отрезков поступательным перемещением связанного с ним указателя. В. м. при шаге

нарезки от 0,25 мм дает возможность произвести отсчет до 0,001 части его оборота. Если бы сам В. м. и его соединение с указателем были идеальны, то линейное перемещение указателя было бы пропорционально углу поворота В. м. В действительности же шаг В. м. не строго одинаков по всей длине винта, а потому отсчетанный угол поворота нуждается в так называемой прогрессивной поправке; неправильности В. м., периодически повторяющиеся от одного оборота к другому, и несовершенство соединения В. м. с указателем обуславливают периодическую поправку отсчета. Для В. м., выпущенных лучшими современными механиками, эти поправки чрезвычайно малы, тем не менее они подлежат определению и учету, так как при снашивании В. м. нельзя ручаться за их неизменность. Для определения прогрессивной поправки меряют разными частями В. м. некий отрезок, возможно близкий к целому числу оборотов, и сравнивают полученные результаты; для вывода периодических поправок избирают отрезок, близкий к той или другой доле одного оборота. Результаты поправок выражают или графически или в численных таблицах.

*Литт.*: «Ztschr. f. Instrumentenkunde», В., 1881, р. 14, 51, 73, 1883, р. 238, 350, 424, 1884, р. 166, 1894, р. 321; «Ztschr. f. Vermessungswesen», Stuttgart, 1887, р. 545.

**ВИНТОВАЛЬНАЯ ДОСКА**, слесарный инструмент, служащий для нарезывания вручную мелких винтов, диаметром от 1½ мм до 10—12 мм. В. д. является не чем иным, как набором цельных винторезных плашек различн.



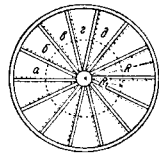
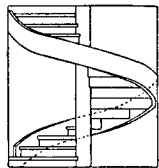
размеров, нарезающих резьбу за один проход. В. д. представляет собой стальную планку, в которой высверлено определенное число (от 9 до 20) отверстий, снабженных двумя боковыми вырезами для получения режущей грани и нарезанных метчиком; первые витки резьбы винтовальной доски несколько стачиваются на конус, для того чтобы при нарезке винтов резьба нарезалась постепенно; после этого доска закаливается. Точной нарезки В. д. дать не может, но она удобна для ремонтных работ, т. к. очень компактна и дает возможность нарезать винты от 9 до 20 различных диаметров. Неудобство ее заключается в том, что в случае порчи дыры для одного размера резьбы приходится приобретать новую доску. В виду этого делают В. д. со вставными плашками; плашки изготовляют слегка конической формы и закрепляют в В. д. с помощью шпопки. При этом устройстве испорченные плашки можно сменять; кроме того закалка отдельных плашек легче, чем целой доски, их не так поводит, вследствие чего резьба получается точнее. Так как винт должен соответствовать гайке, то вместе с винтовальной доской изготовляют и набор соответствующих метчиков для нарезки гаек к нарезаемым доской винтам.

**А. Буриков.**

**ВИНТОВАЯ ЛЕСТНИЦА**, лестница для внутреннего сообщения между помещениями, расположенными в разных этажах, и для сообщения верхних этажей здания с двором.

В. л. делают там, где приходится экономить объем жилого помещения и где ими приходится пользоваться в одиночных случаях, для разгрузки других лестничных клеток.

Ширина маршей для В. л. не превышает обычно 0,95 м. Расчет В. л. делается следующим образом. Так например необходимо спроектировать В. л. шириной в 0,80 м и высотой в 4,25 м. Сначала нужно определить диаметр винтовой лестницы: он равен двойной ширине В. л. с прибавлением толщины средней колонки. Пусть мы имеем деревянную колонку толщиной в 0,14 м, тогда diam. В. л. будет равен  $2 \times 0,80 + 0,14 = 1,74$  м. Из центра лестницы (фиг. 1) описываем окружность ради-



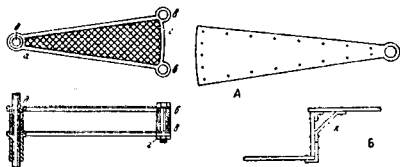
Фиг. 1.

усом  $R = \frac{1,74}{2} = 0,87$  м и вчерчиваем в нее центральную колонку радиусом  $r = 0,07$  м; затем радиусом  $R_1 = \frac{0,80}{2} + 0,07 = 0,47$  м, описываем окружность, которая представляет проекцию линии восхода; длину окружности, равную  $2\pi \cdot 0,47 = 2,95$ , делим на части, равные желаемой ширине ступени по линии восхода, например 0,20 м, и получаем число ступеней:  $n = \frac{2,95}{0,20} = 14$ . Из центра окружности через точки *a, б, в, г, д* проводим прямые, определяющие вид ступеней. Для того же чтобы при восхождении и при спуске с В. л. человек свободно проходил, не задевая головой о внутреннюю сторону ступеней, необходимо, чтобы превышение 15-й ступени над 1-й было равно среднему росту человека (1,95 м) с запасом в 0,18 м; кроме того надо еще прибавить на толщину ступени 0,09 м, т. е.  $H = 1,95 + 0,18 + 0,09 = 2,22$  м. Разделив *H* на число ступеней  $n = 14$ , найдем высоту ступени:  $h = \frac{2,22}{14} = 0,16$  м.

Недостаточная ширина ступени в В. л. обыкновенно регулируется устройством свеса в ступенях (до 0,09 м). Все число ступеней (подъемов) В. л. определится, если разделить всю высоту лестницы на высоту одной ступени; в данном случае общее число ступеней  $N = \frac{4,25}{0,16} = 27$ , а число ступеней равно  $N - 1 = 26$ . Так. обр. лестница будет иметь два полных оборота без двух ступеней (ступеней). Для удобства восхождения по В. л. обычно увеличивают диаметр средней колонки; тогда ступени получают трапециoidalную форму, причем ширина ступени у внутреннего конца становится больше.

В. л. часто делают деревянными; по конструкции своей они не тяжелы, удобны для ходьбы по ним, не скользя, легко ремонтируются и дешевы. Недостатки таких деревянных В. л. заключаются в том, что они не долговечны и не стойки в отношении огня. Вот почему деревянные В. л. можно строить только в тех местах, где в случае пожара есть возможность поминно В. л.

пользоваться и др. лестницами. В большом применении в строительстве металла. В. л. Чугунные В. л. устраиваются из отдельных ступеней треугольной формы (фиг. 2). Каждая ступень у внутреннего конца оканчивается муфтой  $a$ , высота которой равняется высоте ступени, а внутренний диаметр—диаметру колонки  $b$ , на которой ступени и собираются; у наружного конца ступени находится муфта  $b$ , высота которой соответствует высоте ступени, и проушина  $c$ , служащая для крепления ступеней между собой. Последнее часто производится отдельными болтами с гайками  $g$ . Если диам. лестницы



Фиг. 2.

больше 2 м, то ее строят с железной винтообразной тетивой, поддерживающей наружные концы ступеней; последние прикреплены к тетиве болтами. Тетиву делают обыкновенно из котельного железа толщиной 3—6 мм, при высоте в 127—152 мм.

В тех случаях, когда В. л. должна соединять более двух этажей, зачастую применяют В. л. системы Жюли, обладающей сравнительно большой устойчивостью. В этой системе ступени лестницы своими внутренними концами опираются на колонку; наружные концы ступеней жестко соединяют с винтообразной железной тетивой, которая четырьмя тягами подвешивается к потолочным балкам верхнего этажа; этими же тягами соединяются между собою все витки тетивы. Центральная колонка опирается на фундамент или на свод пологого перекрытия первого этажа. Диаметр В. л. системы Жюли  $\approx 1,6$  м. Кроме чугунных ступеней применяются ступени, изготовленные из котельного железа (фиг. 3, А). Железные ступени скрепляются с подступеньками и между собою накладками из углового железа. Для большей жесткости кроме углового железа применяются железные кронштейны  $k$  (фиг. 3, Б).

Лит.: Стаценко В., Части здания, ч. 2, 6 издание, И., 1923; Эвальд В. В., «Промышленные техники», «Энциклопедия промышленных знаний», т. 1, 2 изд., СПб., 1904.

М. Запорожеч.

**ВИНТОВАЯ ЛИНИЯ** м. б. построена след. образом: берем плоский прямоугольник с основанием  $2a$  и проводим из его нижней вершины наклонную прямую под углом  $\delta$  к основанию (например диагональ); если на-вернуть этот прямоугольник на круглый цилиндр с радиусом основания  $a$  так, чтобы основание прямоугольника совпало с окружностью основания цилиндра, то наклонная прямая обратится в пространственную кривую, к-рая составит один виток или ход В. л. Ось цилиндра называется осью В. л. В. л. пересекает все образующие цилиндра под одинаковыми углами, благодаря чему называется локсодромией для данного

цилиндра. В. л.—кратчайшее расстояние между точками цилиндра, т. е. геодезическая линия. В. л. пересекает какую-либо одну образующую цилиндра бесконечн. число раз; расстояние  $h$  по образующей между двумя смежными пересечениями, т. е. высота хода, называется шагом В. л. Урия В. л. в параметрич. форме:

$$x = a \cos \varphi; y = a \sin \varphi; z = k\varphi = \frac{\pi z}{2\pi}$$

где  $k = a \operatorname{tg} \delta$ ;  $h = 2\pi k$  ( $a, k, h$ —постоянные). В. л. есть траектория точки, движение которой составляется из двух равномерных движений: вращательного — по кругу радиуса  $a$  и поступательного — в направлении, перпендикулярном к плоскости этого круга; параметр  $h$  есть угол поворота этого вращения. Радиусы кривизны В. л. постоянны, причем радиус первой кривизны  $= \frac{a^2 + k^2}{a}$  и радиус второй кривизны  $= \frac{a^2 + k^2}{k}$ .

В механике В. л. имеет важное значение, т. к. (по теореме Шалля) всякое перемещение твердого тела из одного положения в другое м. б. получено одним винтовым движением. Как следствие этой теоремы, всякое движение твердого тела в бесконечно малый промежуток времени может быть рассматриваемо как винтовое, т. е. как одновременно вращение и скольжение относительно некоторой прямой (оси винта), называемой мгновенной осью вращения и скольжения.

Лит.: Суслев Г. К., Основы аналитической механики, Киев, 1900; Reiffers A., Über Schraubenlinien und Schraubenflächen, Burgdorf, 1900.

**ВИНТОВАЯ НАРЕЗКА**, см. Нарезки.

**ВИНТОВАЯ ПОВЕРХНОСТЬ**, геликоид, получающаяся, если неизменная кривая (образующая) движется, равномерно вращаясь около некоторой оси и одновременно равномерно перемещаясь поступательно в направлении этой оси; при этом движении каждая точка кривой описывает винтовую линию. Простейшая В. п. получается, если образующая—прямая, пересекающая ось и перпендикулярная к ней. Уравнение этой поверхности:  $z = k \cdot \arctg \frac{y}{x}$  или в параметрической форме,  $x = u \cdot \cos v$ ,  $y = u \cdot \sin v$  и  $z = k \cdot v$  ( $u$  и  $v$ —переменные,  $k$ —постоянная). Полагая  $u = \text{Const}$ , получаем винтовые линии; полагая  $v = \text{Const}$ , получаем прямолинейные образующие В. п. Формой этой В. п. приблизительно представляет винтовая лестница (ребра ступенек—прямолинейные образующие). В технике винтовая поверхность применяется при образовании поверхности лопастей пропеллера.

**ВИНТОВАЯ СКОРОСТЬ**, функция угловой скорости (см.)  $\omega$  около мгновенной винтовой оси и скорости и поступательного движения вдоль этой оси (см. Винтовое движение). Скорость в всякой точке твердого тела для данного положения мгновенной винтовой оси выражается через аргументы В. с. ( $\omega, u$ ) по ф-ле:  $v = \sqrt{u^2 + (r\omega)^2}$  ( $r$ —расстояние точки тела от данной мгновенной винтовой оси). О параметре  $p = \frac{u}{\omega}$  см. Винт.

**ВИНТОВКА**, ружье для стрельбы пулей, с нарезами в канале ствола для придания пуле вращения. Первые сведения о нарезном оружии в России относятся к середине 17 в.



Первоначальный калибр нарезных ружей был около 17,8 мм (7"). Пули весила около 49 г, весь патрон—около 58 г, а общий вес ружья достигал 4,5 кг. Начальная скорость пули доходила до 305 м/сек.

Главнейшие данные систем изменялись в зависимости от способа заряжания винтовки следующим образом: 1) бумажный патрон и отдельный капсюль, число выстрелов в минуту 5—6 (системы Жилле, Грина, Терри-Нормана, Шаржа, Линднера); 2) унитарный патрон с бумажной гильзой, число выстрелов в минуту 8—9 (системы Шаспо, Карле, Дрейзе); 3) унитарный металлический патрон, число выстрелов в минуту от 8 до 9 (системы Пибоди, Мартини, Вердера, Вердья, Крика, Бердана № 1, Снайдера, Венцля, Альбини, Терсена, Амслера, Ремингтона, Бердана № 2, Ветерли, Маузера, Гра, Бомона). З а т в о р ы были следующих конструкций: движущиеся в вертикальной плоскости, крановые, качающиеся и скользящие. Сцепление затвора с коробкой в большинстве случаев—гребнем затвора и плечом коробки, но в некоторых системах уже появляются выступы, перейти к к-рым в дальнейшем стало необходимо вследствие повышения давления (Грин, Карле, Ветерли). О б т у р а ц и я достигалась нажатием конца. поверхностей затвора и коробки, расклиниванием второй пули, помещенной позади пороха, войлочными, кожаными и каучуковыми кружками.

Главные данные винтовок, бывших на вооружении перед введением 3" калибра, приведены в табл. 1.

Широкосильный порох дал возможность получить при первых же опытах начальную скорость пули в 650 м/сек при давлении

К началу 90-х годов прошлого столетия все государства стали переходить к калибру около 8 мм, причем баллистические качества новых винтовок были значительно подняты, так как одновременно были увеличены и начальная скорость и поперечная нагрузка пули (см. табл. 2).

В следующие полтора десятка лет государства занялись усовершенствованием патрона, и к 1909 г. таблица главнейших данных преобразовалась (см. табл. 3).

В конце 900-х годов наблюдается переход на остроконечную пулю, облегчение ее веса и увеличение начальной скорости. При переходе к малому калибру и бездымному пороку обнаружилось, что В. стали больше ржаветь благодаря окисляющим свойствам продуктов горения этого пороха. Особенную важность приобрела принадлежность для чистки и смазки В. Пришлось создать щелочную смазку. Обнаружилось новое явление—мельхиоризация поверхности канала ствола, вредно отражающаяся на меткости, что заставило изыскать способы ее удаления. Затем возник вопрос об убойности малокалиберных винтовок. В результате пришли к следующим выводам: 1) непосредственное действие малокалиберных винтовок осталось почти то же—число убитых или выведенных из строя по отношению к общему числу раненых чувствительно не изменилось; 2) раны излечиваются скорее при малокалиберных винтовках; 3) ударное, останавливающее действие малокалиберных винтовок много меньше.

В связи с развитием спорта в последнее время особенное значение получили с п о р т и в н ы е В. Они изготавливаются под патрон бовкового огня калибра 2,2" и пред-

Табл. 1.—Главные данные винтовок, бывших на вооружении перед введением 3" калибра.

Данные винтовок	Австро-Венгрия		Англия	Германия	Италия	Россия	Турция	Франция		Швейцария	Япония
Название образца . . . . .	Веридля, обр. 1873—77 гг.	Манлихер, обр. 1886 г.	Генри-Мартини, обр. 1874 г.	Маузер, обр. 1871—84 гг.	Ветерли-Витали, обр. 1870—87 гг.	Бердана № 2, обр. 1870 г.	Пибоди-Мартини, обр. 1870 г.	Гра, обр. 1874 г.	Гра-Ветерли, обр. 1884—85 гг.	Ветерли, обр. 1889—81 гг.	Мурага, обр. 1888 г.
Калибр в мм . . . . .	11	11	11,4	11	10,4	10,65	11,4	11	11	10,4	10,15
Система заряжания . . . . .	Однозар.	Магаз. серед.	Однозар.	Перед. дел., магаз. подств.	Перед. дел., магаз. серед.	Однозар.	Однозар.	Однозар.	Перед. дел., магаз. подств.	Магаз. подств.	Однозар.
Число патронов в магазине . . . . .	—	5	—	8	4	—	—	—	8	11	—
Вес винтовки с полным магазином и со штыком в кг . . . . .	4,7	5,17	4,77	5,58	4,93	4,75	4,8	4,75	5,16	5,52	4,85
Вес заряда в г . . . . .	5	5	5,52	5	4	5,08	5,5	5,25	5,25	3,72	5,3
Вес пули в г . . . . .	24	24	31,2	25,1	20,4	24	31,2	25,1	25,1	20,2	26,1
Длина пули в надрах . . . . .	2,45	2,45	2,72	2,52	2,45	2,53	2,72	2,50	2,52	2,45	3,00
Материал пули . . . . .	Свинец	95% свинца, 5% сурьмы	92% свинца, 8% олова	Свинец	Свинец	Свинец	Свинец	85% свинца, 5% сурьмы	95% свинца, 5% сурьмы	99,5% свинца, 0,5% сурьмы	90% свинца, 10% олова
Вес патрона в г . . . . .	42,6	42,6	50,6	43	32,9	39,3	50,6	43,9	43,9	30,4	—
Начальная скорость в м/сек . . . . .	488	490	415	443	440	437	415	448	448	440	455

пороховых газов в 2500 атм. Это потребовало введения сильных упоров затвора и увеличения прочности ствольн. материала.

назначаются для широкого развития стрелкового спорта. Благодаря незначительному давлению патрона возможно применению

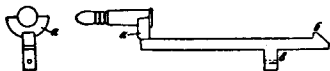
Табл. 2.—Главные данные винтовок в первые годы введения 3-го калибра (начало 90-х годов).

Данные винтовок	Россия, винт. 3-ли., обр. 1891 г.	Франция, Лебель	Германия, Маузер обр. 1888 г.	Австрия, Маннерсбер., обр. 1889-90 гг.	Англия, Ли-Метфорд	Италия, Вентерини-Ватанли, обр. 1870-87 гг.
Калибр в мм . . . . .	7,62	8	7,9	8	7,7	10,4
Вес без штаны в кг . . . . .	3,69	4,2	4,0	4,4	4,25	4,5
Вес штаны в кг . . . . .	0,305	0,4	0,4	0,35	0,48	0,55
Длина винтовки без штаны в м . . . . .	1,29	1,3	1,25	1,28	1,30	1,35
Число нарезов . . . . .	4	3	4	4	7	6
Глубина нарезов в мм . . . . .	0,152	0,15	0,12	0,2	0,1	0,23
Ширина . . . . .	3,81	4,12	—	3,5	3,5	4,5
Длина хода нарезов в калибрах . . . . .	31,5	30	30	31	33	63
Число патр. в магаз. . . . .	5	8	5	5	8	4
Вес патрона в г . . . . .	25,7	29	27,5	29,7	28,3	33
Вес пули в г . . . . .	13,9	14	14,5	15,8	14	20
Длина пули в калибр. . . . .	4	3,9	4	4	4	3
Оболочка . . . . .	Мельх.	Мельх.	Стальная	Стальная	Мельх.	—
Вес заряда в г . . . . .	2,31	2,7	2,5	2,75	2,4	4,5
Число патронов, носимых стрелком . . . . .	140	120	150	120	150	96
Нач. скорость (v <sub>0</sub> ) . . . . .	620	620	620	575	625	465
Давление в канале в атм . . . . .	2 600	2 300	3 200	3 000	2 835	2 400

самых простых конструкций затвора. Главное в В. под патрон бокового огня—хорошая защита от прорыва газов, потому что у этих патронов часто прорывает шляпку. Надежнейшим является экстрактор, устроенный не в виде крючка, при котором часть гильзы, против экстрактора, при закрытом затворе не охватывается вилотную, а в виде движка, передняя часть которого составляет часть каморы. На фиг. 1 представлен такой выбрасыватель: а—экстрактирующая часть, б—зуб, за к-рый затвор извлекает экстрактор, в—стойка экстрактора, сквозь которую проходит шпилька, мешающая экстрактору выпаст. Действие механизма ясно из фиг. 2, где 1—экстрактор, 2—его стойка, 3—шпилька с пружиной, досылающей экстрактор вперед (но не до конца, что-

бы удобнее было вставить патрон, после чего экстрактор досылается до места затвором), 4—ствол, 5—коробка, 6—стель затвора, 7—ударник с боевой пружиной, 8—боек ударника, 9—курок, 10—спусковая пружина, 11—ее шептало, за к-рое вводится курок, 12—выступ спускового крючка, который при нажиме на крючок пальцем упирается в коробку и шпилькой опускает шептало спусковой пружины, 13—упор стволу, 14—его вилот.

Следующим этапом развития В. был переход к автоматическим винтовкам. Системы этих В. подробно разобраны в ст. *Автоматическое оружие*. Заводское производство В. является типичным и одним из старейших примеров массового производства. Вся работа разбита на операции, число которых, в зависимости от сложности системы, доходит для современных моделей в среднем до 1500. Лекала имеются трех родов: образцовые, поверочные и рабочие. Комплект лекал и инструментов для производства В. включает в среднем: инструмента—1 600 номеров, рабочих лекал—1 200, шаблонов к ним—1 800,



Фиг. 1.

поверочных лекал—500, шаблонов к ним—900, специальных резцов—200, лекал к ним—300, шаблонов—300. Чистое время работы В.—от 40 до 25 час., время прохождения по всем операциям—около 5 мес. Для изготовления двух экземпляров сложной системы

Табл. 3.—Характеристика и главные данные винтовок, находящихся на вооружении в различных государствах.

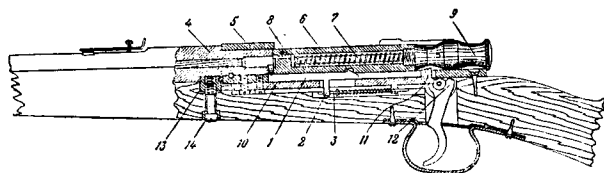
Данные винтовок	Германия	Франция	Англия	Англия	Италия	Япония	Австро-Венгрия	Норвегия	Россия	Турция	Армия США	Армия США	Флот США	Мексика
Год конструкции . . . . .	1898	1896/93	1895	1903	1891	1905	1895	1894	1891	1890	1892	1903	1895	1909
Система . . . . .	Маузер	Лебель	Лит-Эн-Филд	Маузер	Паравичино, Карно	Арисака	Манлихер, Воен.-техн. к-т	Крайс-Юргенсон	Моссин-Наган	Маузер	Крайс-Юргенсон	Спрингфилд	Лит	Мондрагон (самозар.)
Калибр в мм . . . . .	7,9	8,0	7,7	7,7	6,5	6,5	8,0	6,5	7,62	7,65	7,62	7,62	6,0	7,0
Вес винтовки без штаны в кг . . . . .	4,100	4,180	3,760	3,710	3,800	3,900	4,49	4,000	3,993	3,900	3,970	—	3,856	4,120
Вес винтовки со штаны в кг . . . . .	4,560	4,580	—	4,210	4,080	4,400	4,865	4,240	4,299	4,525	4,407	4,290	4,281	—
Вес патрона в г . . . . .	23,84	28,00	—	27,00	—	22,70	—	—	—	24,5	27,5	23,15	20,8	25,0
Вес пули в г . . . . .	10,0	12,8	10,0	13,8	8,2	10,5	10,0	9,0	9,5	10,0	11,4	9,72	8,6	11,2
Форма пули: О—острокон., К—овальн.	О	О	О	К	О	К	О	О	О	О	К	О	К	К
Вес заряда в г . . . . .	3,2	3,0	—	2,05	—	2,07	—	—	—	3,00	2,44	3,0	2,3	2,45
Число патр. в магаз. . . . .	5	8	10	10	6	5	5	5	5	5	5	5	5	10
Род магазина . . . . .	Сред.	Сред.	Сред.	Сред.	Сред.	Сред.	Сред.	Сред.	Сред.	Сред.	Сред.	Сред.	Сред.	Сред.
Нач. скорость v <sub>0</sub> в м/сек . . . . .	885	720	—	640	—	735	—	—	—	865	610	823	775	713
v <sub>25</sub> . . . . .	860	700	825	—	820	706	850	830	890	830	592	800	750	—

\* Пороха разные.

в штучном порядке, с применением универсальных станков, требуется приблизительно работа 5 человек в течение 6 месяцев.

Проемка производится на основании инструкции, при посредстве лекал и приборов, образцовых винтовок, чертежей и технич. условий на материалы.

Материалы. Винтовочная сталь подвергается специальной обработке — чистке: после приведения к определенному размеру каждый кусок стали тщательно осматривается, и все обнаруженные пороки выстраиваются. Отливка стали производится в



Фиг. 2.

закрытых изложницах, с уширением в верхней части, снабженных большими по объему прильями из огнеупорной массы. Плавки следуются на ливацію. Перед сдачей стали в магазин каждая штанга ломается с обоих концов, и опытные браковщики производят отбраковку штанг с малейшими пороками. Металл для наиболее ответственных частей термически нормализуется. Устанавливаются стандарты структур (например:

1) перлит и мелкие включения феррита, 2) перлит и крупные включения феррита, 3) перлит и мелкая ферритная сетка, 4) перлит и крупная ферритная сетка, 5) перлит и сгустки феррита, 6) видманштеттова структура), и на ответственные части металл допускается не ниже известной структуры.

При 8-мм calibre части В. готовились из углеродистой стали. С переходом к остроконечной пуле, когда давление поднялось с 2 600 до 3 200 atm и выше, для стволов стали применять вольфрамовую сталь примерно такого состава: С—от 0,43 до 0,56%, Si—от 0,13 до 0,40%, Mn—от 0,35 до 0,42% и W—от 0,68 до 2,0%. Испытывались и другие марки [ванадиевая, никелевая, нержавеющая высокохромистая (13% Cr), малоуглеродистая, высококремнистая, хромованадиевая стали и т. п.]. Увеличение требований к стали видно из табл. 4, в к-рой указаны примерные механические свойства, требуемые от углеродистой и специальной сталей.

Табл. 4.—Механические свойства, требуемые от углеродистой и специальных сталей.

Механич. свойства	Углеродистая сталь, термич. обработанная	Специальные стали, термич. обработанные
Начало текучести . . . . .	более 55 кг/мм <sup>2</sup>	более 75 кг/мм <sup>2</sup>
Удлинение . . . . .	» 8%	» 15%
Сжатие . . . . .	» 40%	» 55%
Удар . . . . .	около 6 кг/см <sup>2</sup>	» 10 кг/см <sup>2</sup>

Производство В. ведется на станках общего машиностроения, за исключением некоторых особых операций, потребовавших создания специальных станков (напр. строжка пазов коробки, отделка винтовых скосов и т. п.).

Наибольшие особенности представляет производство стволов. Сперва они изготовлялись путем сварки железных досок, загнутых в трубку. После сварки трубки рассверливались, шустовались, правились и обтачивались снаружи на точилье. Затем перешли к сверлению откованной сплошной болванки; с доведением калибра до современного размера (5,6 мм в малокалиберных В.) операция эта является одной из труднейших. Сверление ведется на двухшпиндельном станке ружейным сверлом диаметра 5,2 мм. Число оборотов ствола—порядка 2 000 в минуту, чему соответст-

вует скорость резания 34 м в минуту. Поддача сверла—8,3 мм/мин; толщина стружки—0,004 мм. Особой операцией является нарезка канала ствола. Она производится на автоматическом станке, причем инструмент (шпалер) получает вращательное движение от соответствующих направляющих (винт с гайкой или копир). С каждым движением инструмент (шпалер или крючок) упирается в останов, отчего особый клинышек и

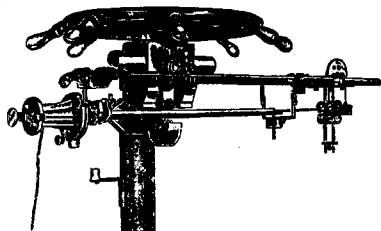


Фиг. 3.

(фиг. 3) выталкивает режущую часть инструмента б на нужную величину. Останов с каждым ходом станка подается вперед с помощью хоповика. Детали устройства инструмента видны на чертеже, где а—трубка, в к-рой собираются части, г—кладцы, прижимающий крючок б к стенке трубки, д—пружинка для эластичного соединения, е—тягло, на которое навинчивается трубка жс—режущий зуб. Шпалер устроен несколько сложнее: в нем вместо одного крючка б имеется несколько мест, расположен. по винтовой линии, и вместо клинышка а резцы выдвигаются стержнем, у которого сделана наклонная плоскость под каждым резцом. Крючок режет, а шпалер скоблит. Инструмент дорогой и трудный в изготовлении. Шпалером снимается стружка толщиной приблизительно от 0,0008 мм до 0,001 мм. При этом металл настолько мелко раздроблен, что находится в пирроформном состоянии, отчего шпалерная стружка, пропитанная маслом, иногда самовозгорается.

Своеобразной работой является правка стволов. Точная прямизна придается им ударами медного молотка. Направление и место погиба определяется рассматриванием тени в канале, направленном известным образом на свет. При правильной форме канала тени ограничены правильными линиями. Искажение тени указывает место,

направление и степень погиба. Вместо мотка иногда употребляется пресс с горизонтальным маховиком. Германский профессор Маркузе сконструировал прибор, определяющий место, направление и степень погиба механически, независимо от искусства правщика. На фиг. 4 изображено применение

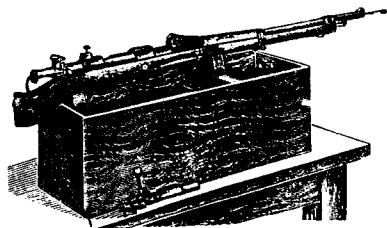


Фиг. 4.

этого прибора в производстве, на фиг. 5—го готовой В. Прибор позволяет выражать величину искривления ствола численно.

В производстве ружейного ложа главное внимание обращают на сушку ложковых болванок и обработку их антигигроскопическими составами, так как коррозийные ложа во время службы вредно отзываются на бое винтовки.

Наконец важнейшей отраслью ружейного производства являются инструментальное и лекальное производство, так как от них зависит, кроме своевременного выпуска, также и верность размеров изделий. Здесь широко применяются все мерительные инструменты, от простейших пальмеров, штанген-циркулей, лекал (вырезных, калиберных, концевых, резьбовых) до всевозможных новейших точных мерительных инструментов типа чувствительных рычагов (Fühlhebel—Messuhr, Minimeter), мессдозе, мери-



Фиг. 5.

тельных и делительных машин, интерференционных компараторов и различных комбинаций с оптическими приборами.

Лит.: Юрлов Н. И., Описание 3-лин. винтовки, СПб, 1893; Петров В. А., Новые ружья иностранной пехоты, Москва, 1893; Нилус, Наименьший калибр, СПб, 1894; Федоров В. Г., Вооружение русской армии за 19 столетие, СПб, 1911; Зыбин С. А., История Тульского имп. Петра В. оруд. за-да, М., 1912; Куликов П. Е. и Веденеев В. М., Производство военных ружей в Америке (с англ.), М., 1925; Ангарин Г. А., Установление массового производства ложа, М., 1928; Каневский Я., «Техника и снабжение Красной армии», М., 1923, 62/93; Федоров В., Автоматическое оружие, СПб, 1907; Девуш Ж., Современное автоматическое оружие, перевод с французского под ред. Б. И. Долгова-Добровольского и М. В. Эвальда, Москва, 1927. Я. Каневский.

**ВИНТОВОЕ ДВИЖЕНИЕ.** Если движение неизменяемой системы (например твердого тела) складывается из вращения около оси и поступательного движения вдоль этой оси, то такое движение тела называется В. д.; указанная ось называется винтовой осью, или осью вращения-скольжения. Если даны два произвольных положения движущегося в пространстве тела, то переход из положения I во II можно выполнить одним В. д. около определенно расположенной винтовой оси (теорема Шаля); при этом вращательное и поступательное движения могут выполняться или одновременно или последовательно в любом порядке. Рассматривая все данное перемещение тела в пространстве как состоящее из бесконечно малых элементарных перемещений и применяя к каждому из них теорему Шаля, получаем следующее положение: всякое движение тела в пространстве представляет собою ряд бесконечно малых винтовых перемещений около мгновенных винтовых осей, в каждый момент меняющих свое положение и направление в пространстве. Винтовые элементарные перемещения тела около каждой мгновенной оси являются движениями, эквивалентными бесконечно малым действительным перемещениями тела, и представляют их с точностью до бесконечно малых величин высших порядков. Законы винтового перемещения, эквивалентного какому-либо перемещению твердого тела, установлены Моцци (Giulio Mozzi, 1768 год). Сложение двух винтовых перемещений дает в результате также винтовое перемещение. А. Яшнев.

Лит.: см. Аксиомы, Движение, Мгновенная ось, Эквивалентность движений.

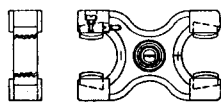
**ВИНТОВЫЕ ЗУБЧАТЫЕ КОЛЕСА,** см. *Зубчатые колеса.*

**ВИНТОВЫЕ КАЛИБРЫ** применяются для быстрой проверки резьбы. Для проверки нарезки на венте служит кольцо с точно выполненной внутренней резьбой, а для проверки гайки—стержень с наружной резьбой (фиг. 1). Однако всесторонней проверки эти калибры не дают: если например нарезка на проверяемом венте вершинной своего профиля плотно соприкасается с нарезкой кольцевого калибра, то легко признать нарезку вента удовлетворительной, так как рука не ощутит его качания в калибре; в то же время соприкосновения на боковых поверхностях нарезки может и не быть благодаря неправильному среднему диаметру или углу профиля. На эти неправильности В. к. указаний не даст. В случаях притупленной резьбы избежать указанной ошибки легче, так как здесь нарезка не может держаться вершинами. Описанные В. к. широко применяются на практике. Изготовление их требует большой тщательности и опыта, главным образом потому, что их ведет при закалке, некаленные же калибры быстро изнашиваются. Применяются также и предельные калибры, но они не имеют такого значения, как предельные калибры для проверки гладких валов и втулок, так как выполнить предельный калибр для резьбы такой же точностью,



Фиг. 1.

как гладкий, нельзя, ибо резьба характеризуется многими размерами. В предельных калибрах для резьбы допуск устанавливается лишь по диаметру. В наибольший размер калибра винт должен входить легко, в наименьший — не должен входить совсем. На фиг. 2 изображен такой калибр, выполненный в виде скобы. Для проверки внутренней резьбы предельные калибры изготавливаются по типу фиг. 1, но нарезаются на обоих концах так,



Фиг. 2.

что на одном она нарезается по наибольшему допуску, а на другом — по наименьшему; тогда больший по размеру конец в проверяемое отверстие не войдет, а наименьший вернется легко.

Точность изготовления калибров можно вычислить из приводимой ниже таблицы согласно DIN, 244.

Таблица для определения допусков в калибрах.

Калибр	$\varnothing A$	$\varnothing F.l$	$\varnothing K$
Стержневой . . .	$0,033\sqrt{h}$ (0,055)	$0,017\sqrt{h}$ (0,028)	$0,025\sqrt{h}$ (0,042)
Гайка . . . . .	$0,025\sqrt{h}$ (0,042)	$0,017\sqrt{h}$ (0,028)	$0,033\sqrt{h}$ (0,055)

*A* — наружный диам., *F.l* — эффективный (средний) диам., *K* — внутренний диам., *h* — шаг винта; цифры в скобках относятся к крупным резьбам.

Лит.: Иогансон А., Выполнение резьбы на токарно-винторезном станке, перевод с шведского, Москва, 1925. А. Бурков.

### ВИТОРЕЗНЫЙ КЛУПП, см. Клупп.

**ВИОЛАНТЕН**, ви о л а н т р о н, кубовый антрахиноновый краситель, родоначальник дибензотранной группы, полученных впервые в 1904 году Белли (Bally) [1], строения:



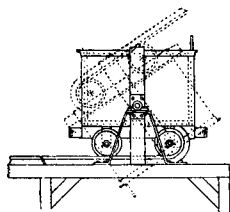
Такое строение было доказано работами Шола [2], предложившего для него более рациональное наименование — ви о л а н т р о н. В. получается в технике [3] щелочным плавлением бензантрона (см.) и поступает в продажу под названием индантрон темносиний ВО [4]. Характерным для В. является наличие перилонового ядра (защитированного на чертеже). Из гидросульфитного куба виолантрон красит хлопок в очень прочный темносиний цвет.

Лит.: \*) «В», В. 1905, 38, р. 195; \*) «В», В. 1910, 43, р. 2208; \*) Г. П. 185221 и 290079; \*) R o w e, Colour-Index, p. 1099, London, 1924; \*) F i e r z e, D a v i d H. N., Künstliche organische Farbstoffe, B., 1926; \*) D e V a r g u - B a r n e t t E., Anthracene and Anthraquinone, p. 327, 331, New York, 1921. И. Иoffe.

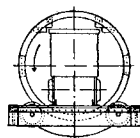
**ВИПЕР** (Wirper), приспособление для разгрузки рудничных вагонеток путем их опрокидывания. Простейший В. — л о б о в о й, опрокидывающий вагонетку через короткий бок, — состоит из вращающейся на шарнире рамы, снабженной рельсами для вкатывания вагонетки (фиг. 1). При вкатывании вагонетки рама терлет равновесие и опроки-

дывается вместе с вагонеткой, причем содержимое высыпается; при опорожненной вагонетке рама снова принимает первоначальное положение, и вагонетка выкатывается из опрокидывателя. К р у г о в о й В. состоит из двух или нескольких круглых оброчей из корабчатого или углового железа, соединенных между собой тягами (фиг. 2); внутри этой конструкции имеется рельсовый

путь, по которому вагонетки поступают в опрокиды-



Фиг. 1.



Фиг. 2.

ватель. В. приводится во вращательное движение или от руки при помощи системы рычагов или от мотора. Во время полного оборота выпера (на 360°) вагонетка опрокидывается и опираживается через длинный бок, после чего или выталкивается из В. поступающей следующей нагруженной вагонеткой (если В. проходной) или выкатывается обратно на прежний путь (если В. концевой). См. Доставка рудничная. А. Попов.

**ВИРАЖ**, раствор, применяющийся в фотографии для вирирования (тонирования) позитивов, т. е. для придания им желательного оттенка и стойкости. На бумагах для видимого печатания (см. Бумаги фотографические) изображение слагеается из мелко раздробленного металлического серебра рыхловатого оттенка, выцветающего со временем. Поэтому его либо переводят в более стойкие соединения серебра или свинца (например сернистые) либо замещают более стойким металлом — золотом или платиной. Этот последний процесс и достигается благодаря действию виража. На бумагах с проявлением изображение состоит из мелко раздробленного серебра черного или серого цвета, недостаточно красного и стойкого, поэтому и здесь часто прибегают к виражу. Кроме того при обработке снимка необходимо удалить оставшее неизменным галоидное серебро, которое быстро потемнело бы на свету. Это достигается фиксажной ванной (см. Фиксация), состоящей преимущественно из серноватистокислого натрия (гипосульфита), растворяющего AgCl и AgBr. Фиксационная ванна либо следует за В. либо соединяется с ним в одну ванну.

Бумаги для видимого печатания. Отпечатки до вирирования должны быть предварительно тщательно промыты. Золотой В. Рецепты: I — воды дистиллированной, как и везде в дальнейшем, 1000 см<sup>3</sup>, роданистого аммония 10 г; II — воды 100 см<sup>3</sup>, хлорного золота (коричневое) 1 г. Смешивают 100 см<sup>3</sup> раствора I с 5 см<sup>3</sup> II; тона получаются красно-фиолетовые до сине-фиолетовых в зависимости от продолжительности вирирования. Эта ванна не стойка,

поэтому предпочтительнее: I—воды 1 000 см<sup>3</sup>, уксуснокислого натрия (плавленного) 40 г; II—воды 250 см<sup>3</sup>, роданистого аммония 5 г; III—хлорное золото 1 : 100. Смешивают равные части I и II и на 100 см<sup>3</sup> смеси прибавляют 5 см<sup>3</sup> III. Коричневые тона дает следующий В.: I—хлорное золото 1 : 100; II—воды 50 см<sup>3</sup>, тиокарбамид 1 г; к 25 см<sup>3</sup> I приливают около 15 см<sup>3</sup> II до растворения получающегося бурого осадка; смесь доливает водой до 1 л и прибавляют 0,5 г лимонной кислоты и 10 г поваренной соли. П л а т и н о в ы й вираж (для матовых бумаг) дает коричневые тона различных оттенков, видимые после фиксирования. Рецепт: воды 1 000 см<sup>3</sup>, K<sub>2</sub>PtCl<sub>6</sub> 1 г и молочной кислоты (плотность 1,21) 20 см<sup>3</sup>. Сернистый вираж переводит серебро изображения в Ag<sub>2</sub>S: воды 1 000 см<sup>3</sup>, гипосульфита 50 г, раствора сернистого натрия Na<sub>2</sub>S (1:100) 10—15 см<sup>3</sup>.

Совместная вираж-фиксация ванна особенно часто применяется любителями для вирирования небольшого числа отпечатков. Свинцовый вираж-фиксак: I—воды 1 000 см<sup>3</sup>, гипосульфита 200 г; II—воды 200 см<sup>3</sup>, азотнокислого свинца 40 г. Золотой вираж-фиксак: I—воды 900 см<sup>3</sup>, гипосульфита 200 г; II—воды 100 см<sup>3</sup>, азотнокислого свинца 10 г; III—воды 100 см<sup>3</sup>, хлорного золота 1 г. Смешивают 90 см<sup>3</sup> I, 10 см<sup>3</sup> II и 5 см<sup>3</sup> III; смесь не отличается стойкостью, отдельные растворы хорошо сохраняются.

Самокрашивающиеся (самовирующиеся или самотонирующиеся) бумаги содержат в светочувствительном слое вещества, входящие в состав виража. Они должны быть тщательно отмыты водой или раствором NaCl, а затем зафиксированы гипосульфитом и промыты.

Бумаги с проявлением. Окрашивание может быть произведено в самые различные тона. Укажем лишь несколько рецептов ванн, применяющихся после проявления, фиксирования, промывки и сушки отпечатков. Черно-коричневые тона: I (хранить в темноте)—воды 1 000 см<sup>3</sup>, красной кровяной соли 35 г, бромистого калия 10 г; II (составлять перед употреблением)—воды 100 см<sup>3</sup>, сернистого натрия 3 г. Отпечаток слегка отбеливается в I, затем кладется во II и промывается. Красно-коричневые тона: воды 1 000 см<sup>3</sup>, азотнокислого урана 15 г, шавелевой кислоты 12 г, бертолетовой соли 2,5 г, красной кровяной соли 6 г. Синие тона: I—воды 1 000 см<sup>3</sup>, красн. кровяной соли 10 г, аммиака 10 см<sup>3</sup>; II—воды 200 см<sup>3</sup>, хлорного железа 1 г, соляной кислоты 4 см<sup>3</sup>. Отпечатки совершенно отбеливаются в I, промываются и переводятся во II.

Нужно также упомянуть о вирировании растворами анилиновых красок. Для этой цели серебро позитивного изображения переводится (в специальной ванне) в галоидное, хромовое или железосинеродистое соединение, которое прокрашивается затем в ванне, представляющей раствор анилиновой краски. При этом «отбеленное» в первой ванне изображение является протравой для второй ванны.

В. для диапозитивов в общем те же, что и для бумажных позитивов. Здесь

приходится особенно заботиться о чистоте фона и прозрачности, для чего иногда применяется особая осветляющая ванна: 930 см<sup>3</sup> воды, 31 г медного купороса, 78 г гипосульфита и 31 г 30%-ной уксусной к-ты.

Вирирование позитивных кинолент производится по тем же принципам, что и вирирование бумажных отпечатков и диапозитивов. Особенно часто применяется вирирование в тона: сепия, синие (солями железа) и окрашивание анилиновыми красками.

Лит.: Энглиц Е., Основы фотографии, М.—Л., 1927; Лауберт Ю. К., Фот. рецепты и таблицы, 5 изд., М.—Л., 1927; Фогель Э., Карман, справочник по фотографии, М.—Л., 1927; Sedlczek E., Die Tonungsverfahren v. Entwicklungspapieren, 2 Aufl., 1923; Eder J. M., Rezepte und Tabellen für Photographie und Reproduktionstechnik, 10-11 Auflage, Halle a/S., 1921.

А. Рабинович.

**ВИРИАЛ.** 1) В механике относится к вопросу об устойчивости равновесия твердого тела, на которое действуют силы, постоянные по величине и направлению и сохраняющие свои точки приложения в теле при всяком положении последнего. Если  $X, Y, Z$ —проекции какой-либо из сил  $F$  на прямоугольные координатные оси, а  $x, y, z$ —проекции радиуса-вектора  $r$ , проведенного из начала координат к точке приложения силы, то вириалом данной системы сил называется

$$V = - \sum (Xx + Yy + Zz) = - \sum Fr;$$

это, при постоянстве сил,—функция координат точек их приложения. Бесконечно малому изменению положения тела соответствует изменение вириала

$$dV = - \sum (XdX + YdY + ZdZ) = - \sum Fdr,$$

определяющее собой *работу* (см.) сил, соответствующих этому перемещению, с обратным знаком. Этим устанавливается связь вопроса о В. с общим признаком устойчивости равновесия какой-либо системы материальных точек при действии каких-либо сил (см. *Потенциал и Равновесие*).

2) В теории тепла. Для достаточно большого промежутка времени (в периодич. движениях уже для одного периода или же для более значительного числа полных периодов) средняя живая сила системы выражается уравнением:

$$\sum \left( \frac{mv^2}{2} \right) = - \frac{1}{2} \sum (Xx + Yy + Zz) = \\ = - \frac{1}{2} \sum Fr,$$

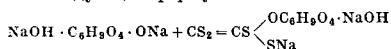
в к-ром скорость  $v$  и произведение  $Fr$  представляют тоже средние значения этих величин для взятого промежутка времени. Правая часть уравнения существенно зависит от действующих на систему сил, и при постоянных  $x, y, z$  средняя величина произведения  $Fr$  должна быть пропорциональна силе  $F$ , вследствие чего Клаузиусом и введен термин  $v$  и  $a$  л. Части В. для внешних и внутренних сил различают наименованиями внешнего и внутреннего В. Последнее ур-не м. б. прочтано так: средняя живая сила системы равна ее В. В тепловом движении средняя живая сила теплового движения частиц тела пропорциональна его абсолютной температуре. Теорико В. пытались применить к выяснению тепловых явлений.

**ВИРИДА**, зеленая бумага в фотографич. фонаре для темной комнаты, применяется при проявлении панхроматических и автохромных пластинок, чувствительных к красному цвету и нечувствительных к зеленому. Изготавливается фирмой Люмьер (Lumière).

**ВИРУАЛЬНАЯ ДЛИНА**, условная длина горизонтального и прямого ж.-д. пути между двумя пунктами, которая в том или ином отношении эквивалентна действительной длине существующего или проектируемого пути со всеми его подъемами и кривыми. Служит для сравнения ж.-д. линий между собой. Начиная с 1840 года был сделан целый ряд попыток дать надлежащее определение В. д. и ее ф-лу; в каждой из этих попыток делался ряд допущений, в большинстве случаев условных и дающих неверные результаты. В 3. Европе метод В. д. применяется очень мало; в Америке и у нас он почти не применяется. Для сравнения линий приходится прибегать к более сложным подсчетам, но в известных случаях методом В. д. пользоваться можно.

Лит.: Воскресенский Б. Д. и Буданов И. Д., Проблема профиля и траса ж. д., ч. 1, Москва, 1913; Оппенгейм К. А., Проектирование ж. д., ч. 3, Москва, 1925; Heges C., Die Baltimore-Ohio-Eisenbahn mit besonderer Berücksichtigung der Steigungs- und Krümmungsverhältnisse, Wien, 1844; Lindner A., Die virtuelle Länge u. ihre Anwendung am Bau u. Betrieb d. Eisenbahnen, Zürich, 1897; Baubin Ch., Des longueurs virtuelles d'un tracé de chemin de fer, Paris, 1880; Mütznere C., Die virtuellen Längen der Eisenbahnen, Zürich, 1914. М. Федоров.

**ВИСКОЗА**, изготовленная впервые в 1893 г. известными англ. химиками Кросс и Беван (Cross и Bevan), представляет собой растворимую в воде натровую соль целлюлозно-ксантогеновой к-ты, получаемую при действии едкого натра и сероуглерода на целлюлозу. При действии NaOH получается щелочная целлюлоза (гидратированная), а при действии на последнюю сероуглерода—натровая целлюлозно-ксантогеновая к-та (ксантогенат целлюлозы), которая в водном растворе носит название вискозы. Если целлюлозу погрузить в щелочь (NaOH) с уд. в. 1,25, что соответствует 24° Вё, так, чтобы она была вся погружена в этом растворе в течение 1—2 часов, то получается гидратированная целлюлоза, которую можно представить химической ф-лой  $\text{NaOH} \cdot \text{C}_6\text{H}_7\text{O}_4 \cdot \text{ONa}$ . Дальнейший химич. процесс может быть представлен следующей формулой:

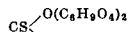


щелочная целлюлоза      серо-      ксантогенат целлюлозы  
углерод      (в растворе—вискоза)

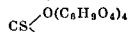
Наряду с В. образуются еще другие сернистые соединения, к-рые придают В. темнокжелтый оттенок. Содержание избытка щелочи в В. делает ее более устойчивой. Но, несмотря на это, вискоза с течением времени подвергается изменению, коагулируется, и в конечном итоге из нее осаждаются целлюлоза в виде гидрата целлюлозы. Если свежеприготовленную вискозу представить формулой  $\text{CS} \begin{array}{l} \text{OC}_6\text{H}_7\text{O}_4 \\ \text{SNa} \end{array}$ , то в течение известного

времени при отщеплении  $\text{CS} \text{—} \text{SNa}$  молекулярный вес углерода в В. увеличивается.

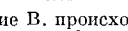
Первая фаза изменения выразится ф-лой:



вторая фаза:



третья фаза:



Это изменение В. происходит постепенно; так например первая фаза, где мол. вес В. соответствует 12 углеродным атомам ( $\text{C}_{12}$ ), наступает через 24 часа при 15°, а в течение 4 дней мол. вес В. уже соответствует 24 углеродным атомам ( $\text{C}_{24}$ ), и т. д. По мере увеличения мол. веса В. уменьшается ее растворимость. Вискоза с 6 атомами С в молекуле растворится в воде, в поваренной соли и в щелочи; В. с содержанием 12 атомов С в молекуле осаждается раствором поваренной соли в виде гидрата целлюлозы, причем осадок вновь растворится в воде; В. с содержанием 24 углеродных атомов в молекуле растворится только в щелочи, а при действии слабых органических кислот, к-рые нейтрализуют содержащуюся в В. щелочь, выпадает ксантогенат целлюлозы. По мере увеличения числа углеродных атомов в вискозе последняя имеет все большее и большее стремление выделить из своего раствора целлюлозу в виде ее гидрата. Этот процесс постепенного изменения В. в зависимости от  $t^\circ$  и времени в технике называют с о з р е в а н и е м В. В связи с тем, для какого технического применения предназначена В., ей дают созреть в большей и меньшей степени. Например В. с содержанием  $\text{C}_{24}$  (эта фаза наступает через 85—100 ч. при 15—16°) имеет главн. обр. применение для производства пряжи искусственного шелка. В. с содержанием  $\text{C}_{12}$  (такое содержание достигается в течение 24 ч.) имеет применение для производства прозрачных фильм, в текстильной промышленности и др. Если дать вискозе «перезреть», что происходит при долгом стоянии ее на воздухе, то выпадает желатинообразная масса—гидрат целлюлозы. Если эту массу выщелачивать водой, а затем оставить сохнуть на воздухе, то образуется твердое рогообразное тело с уд. в. 1,53, которое при переработке с окисью цинка дает пластик, массу, т. н. в и с к о и д. Чем выше  $t^\circ$ , при которой созревает вискоза, тем она скорее коагулируется. Например при 5—10° можно сохранить В. в течение 12—14 дней, а выше 70° коагуляция происходит немедленно. Соляная и серная к-ты осаждают из В. целлюлозу в виде гидрата целлюлозы, который в общем имеет те же химические свойства, что и первоначальный гидрат целлюлозы. Слабые кислоты, как углекислота ( $\text{CO}_2$ ), сернистый ангидрид ( $\text{SO}_2$ ), а также уксусная к-та, муравьиная кислота и т. д., не действуют на В., но разрушают такие примеси, как сернистые соединения и тиокарбонаты, к-рые образуются вместе с В.

**Производство В.** Исходным материалом для производства В. служит древесная целлюлоза, т. е. продукт химической обработки дерева, преимущественно хвойных пород. Для производства обыкновенно употребляется сульфитная или натровая целлюлоза;

последней отдается предпочтение как содержащей меньше смолистых примесей. Целлюлоза, вполне пригодная для производства В., должна содержать не менее 79—80%  $\alpha$ -целлюлозы и не более 2,0—2,2% гемицеллюлозы, от 0,2 до 0,5% золы, от 8,5 до 12% влаги и от 6 до 8% органич. веществ. Существенное значение имеет содержание золы, которое не должно превышать 0,6%. Если древесная целлюлоза недостаточно отбелена, то ее необходимо отбелить, прежде чем пустить в производство. Для этой цели ее обрабатывают в деревянных барках 1%-ным раствором соляной кислоты при 80°. Затем целлюлозу обрабатывают щелочью (1—2%) в течение 3—4 ч., после чего промывают и сушат. Из 1 м<sup>3</sup> елового дерева можно получить 128 кг целлюлозы; это количество целлюлозы даст 1 280 кг В. при средней вязкости 2 и при уд. весе 1,15.

Процесс производства вискозы распадается на след. фазы: I. Приготовление щелочной целлюлозы. II. Приготовление ксантогената целлюлозы. III. Растворение ксантогената целлюлозы. IV. Созревание и фильтрация вискозы.

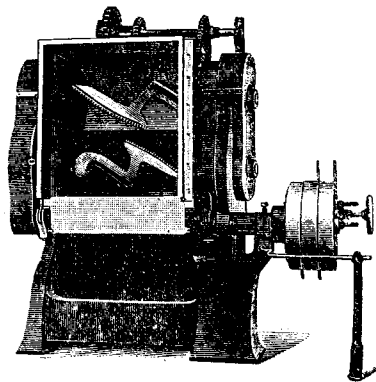
I. Процесс приготовления щелочной целлюлозы фабричным путем протекает след. обр. Древесную целлюлозу в листах погружают в горизонтальный пресс, который одновременно служит резервуаром для пропитки целлюлозы едким натром (процесс мерсеризации) и прессом для отжима избытка щелочи. Для пропитки целлюлозы употребляется раствор, содержащий 18% едкого натра (уд. вес 1,2—1,25), что соответствует 24° Вё. В резервуаре горизонтального пресса, который вмещает 100 кг целлюлозы, последняя мерсеризуется в течение 1—1½ ч., после чего избыток щелочи спускается, а пропитанная щелочью целлюлоза

сталыми зигагообразными, снабженными зубьями месилками, вращающимися в непролипаемых бусах, которые имеют разные скорости. Измельчитель устроен так, что он может быть поставлен во время работы под любым углом. Вместимость корпуса измельчителя обычно составляет 600—800 л. Измельченную так. обр. целлюлозу выгружают в небольшие жестяные круглые ящики вместимостью до 30—35 л каждый. Эти ящики помещают в камеру («томилка»), где щелочная целлюлоза остается в течение 60—80 ч. при 20—25°. Щелочная целлюлоза содержит приблизительно 15—16% NaOH, 25,5—26% целлюлозы и 1% Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>, а остальное—вода.

II. Приготовление ксантогената целлюлозы. По истечении вышеуказанного времени щелочную целлюлозу из ящиков выгружают в специальные аппараты, т. н. б а р а т ы, где она обрабатывается сероуглеродом, превращающим щелочную целлюлозу в ксантогенат целлюлозы. Барат представляет собою круглый или шестигранный железный барабан с охлаждающими цилиндрич. стенками, вращающимися на своих осях. В оси барабана вводят две трубы: одна из них, через к-рую выпускают сероуглерод, имеет мелко просверленные отверстия и покрыта сеткой, а другая служит для отвода газа. Аппарат снабжен герметич. затвором с вделанным в середине толстым стеклом для наблюдения за ходом процесса. Во время выпуска сероуглерода барат непрерывно вращается, причем щелочная целлюлоза постепенно изменяет свою окраску, переходящую из светложелтой в желтую и наконец в светлооранжевую. Весь процесс продолжается 3¼—4 ч. Количество прибавляемого сероуглерода составляет половину взятой сухой целлюлозы.

III. Растворение ксантогената. Из барага, находящегося во втором этапе, ксантогенат высыпает по трубе в мешалку, где происходит растворение ксантогената целлюлозы. Мешалка, емкостью в 1 500—3 000 л, представляет собою крытый железный вертикальный или горизонтальный резервуар с двойными стенками для охлаждения. На вертикальной оси приделаны проходящие между острыми трехгранными шипами крылья, которые прикреплены винтами к вертикальным стенкам мешалки. Корпус мешалки имеет герметически закрытую крышку с введенными двумя трубами для впуска требуемых для растворения материалов. Для выпуска служит находящийся внизу ventиль. Раньше всего выпускают в мешалку ок. 150 ч. щелочи (удельн. в. 1,25) и 600 ч. дистиллированной воды на 100 ч. первоначально взятой целлюлозы; затем высыпает ксантогенат и перемешивают в течение 1½—4 часов, пока весь ксантогенат не растворится в щелочи и в воде.

IV. Созревание и фильтрация В. Приготовленная, как указано выше, В. передается по 2,5-дм. трубе в вискозный погреб, где В. созревает в железных закрытых баках вместимостью в 3 000—5 000 л, при 15°, в течение 24—100 ч. в зависимости от ее дальнейшего техническ. применения. В баках В. держат все время при уменьшенном давлении, чтобы удалить пузырьки



отжимается тем же прессом таким образом, чтобы вес пропитанной щелочью целлюлозы после отжатия был примерно втрое больше веса первоначально взятой сухой целлюлозы. После отжатия целлюлоза поступает в измельчитель (см. фиг.), где происходит измельчение целлюлозы, что продолжается 3½—4 часа. Корпус измельчителя чугунный, с двойными стенками для охлаждения, со



воздуха, находящиеся в ней. Затем В. фильтруют через три фильтра-пресса. Материалом для фильтрации служат в порядке прохождения: суровая бумага, тонкий слой ваты и плотн. суровое хлопчатобумажное полотно. После пропуски 6—8 партий вискозы фильтровочный материал меняют. Такая В. имеет уд. в. 1,15 и содержит до 7% целлюлозы и до 7% щелочи.

Указанный способ приготовления В. применяется на большинстве фабрик, но существуют еще и другие способы приготовления В., кратко описываемые ниже. По англ. патенту Вильсона (Ковентри), при приготовлении щелочной целлюлозы и для ускорения процесса созревания, в щелочный раствор прибавляют какой-нибудь окислитель, как напр. перекись натрия, причем берут 2 ч. перекиси натрия и растворяют в 200 ч. 17,5%-ного раствора едкого натра. В таком растворе мерсеризуют целлюлозу при 18°, затем поступают, как указано выше. Приготовленную таким путем целлюлозу можно немедленно обрабатывать сероуглеродом, минуя процесс созревания, чем сокращается время, требуемое для созревания щелочной целлюлозы. По патенту Акционерного об-ва в Безансоне, к В. прибавляют какую-нибудь нейтральную соль, как сернокислый или хлористый аммоний, и перемешивают при уменьшенном давлении до полного удаления аммиака. Такую В. нет надобности подвергать созреванию, чем значительно сокращается время, а следовательно и рабочая сила.

Обесцвечивание В. Для некоторых технич. целей, как напр. для приготовления прозрачных пленок, В. для аппретирования, пластических масс и т. д., необходимо В. обесцветить. Укажем несколько таких способов. По способу Кросса, осаждают из свежеприготовленной В. ксантогенат целлюлозы соляной к-той или хлористым аммонием; осадок промывают, разбавляют слабой соляной кислотой и растворяют в соответствующем количестве воды и щелочи при комнатной  $t^{\circ}$ . По патенту Кросса, поступают след. обр. К 100 г ксантогената целлюлозы прибавляют 1 л кислого сернокислого натра (25% В $\delta$ ) и в течение 4—5 ч. оставляют эту смесь в спокойном состоянии, после чего ксантогенат отжимают и промывают несколько раз 1%-ным раствором кислого сернокислого натра—до тех пор, пока ксантогенат не станет совсем бесцветным. По патенту Соединенных фабрик искусственного шелка во Франкфурте, обесцвечивают В. тем, что нагревают свежеприготовленную В. выше 40° в течение нескольких часов. Если взять каплю такой горячей В. на стеклышко и облить ее хлористым аммонием, то получится совершенно прозрачная пленка, что служит признаком полного обесцвечивания В. По патенту Лине (Lunée), ксантогенат целлюлозы смешивают с этиловым спиртом; к спирту прибавляют немного воды и высушивают. Получается бесцветный порошокобразный ксантогенат. По франц. патенту Пелерена, для того чтобы придать пленке, полученной из В., мягкость и эластичность, прибавляют к целлюлозе глицерин или глюкозу. Поступают след. образом: смешивают 163 г сухой целлюлозы с 98 г чистого гли-

церина; к этой смеси прибавляют 120 г едкого натра, растворенного в таком количестве воды, чтобы раствор содержал 40% В $\delta$  едкого натра; все тщательно перемешивают и прибавляют затем 156 г сероуглерода; смесь перемешивают в закрытых цилиндрич. резервуарах, после чего ей дают некоторое время отстояться, а затем ксантогенат растворяют в таком количестве воды или слабой щелочи, чтобы содержание целлюлозы в вискозе составляло 6—7%.

**Применение В. В.** имеет применение преимущественно для производства пряжи искусственного шелка. Из всех существующих ф-к искусственного шелка в Европе и Америке 80% вырабатывают его из В. Вискоза имеет также применение для аппретирования тканей, для изготовления тонких прозрачных пленок, имеющих то преимущество перед целлюлоидными, что изготовленные из В. ленты не воспламеняются; также для изготовления искусственной кожи и для проклейки бумаги. Смешивая В. с окисью цинка или окисью железа, получают пластич. массы, из которых вырабатывают разные предметы галантереи (пуговицы, гребешки, зубные щетки и т. п.). Крепкий раствор В. может быть применяем как хороший клей. Прозрачная бумага целлофан и представляет собою тонкие листы целлюлозы, изготовленные из В. Толщина их не превышает 0,3—0,4 мм. Они могут быть окрашиваемы в любой цвет и поддаются гофрировке. Целлофан имеет большое применение для упаковок туалетных мыл, кондитерских товаров и т. д. См. *Искусственный шелк*.

Лит.: Анушин С. А. и Жирновский С. С., Искусственное волокно, Иваново-Вознесенск, 1927; Шапошников В. Г., Общая технология волоконных и красящих веществ, т. 8—Искусственные волокна, стр. 166—204, 2 изд., Москва—Киев, 1926; Г о а н е р т F., Emploi de la cellulose pour la fabrication des fils brillants, imitant la soie, Mühlhansen, 1909; C h a p l e t A., Les soies artificielles, P., 1926; B e g e t J., Die Herstellung u. Verarbeitung d. Viskose unter besonderer Berücksichtigung d. Kunstseidenfabrikation, B., 1926; H o t t e n r o t h V., Die Kunstseide, Lpz., 1926; Ullmann's. Encz. d. techn. Chemie, B. 7, p. 332—336, B.—Wien, 1919. С. Жирновский.

#### ВИСКОЗИМЕТР, см. Вязкость.

**ВИСКОЗИМЕТРИЯ**, отдел измерительной физики, имеющий предметом изучение вязкости текучих тел. Для измерения вязкости или величин, связанных с нею определенных соотношениями, служат приборы, называемые вискозиметрами. См. *Вязкость*, а также *Спр. ТЭ*, т. 1.

**ВИСКОЗИНЫ**, прозрачные смазочные масла желтого цвета, из числа тяжелых цилиндрических масел, применяемых для смазки цилиндров паровых машин, работающих как насыщенным, так и перегретым паром; в тот же разряд цилиндрических масел входят и близкие к В. в а п о р ы. Исходным сырьем при выделке В. служит нефтяной мазут (уд. в. 0,910—0,916). Однако мазут из апшеронских нефтей не дает В. непосредственно при первой перегонке. Для получения В. требуется либо концентрация дистилатов цилиндрического масла либо очистка мазута или полугудрона. Если процесс ведется на масле высокой вспышки, до 330° (масел с более высокой вспышкой из русских нефтей не выделывают), то применяется именно второй способ, либо в кислотном-щелочном

варианте либо в чисто кислотном. Первый из них состоит в сернокислотной очистке мазута, нейтрализации полупродукта едким натром, промывке и концентрации. Выход продукта тем меньше, чем выше его вспышка; так, при вспышке при  $t^{\circ}$  ок.  $250^{\circ}$  выход составляет 45%, а при вспышке ок.  $330^{\circ}$  — 10%. Масла, получаемые по этому варианту кислотного способа, содержат до 0,1% золы от неотмытых мыл. Второй вариант, чисто кислотный, разработан Л. Гурвичем. В этом процессе нефтяной полугудрон со вспышкой в  $250^{\circ}$  очищается только серной к-той, затем отстаивается от кислотного гудрона и продвигается в течение 10—12 часов перегретым паром при  $230^{\circ}$ . Полученный В. «3» для

перегретым паром, возрастала в 1909—1915 гг.—от 42,6 коп. до 45,0 коп. за кг. Ежегодный общий выпуск всех смазочных масел русских нефтеперевозными 3-дами за время с 1900 по 1914 г. колебался в пределах от 101,6 до 441,7 тыс. т, причем можно отметить тенденцию к возрастанию; минимум падает на 1906 год, а максимум — на 1913 год. За указываемое время выпущено смазочных масел всего 4 275,5 тыс. т. Вывоз за границу смазочных масел из бакинского района с 1883 по 1915 г. колебался в пределах от 23,9 тыс. т до 270,1 тыс. т. Данные 1927 г. о цилиндрических маслах для паровых машин, выпущаемых Нефтеиндикатом, сопоставлены в следующей таблице.

Масла Нефтеиндиката для цилиндров паровых машин.

Название масла	Удельный вес при $15^{\circ}$	$t^{\circ}$ вспышки по Бреннену не ниже	Вязкость по Энглеру при $100^{\circ}$ ( $E_{100}$ )	Сумма асфальта (по Гольде) и выше более	Условия применения масла
Для машин, работающих насыщенным паром					
Цилиндровое «3» . . . . .	0,890—0,920	$230^{\circ}$	1,8—2,2	0,05%	Давл. пара до 5 atm
Вискозин «3» . . . . .	0,910—0,925	$240^{\circ}$	3,0—4,0	0,3 %	» » » 12 »
Вискозин «5» . . . . .	0,915—0,930	$255^{\circ}$	5,0—6,0	0,4 %	» » » 15 »
Варор «Д» . . . . .	0,895—0,910	$265^{\circ}$	3,5—4,5	0,3 %	» » » 15 »
Нигрол «Л» . . . . .	0,915—0,945	$240^{\circ}$	5,0—7,0	—	» » » 8 »
Для машин, работающих перегретым паром					
Варор «Л» . . . . .	0,895—0,910	$265^{\circ}$	3,5—4,5	0,3%	$t^{\circ}$ пара не ниже $265^{\circ}$
Варор «М» . . . . .	0,900—0,915	$300^{\circ}$	4,5—5,7	0,4%	» до $310^{\circ}$
Варор «Т» . . . . .	0,905—0,920	$320^{\circ}$	5,5—6,7	0,5%	» выше $310^{\circ}$
Варор «Т» экстра . . . . .	0,905—0,920	$330^{\circ}$	6,0—7,0	0,5%	» очень высокая
Вискозин «7» . . . . .	0,920—0,930	$330^{\circ}$	7,0—8,0	0,5%	» до $310^{\circ}$ будет бо-
Вискозин «10» . . . . .	0,925—0,940	$325^{\circ}$	Не ниже $9,5^{\circ}$	0,6%	» до $300^{\circ}$ )лее густое масло

дальнейшего повышения вспышки концентрируется под вакуумом. Такие масла натровой золы не содержат вовсе, а железной содержат только следы.

Несмотря на удовлетворительные вспышки, цилиндрические масла из балаханских нефти невыгодно отличаются от американских большим содержанием смолистых веществ, вследствие чего они весьма вязки при обыкновенных  $t^{\circ}$ , тогда как при высоких — весьма подвижны. К тому же, по исследованию И. Гутта и Л. Гухмана (1925 г.), при температуре ок.  $300^{\circ}$  уд. вязкость даже для крайних В. отличается весьма немного. Напротив, американские цилиндрические масла подвижны при обыкновенных температурах, но сравнительно вязки при высоких. Этот недостаток масел из балаханских нефтей может быть устранен выделкой В. непосредственно из сырой нефти путем кислотной очистки ее и аммиачной нейтрализации, однако такой процесс дорог. Вapоры «М» и «Т» из эмбейской нефти в отношении вязкости близки к американским; получают они кислотной обработкой гудрона и солярового масла, отстоением и отгонкой следов кислоты и примесей солярового масла.

Стоимость в Москве цилиндрических масел для машин, работающих насыщенным паром, в 1902—1915 годах все время росла — от 17,7 коп. до 31,7 коп. за кг; стоимость цилиндрических масел для машин, работающих

Америк. смазочные масла типа цилиндрических, применяемые для машин с перегретым паром и получаемые концентрацией очищенного мазута, близки по свойствам к американским В. и носят название вальволинов. Как и у вискозинов, их преимущество, по сравнению с обыкновенными маслами равной с ними концентрации, — значительно более низкая  $t^{\circ}$  замерзания. Для примера в таблице приводятся характерные данные для трех вальволинов:

Цилиндровые масла	Уд. в.	Вспышка по Бреннену	Вязкость по Энглеру	
			при $50^{\circ}$	при $100^{\circ}$
Американский Valvoline AA Am. Dark spec. » »	0,888	$345^{\circ}$	—	3,13
	0,900	$305^{\circ}$	35	5,0
	0,905	$350^{\circ}$	—	6,9

Лит.: Нефтеиндикат, Таблица технических норм нефтепродуктов, М., 1927; Совет нефть и о м и л., Справочник по нефтяному делу, М., 1925; Гурвич Л. Г., Научные основы переработки нефти, 2 изд., М.—Л., 1925; Бауман А. Г., Смазочные масла СССР и техника их применения, ч. 1, М., 1925; Крылов П. А., Минер. и растит. масла для поливки инструментов, смазки машин, двигателей и разных механизмов, П., 1919; Власенко В. Е., К вопросу об очистке вискозинов, «Азербайджанское нефт. хоз.», Баку, 1925, 4, стр. 86—96; Гутт И. и Гухман Л., Вязкости при высоких температурах, стр. 87; Гутт Л., Опыт очистки вискозинов азобной, там же, 1, стр. 87; Добрянский А. Ф., Анализ нефтяных продуктов, М.—Л., 1925; Hold e d., Kohlenwasserstoffe und Fetts,

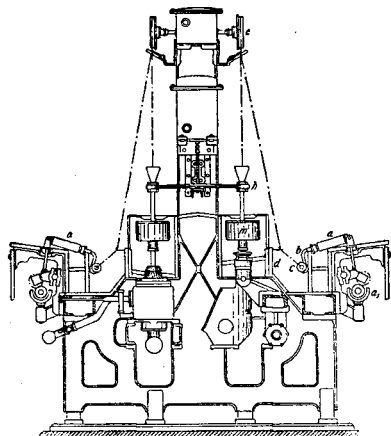
6 Aufl., Berlin, 1924; Lunge G. und Berl E., Chemisch-technische Untersuchungsmethoden, 7 Aufl., B. 3, Berlin, 1923; Ascher R., Die Schmiermittel, B., 1922; Engler K. u. Höfer H., Das Erdöl, Lpz., 1915—19. П. Флоренский.

**ВИСКОЗНЫЙ ШЕЛК.** Мысль об изготовлении шелкоподобных нитей зародилась уже давно, но окончательно решить эту задачу удалось только в 1884 году Шардоне (Франция), который добывал искусственную шелковую нить из раствора нитроцеллюлозы в эфир-алкогольной смеси. К 1904 году для массового изготовления искусственного шелка сохранилось только два процесса: упомянутый выше способ Шардоне и изготовленные искусственных нитей из целлюлозы в аммиачном растворе окиси меди—Деспейси (1890 г.). Следующим шагом в этом направлении был процесс изготовления шелковых нитей из вискозы, к-рый был изобретен в 1893 году известными химиками Кроссом и Беваном. Это изобретение сыграло выдающуюся роль в смысле обеспечения успеха искусственному шелку. Впервые В. ш. был продемонстрирован на Парижской выставке в 1900 г., и уже в 1903—1904 гг. открылись первые фабрики во Франции и Англии.

Процесс изготовления В. ш. распадается на следующие стадии: 1) приготовление прядильного раствора, т. е. вискозы, 2) прядение раствора, 3) восстановление нити, 4) размотка пряденной нити и 5) отделка пряжи, т. е. промывка, отбелка, сушка и пр.

1) Приготовление прядильного раствора — см. Вискозы; здесь следует только отметить, что созревание вискозы для получения вполне годного прядильного раствора должно происходить в течение 80—100 ч. при  $t^{\circ}$  не выше 15—16°.

2) Прядение. Филтрованная вискоза после созревания подается под давлением



в 3—3½ atm к насосам  $\pi$ , прядильных машин, откуда через небольшие фильтры  $a$  проходит через стеклянные изогнутые трубочки (червяки)  $b$ ; на концы трубочек герметически насажены колпачки (фильтры)  $c$  с соответствующим числом отверстий, имеющих в диаметре, в зависимости от тони-

ны нити, 0,05—0,08 мм. Из фильер вискоза поступает тонкой струей в восстановительную ванну  $d$ , где и формируется в нить. Нить, выходя из ванны, настолько прочна, что выдерживает трение направляющего стеклянного крючка, направляющего стеклянной трубки и быстро вращающегося подавательного стеклянного ролика  $e$ , а также тягу и крутку вращающейся вокруг своей оси алюминиевой кружки-центрифуги  $ж$ , делающей 5 200—5 500 об/м. В этой кружке нить, пройдя предварительно через стеклянную воронку  $h$ , отбрасывается центробежной силой к стенкам, где крестообразно наматывается и ссучивается. Такая прядильная машина, носящая название центрифугальной, может иметь различную конструкцию. В настоящее время большинство фабрик, вырабатывающих В. ш., работает на машинах центрифугальной системы, где каждое веретено снабжено отдельным мотором. Машина—двусторонняя, имеет по 30—35—40 веретен с каждой стороны. Суточная производительность такой машины составляет ок. 60—70—80 кг, т. е. каждое веретено вырабатывает 1 кг пряжи в сутки. Для выработки более тонких сортов шелковой пряжи пользуются прядильными машинами так назыв. бобинной системы; в этих случаях нить, выходя из фильер, наматывается крестообразно на небольшие бобины в виде параллельных несущих волокон; крутка волокон происходит на отдельных ватерных машинах. Здесь полученные нити достигаются двумя отдельными приемами, тогда как на первой машине процессы намотки и крутки нити происходят одновременно. Фильеры, через к-рые проходит нить, делаются из платины или из сплава золота (90%) и платины (10%). Число отверстий в фильере зависит от тонины нити и бывает от 16 до 65.

3) Восстановление нити. Для восстановления нити в настоящее время используются исключительно кислотными ваннами, имеющими то преимущество, что они недороги и нить осаждается из прядильного раствора кислотой уже в виде гидрата целлюлозы. Наиболее употребительная в настоящее время восстановительная ванна (патент Миллера 1906 г.) имеет следующий состав: серной кислоты 9%, глюкозы 9,5% и сернокислого цинка 1,5%;  $t^{\circ}$  40°. Конечно состав ванны может меняться в зависимости от местных условий. Так например во Франции фабрика Arc la Bataille применяет коагулирующую ванну, состоящую из серной кислоты, глюкозы и сернокислого аммония. Заслуживает внимания восстановительная ванна Кютнера (французск. патент). Патент предусматривает две ванны: в одной—нить восстанавливается из вискозы сернокислым аммонием; восстановленная нить наматывается на катушки, которые вращаются в другой ванне, состоящей из кислого сернокислого натра и какого-нибудь органического вещества. Восстановительная ванна, приготовленная тем или иным путем, нагревается до 50° в деревянной, выложенной свинцом барке, из которой по трубам распределяется во все отдельные ванны прядильных машин. Отсюда жидкость переходит в нижнюю

барку и затем подается насосом опять в верхний резервуар, где получает каждый раз добавление составных частей. Таким образом восстановительная ванна беспрерывно циркулирует из верхней барки в ванны прядильных машин, оттуда в нижний резервуар, затем опять в верхний, и т. д. Вентиляция в прядильной играет существенную роль, т. к. при прядении выделяются такие вредные для здоровья газы, как сероводород, сероуглерод, сернистый газ, меркаптаные соединения и др. Вентиляторы, устроенные в вентиляционных крышках прядильных машин, вытягивают воздух и газы через специально устроенные трубы, соединяющиеся в одну общую трубу-башню, через которую эти газы выходят наружу; по этой трубе непрерывно пропускаются хлористый цинк и щелочные растворы, которые поглощают газы. Башня деревянная и строится выше соседних зданий.

4) Размотка спряденной нити. Мотки нити в алюминиевых кружках имеют, в зависимости от толщины нити, вес от 400 до 600 г. Мотки содержат около 20% целлюлозы, 3,5% серной кислоты, ок. 3% глюкозы и 12,8% сернистого натрия, остальное—вода и разные примеси. Мотки, вынутые из кружек, сначала подвергаются в течение 4—5 часов действию пара в специально для этого устроенной парилке, которая имеет целью не давать солям выкристаллизовываться на мотках; запаривание способствует также и более легкой размотке нити. Обычно это делается на машине, состоящей из 80 мотовил, по 40 с каждой стороны; каждое мотовило имеет отдельный счетчик; и автоматически останавливается при разрыве нити. В зависимости от толщины длина нити в мотке колеблется от 1 000 до 2 000 м.

5) Отделка пряжи (промывка, сушка и отбелка). Из мотальной мотки поступают в моечную, где они подвергаются мойке на автоматич. машинах. Обычно на 1 кг шелковой пряжи расходуется от 400 до 500 л воды. После промывки мотки навешиваются на алюминиевых палках на специально устроенных тележках, по 600 мотков на каждую. На этих тележках мотки натягиваются, и тележки вкатываются в сушильн. камеры, где поддерживается температура 50—60°. В этих сушильных мотки сушатся под натяжением в продолжение 4 часов.

После сушки мотки шелка поступают в отбельную. Здесь они подвергаются отбелке на автоматич. машинах; машины эти имеют с каждой стороны по 20 фарфоровых роликов, на которые навешиваются мотки шелка. Ролики приводятся в движение при помощи находящихся наверху цепей и блоков, и мотки шелка погружаются в белильные ванны в следующем порядке: сначала они погружаются в барку с сернистым натром, нагретым до 45°, где растворяется находящаяся на них сера; затем последовательно в барки: с обыкновенной водой, с жавелевой водой, с соляной кислотой, вторично в барку с водой и наконец в барку, содержащую марсельское мыло.

После отбелки мотки шелка отжимаются в центрифугах, а затем вторично сушатся при 35°. Из сушильни шелковая пряжа по-

ступает в сортировку, где она распределяется по сортам. Тонина нити искусственно шелка различается по длине, представляющему собою нить такой тонны, чтобы 450 м ее весили 0,05 г (международное исчисление). Если напр. говорят, что нить искусственной пряжи составляет 150 денье, это значит, что нить длиной 450 м весит 7,5 г. Из В. ш. обыкновенно вырабатывают пряжу в 100, 150, 200 и 300 денье.

На 100 кг вискозного шелка расходуется обычно: 160 кг целлюлозы, 230 кг серной кислоты, 230 кг каустической соды, 50 кг сероуглерода, 4 кг цинкового купороса и 80 кг глюкозы. Для отбелки В. ш. требуется 10 кг хлорной извести, 10 кг кальцинированной соды, 8 кг сернистого натрия и 10 кг соляной кислоты.

Уд. вес В. ш. составляет в среднем 1,53, т. е. на 10% больше, чем удельн. вес натурального (1,36). Влажность В. ш. мало отличается от влажности натурального шелка и колеблется между 10—11%. В. ш. обладает свойством втягивать влагу и вследствие этого разбухает в воде, причем значительно теряет в своей крепости; эта потеря крепости доходит до 62%, но высушая В. ш. восстанавливает свою первоначальную крепость. Что касается натуральной шелковой пряжи, то при тех же условиях она теряет в своей крепости только 18,8%. Было предложено много способов сделать В. ш. более устойчивым по отношению к воде. Все методы увеличения крепости В. ш. сводятся к обработке последнего формалином (40%); крепость шелка в мокром состоянии при этом действительно увеличивается, но зато он несколько теряет в своей эластичности.

Отличить В. ш. от натурального не представляет никаких затруднений: при сжигании нитки натурального шелка ощущается запах жженого рога; если же сжечь нить В. ш., то чувствуется запах горелой бумаги. Химич. путем натуральный шелк отличают от вискозного, действуя на последний раствором иода в иодистом кали в присутствии серной кислоты; при этом получается синее окрашивание—характерная реакция на целлюлозу. На натуральный шелк под никакого действия не оказывает.

Мировое производство В. ш. За сравнительно короткое время практич. применения В. ш. произошло значительное развитие этой новой промышленности. Достаточно сказать, что мировое производство искусственного шелка в 1913 году составляло 12 млн. кг, в 1925 г.—94,5 млн. кг, а в 1926/27 г.—120 млн. кг, из к-рых на долю В. ш. приходится 80—82%. Особенное развитие производство искусственного шелка получило в Америке, где в 1913 г. производство В. ш. составляло всего 700 тыс., а в 1926 г. оно достигло уже 25 млн. кг. В Англии первая фабрика В. ш. была выстроена в 1905 г. и вырабатывала всего 250 тыс. кг пряжи в год, а в 1926 г. производство вискозного шелка поднялось до 12,8 млн. кг. По отдельным странам первое место по производству искусственного шелка в 1926 году занимали США—28 млн. кг, второе—Италия—17 млн. кг; затем: Германия—13,6 млн. кг, Англия—13,5 млн. кг, Франция—8 млн. кг

и др. государства. Из указанного количества на долю В. ш. следует отнести 83%. Рыночные цены за 1 кг В. ш. в З. Европе колеблются от 2,5 до 3,3 долл.

В СССР первая фаб. В. ш. была основана в 1909 году Акционерным об-вом «Вискоза» в с. Мытищах, близ Москвы, с капиталом в 400 000 долларов (после года работы этот капитал был увеличен до 750 000 долларов). В 1910/11 г. это об-во приступило к постройке второй ф-ки, на о-ве Даго (б. Эстляндская губ.); в 1913 г. новая ф-ка начала частично работать, но наступившая война приостановила ее работу. До 1914 г. производство мытищинской ф-ки достигало максимально 140 тысяч кг в год. Потребность же рынка в пряже искусственного шелка еще тогда была настолько велика, что ее ввозили из-за границы в 8—10 раз больше выработки этой ф-ки. С 1917 по 1924 г. мытищинская фабрика бездействовала, а с ноября 1924 г. она стала постепенно восстанавливаться, и в настоящее время производство В. ш. на ней достигло почти прежнего уровня. Пятилетний план промышленности СССР предусматривает производство искусственного шелка в 16 млн. кг пряжи, из к-рых больше половины будет уделено В. ш.

Применение В. ш. Главное применение В. ш. находит при выработке трикотажных изделий, а также при изготовлении различного рода тканей, где В. ш. играет роль утка. Из В. ш. изготавливаются также сетки, кисти, различные поументы и т. п. Очень эффектный вид имеют плюш и бархат из В. ш.; большое применение этой шелк имеет и для изготовления лент. В настоящее время появляются ткани, изготовленные на обычном вида ткацких станках, где в основе и в утке применяется В. ш., хотя многие до сих пор полагали, что искусственный шелк, и в частности В. ш., не может быть использован в качестве в виде основы. Большое применение в качестве и трикотаже имеет В. ш. совместно с другими видами текстильных волокон, как хлопок, шерсть и натуральный шелк. По мере улучшения качества В. ш. он находит все большее и большее применение.

Лит.: А н у ч и н С. и Ж и р м у н с к и й С., Искусствен. волокно, Изв.-Воен., 1927; Шапошников В. Р., Общая технология волокон и красящих веществ, М.—Л., 1926; К л е й н т а л е г е р Г., Die Kunstseide, В., 1929; Б е г г е т Л., Die Herstellung u. Verarbeitung d. Viscose, В., 1926; Н о т т е н р о т h V., Die Kunstseide, Leipzig, 1926; В е с к е r F., Die Kunstseide, Halle, 1912; С h a p l e t A., Les soies artificielles, P., 1926; А н к е u. E i c h e n g r ü n, Technologie d. Textilfasern, В., 1927; А в р а м М., The Rayon Industry, N. Y., 1927. С. Жирмунский.

**ВИСМУТ**, Вt, элемент 5-й группы периодическ. системы, ат. номер 83, ат. в. 209,0; в соединениях висмут преимущественно трехвалентен, редко пятивалентен; дает окисел  $\text{Bi}_2\text{O}_3$ , к-рый легко отдает 2 атома кислорода и переходит в низший окисел  $\text{Bi}_2\text{O}_3$ . В. обладает ясно выраженными металлическ. свойствами; металл серовато-белого цвета с красным оттенком, уд. вес 9,82,  $t_{\text{пл.}}$  270°,  $t_{\text{кип.}}$  выше 1500°, твердость 2,5; электропроводность 1,3, теплопроводность 1,8 (по сравнению с серебром, у которого эти величины приняты за 100). Висмут диамагнитен, в магнитном поле электрическое сопротивление

его увеличивается. На воздухе В. медленно окисляется в  $\text{Bi}_2\text{O}_3$ ; в к-тах растворяется: в азотной к-те, образуя  $\text{Bi}(\text{NO}_3)_3$ , и в горячей серной кислоте, образуя  $\text{Bi}_2(\text{SO}_4)_3$ ; при избытке воды выпадают его основные соли. В сплавах В. понижает  $t_{\text{пл.}}$  и электропроводность и делает сплавы хрупкими. Максимально допустимое содержание В. в электротехническ. меди 0,005%, в латуни 0,01%.

Рудами В. являются: самородный висмут, висмутовый блеск, или висмутин  $\text{Bi}_2\text{S}_3$ , медновисмутовый блеск  $\text{CuBiS}_2$ , клапротит  $\text{Cu}_6\text{Bi}_4\text{S}_8$ , висмутовая охра  $\text{Bi}_2\text{O}_3$ , висмутовый шпат  $3\text{Bi}_2\text{O}_3\cdot\text{CO}_2\cdot\text{Bi}_2(\text{OH})_6\cdot\text{H}_2\text{O}$ , висмутит  $\text{Bi}_2\text{O}_3\cdot\text{CO}_2\cdot n\text{H}_2\text{O}$ , висмутосферит  $\text{Bi}_2\text{O}_3\cdot\text{CO}_2$ , базовисмутит  $2\text{Bi}_2\text{O}_3\cdot\text{CO}_2\cdot\text{H}_2\text{O}$ . Из этих руд главнейшей является *висмутин* (см.). Руды В. встречаются гл. обр. в первичных месторождениях, связанных с интрузиями кислых пород, реже — во вторичных, в виде окислов и карбонатов. Главнейшими поставщиками руды висмута являются Боливия (департамент Потоси, Ла Пас) и Перу (окр. Колькихирса, в деп. Хуни). Меньшее значение имеют месторождения в Австралии, Европе (Саксония) и Китае. Добыча руд висмута производится подземными и открытыми разработками совместно с рудами олова, вольфрама, серебра, кобальта и др. Обоганительные процессы значительно увеличивают содержание В. в руде от нескольких % до 30% и выше; обогащение выполняется как вручную, так и механич. способами. Извлечение В. из руд производится сухим и мокрым способами. При сухом способе богатые руды и концентраты подвергаются предварительному обжигу для удаления S, As, Sb и других летучих примесей и затем поступают в восстановительную плавку в отражательных печах или тиглях с добавлением железа (для разложения висмутина), угля и флюса (известняка, плавикового шпата). Металлический В. собирается внизу под шлаком и штейном и легко отделяется в жидком виде. При мокром способе бедные руды, а также побочные металлургические продукты (шлак, полученный при электролизе Pb, Sn, Cu), обрабатываются соляной к-той и фильтруются; осажденная прибавлением воды хлоросое висмута ВtОСl восстанавливается до металла плавлением в железных тиглях с флюсом (сода, известь), а также древесным углем. Для получения технически чистого В. содержащиеся в сыром В. примеси As, S, Fe, Ni, Co, Au, Ag, Pb, Cu, Те обычно удаляются плавкой В. с очищающими веществами в зависимости от состава. Совершенно чистый В., необходимый для фармацевтических препаратов, получается растворением металла В. в азотной кислоте, осаждением водой нитрата В., фильтрованием и кипячением со щелочью для удаления следов свинца и мышьяка. Абсолютно чистый висмут получается электролизом азотнокислого В.

Мировое потребление В. (считая на металл) доходит до 500 т в год. Главный потребитель — США ( $\frac{1}{2}$  мирового потребления). Первое по потреблению висмута место занимает химико-фармацевтич. промышленность, затем производство легкоплавких

сплав и остальные производства. Рынок находится в руках Висмутового синдиката во главе с фирмой Johnson Mathey and Co. Ltd. London, который устанавливает цены на металлы В., а также регулирует добычу всех месторождений. Один месторождения Боливи легко могут удовлетворить весь мировой спрос на руду В. Цена В. за англ. фн. с 1910 г. и до 1914 г. была 7 шилл. 6 пенсов, во время войны 1914—18 гг. поднялась до 12 шилл., к концу 1924 г. упала до 5 шилл. и затем вскоре снова поднялась до 10 шилл. СССР добычи В. не ведет и покрывает всю потребность импортом. В 1913 г. в Россию было ввезено висмутовых (главн. обр. азотно-кислых) солей ок. 48 т на сумму 114 тыс. р. В настоящее время потребность Наркомздрава в азотнокислом В. определяется в 35 т. Возможность нахождения висмутовых руд и их использования в пределах СССР была установлена во время войны К. А. Ненадкевичем, который с 1918 по 1920 год выплавил 500 кг металлического В. Для получения В. возможно использовать его месторождения в золотосных песках Карийского района, по рекам Ивановке и Таратухше, по притокам р. Кары, впадающей в Шилку, на Шерловой горе; кроме того висмут встречается в месторождениях цветных камней и вольфрамита и в Букунгинском вольфрамитовом месторождении в Забайкалье. Получение висмута возможно также в качестве побочного заводского продукта при обработке свинцово-серебряно-цинковых руд из месторождений по реке Тяхюхе, по побережью Японского моря.

Лит.: Подочников В., Висмут, сборник «Ест. произв. силы России», т. 4, вып. 17, Петроград, 1923; Ненадкевич К. А., Очерк исследований висмутовых руд Забайкалья, «Труды Гос. инст. нар. образ. в Чите», Чита, 1922, кн. 1, стр. 65—82; Ферсман А., Висмут, Хим.-технич. справочник, т. 1—Исходное сырье, ч. 1, стр. 19, 2 изд., Петроград, 1923; Allen B., Bismuth ores, London, 1925; Fr. Ullmann's Enzyklopädie der technischen Chemie, Berlin—Wien, 1923, В. 12, р. 82. Н. Владович.

**ВИСМУТА СОЕДИНЕНИЯ.** В своих солеобразных соединениях висмут является полочительным трехвалентным ионом  $\text{Bi}^{+++}$ . Растворы его солей бесцветны, имеют кислую реакцию и легко гидролизуются, давая трудно растворимые основные соли. Исходным материалом для приготовления В. с. служит металлический висмут.

Известны четыре кислородных соединения висмута: закись  $\text{Bi}_2\text{O}_3$ , окись  $\text{Bi}_2\text{O}_3$ , перекись  $\text{Bi}_2\text{O}_4$  и ангидрид висмутовой кислоты  $\text{Bi}_2\text{O}_5$ . (Существование  $\text{Bi}_2\text{O}_3$ ,  $\text{Bi}_2\text{O}_4$ ,  $\text{Bi}_2\text{O}_5$  некоторые авторы считают сомнительным.) Закись висмута получается при выливания солянокислого раствора его хлористой соли  $\text{BiCl}_3$  вместе с хлористым оловом  $\text{SnCl}_2$  в разбавленный раствор едкого кали; закись висмута представляет собою серый кристаллический, легко окисляющийся порошок; сильные кислоты разлагают ее на металл и окись. Окись висмута, висмутовая охра,  $\text{Bi}_2\text{O}_3$ , получается при прокаливании металлического висмута или его азотнокислой или углекислой соли и имеет вид желтых, нерастворимых в воде иголок; с к-тами она дает соли висмута. Гидрат окиси,  $\text{Bi}(\text{OH})_3$ , выпадает из кислого раствора азотнокислого висмута при осажде-

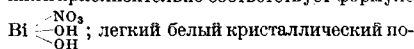
нии его избытком аммиака. В технике окись висмута применяется для изготовления стекла с большим показателем преломления, для красной эмали и в керамике. Метависмутовая кислота,  $\text{HBiO}_3$ ; калийная соль этой кислоты получается при пропускании струи хлора в суспендированную в едком кали окись; при этом получается также  $\text{Bi}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ .

С хлором висмут образует два соединения:  $\text{BiCl}_2$  и  $\text{BiCl}_3$ . Треххлористый висмут  $\text{BiCl}_3$  получается при пропускании струи сухого хлора над накалившимся порошком висмута или при растворении висмута в крепкой соляной к-те или в царской водке; раствор выпаривают и остаток перегоняют. Треххлористый висмут представляет собою белую гигроскопическую массу уд. в. 4,56,  $t_{\text{пл.}}$  230°,  $t_{\text{кип.}}$  430°; с соляной кислотой и хлористыми солями щелочных металлов дает двойные соли состава:  $\text{BiCl}_3 \cdot 2\text{HCl}$ ;  $\text{BiCl}_3 \cdot 2\text{KCl} \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ;  $\text{BiCl}_3 \cdot 2\text{CsJ} \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ ; при разбавлении большим количеством воды гидролизуются и переходят в хлорокись висмута,  $\text{BiOCl}$ , белый аморфный, нерастворимый в воде порошок, применяемый для приготовления белых (см.) и как средство против веснушек. Трехокислый висмут,  $\text{Bi}_2\text{O}_3$ , получается возгонкой в струе углекислоты порошка висмута (21 ч.) с металлич. иодом (38 ч.), имеет вид черных листочков с металлич. блеском, растворим в спирте. При кипячении с водой  $\text{Bi}_2\text{O}_3$  образует иодокись висмута,  $\text{BiOJ}$ , кирпично-красный тяжелый, не имеющий запаха порошок, применяемый для присыпки ран взамен ксероформа.

Азотнокислый висмут,  $\text{Bi}(\text{NO}_3)_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ , получают при постепенном прибавлении измельченного металлического висмута (1 ч.) к нагретой до 80° азотной кислоте удельного веса 1,2 (5 ч.) по уравнению:  

$$2\text{Bi} + 8\text{HNO}_3 = 2\text{Bi}(\text{NO}_3)_3 + 4\text{H}_2\text{O} + 2\text{NO}$$

Отстоявшийся горячий раствор сливают с осадка; при остывании из раствора выпадают кристаллы  $\text{Bi}(\text{NO}_3)_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ ; их промывают слабой азотной кислотой и сушат при обыкновенной температуре. Из маточного раствора при упаривании можно получить еще некоторое количество кристаллов в виде больших прозрачных призм, плавящихся при 78°. Азотнокислый висмут хорошо растворим в воде и глицерине; его водные растворы имеют кислую реакцию; он служит исходным материалом для получения ряда солей висмута, применяемых в медицине: д е р м а т о л (соль галловой к-ты), к с е р о ф о р м (соль трибромфенола), соль салициловой к-ты и т. д. Основной азотнокислый висмут получается при разбавлении растворов азотнокислого висмута большим количеством воды; состав его колеблется в зависимости от условий осаждения и приблизительно соответствует формуле



отлива на керамических изделиях, а также для нанесения на них золота.

Лит.: G m e l l e n - K r a u t, Handbuch der anorganischen Chemie, 8 Aufl., 1927. А. М. Московск.

**ВИСМУТИН** (висмутый блеск), минерал ромбич. системы, встречающийся в сплошном виде или вкрупненном, а также в зернистых, шестоватых, жилковатых и листоватых агрегатах. Цалом В. не совершенно раковнистый; тв. 2—2,5; мягко и несколько режется ножом; уд. вес 6,4—6,6; цвет свинцово-серый, иногда с желтым или пестрым оттенком; блеск металлический; непрозрачен; проводник электричества. Химический состав В.:  $\text{Bi}_2\text{S}_3$  (81,25% Bi и 18,75% S). Перед паяльной трубкой легко плавится, причем кипит и разбрызгивается; в восстановительном пламени дает королек висмута. Висмутин является типичным минералом рудных жил и часто встречается совместно с самородным и углекислым висмутом.

Продуктами разложения В. являются минералы: висмутит,  $\text{Bi}_2\text{O}_3\text{CO}_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ , висмутый шпат,  $3\text{Bi}_2\text{O}_3\text{CO}_3 \cdot \text{Bi}_2(\text{OH})_6 \cdot \text{H}_2\text{O}$ , висмутовая охра,  $\text{Bi}_2\text{O}_3$  (89,66% Bi и 10,34% O). Висмутин встречается во многих местах Швеции (Риддартиттан), Венгрии (Рецбанья), Англии (Корваллис), Боливии (горы Илдампу), Австралии (Квинсленд); в СССР известны месторождения В. в Сибири (Ново-Зерентуйский рудник Черчинского округа).

В. применяется главным образом в промышленности для получения *висмута* (см.). Лит.: Ф е д о р о в с к и й Н. М. Минералы в промышленности и сель. хозяйстве. Л., 1927; Л е б е д е в Г. Учебник минералогии, СПб., 1907.

**ВИСМУТОВАЯ БЕЛАЯ**, основная азотно-висмутная соль (см. *Висмута соединения*), получаемая обработкой металла. висмута дымящей азотной кислотой в избытке воды. В. б.—белый нежный порошок, быстро темнеющий на воздухе вследствие образования черного сернистого висмута; поэтому В. б. надо хранить в плотно закрытом сосуде. Применяется исключительно в косметике как белила. Как малярная краска В. б. не употребляется в виду ее дороговизны.

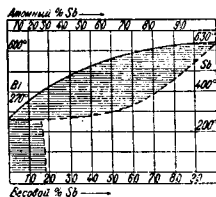
**ВИСМУТОВАЯ СПИРАЛЬ**, прибор для измерения магнитного поля, основанный на свойстве висмута увеличивать сопротивление под действием магнитного поля (до 6% при возрастании напряженности поля на 1 000 А/см). Висмутовая проволока свертывается в виде весьма тонкой, сплюсненной бифилярной спирали, диам. ок. 1 см и толщ. в 1 м.м, и зажимается между двумя слюдяными листочками (С.); концы В. с. припаиваются к двум медным проволокам *аа* для



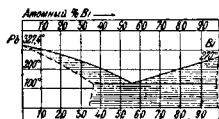
присоединения к прибору, измеряющему сопротивление. Благодаря малым размерам В. с. легко помещается в межполюсные пространства. Располагая В. с. перпендикулярно к линиям сил поля, можно по сопротивлению ее судить о напряженности поля, причем калибровка производится на заранее известных полях. При нагревании получается значительно меньшее увеличение сопротивления (при нагревании до 100°—в 2,5 раза). Поэтому желательно производить

измерения при той темп-ре, при к-рой была калибрована В. с. Кроме того на действие магнитного поля сильно влияет форма тока, проходящего через висмутую спираль. Поэтому предпочтительно пользоваться прямым (постоянным) током.

**ВИСМУТОВЫЕ СПЛАВЫ**, довольно многочисленная группа сплавов разнообразного состава, содержащих Bi в количествах от 1 до 60%. В качестве других компонентов в В. с. входят Pb, Sn и Cd, реже Sb и Cu. В. с. характеризуются низкой  $t^{\circ}$  п.а. и резко выраженной хрупкостью, для некоторых сплавов затрудняющей, а для других—совершенно исключающей возможность проковки и прокатки. Степень хрупкости находится в зависимости от содержания Bi. Малая усадка висмутовых сплавов при затвердевании позволяет применять многие из них для производства отливок с тонкими извилистыми контурами и сложным рисунком. На фиг. 1—6 представлены со-



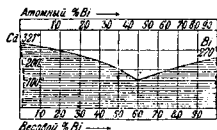
Фиг. 1.



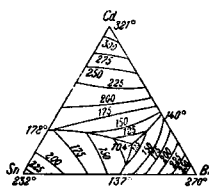
Фиг. 2.

ответственно диаграммы плавкости систем: 1) Bi+Sb, 2) Bi+Pb, 3) Bi+Cd, 4) Bi+Cu+Sn, 5) Bi+Pb+Cd, 6) Bi+Sn+Pb, которые дают представление как о характере В. с., так равно и о  $t^{\circ}$  п.а. и  $t^{\circ}$  сж. их при различных содержаниях составляющих.

Из всего количества В. с. отметим сплав Липовича с содержанием 50% Bi, 27% Pb, 13% Sn, 10% Cd, при 70° вполне переходящий в жидкое состояние. Он применим как припой для пайки олова, свинца, британского металла и т. п. сплавов и для изготовления очень тонких деталей отливкой в гипсовых формах. Самую операцию отливки производят следующим образом: готовый сплав в твердом состоянии, в виде кусков соответствующей величины, закладывают



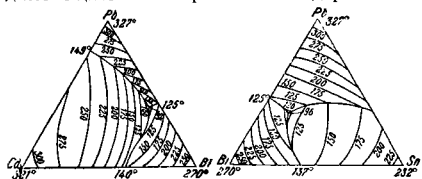
Фиг. 3.



Фиг. 4.

в гипсовые формы, к-рые затем помещают в кипящую воду; переходя в жидкое состояние, металл заполняет самые мельчайшие контуры формы. Изготовление сплава производят в тигле (железном или чугуном), причем жидкий металл, в виду

различного уд. веса составляющих, необходимо тщательно перемешивать деревянной



Фиг. 5.

Фиг. 6.

мешалкой. Сплав Липовица имеет цвет оплодотворенного серебра.

В табл. 1 приведены наиболее часто применяемые висмутовые сплавы.

Табл. 1.—Состав висмутовых сплавов (в %).

Bi	Pb	Sn	Cd	t° пла.	Наименование
55,56	—	33,33	11,12	95°	—
52,50	32,00	15,50	—	96°	Сплав Розе
50,16	24,90	14,20	10,80	70°	Вуда
20,50	20,50	33,30	25,70	75°	—
20,0	40,0	40,0	—	142°	—
11,12	47,44	41,44	—	160°	—

Последние три сплава, содержащие висмут в подчиненных количествах, являются более дешевыми.

В.с. в расплавленном виде применяют также в качестве металлической ванны при отпуске стали. В табл. 2 приведены сплавы типа нейзильберов, в состав к-рых Вi входит в незначительном количестве.

Табл. 2.—Состав висмутовых сплавов типа нейзильберов (в %).

Cu	Ni	Sb	Bi	Sn	Zn	Al	Примечание
25,0	24,0	50,0	1,0	—	—	—	Для рефлекторов
45,0	22,5	—	1,0	10,0	21,5	—	Для изготовления чашек, ложек и т. д.
69,0	10,0	—	1,0	5,0	24,0	1,0	

Некоторые из В.с. с успехом применимы в ламповом и т. п. производствах в качестве нерастворимой в керосине замазки для крепления стеклянных частей к металлическим и наоборот. Для этого можно рекомендовать следующие составы сплавов:

Bi	Pb	Sn
36,35	36,35	27,30
33,25	40,00	26,75

Висмутовые амальгамы получаются добавкой ртути в расплавленный Вi. Чистая висмутовая амальгама отличается блестящим серебряным цветом, но дорога. Чаще в состав ее, в целях удешевления, вводят Pb и Sn. Амальгама состава 53,5% Вi, 17,1% Pb, 18,7% Sn, 10,7% Hg применяется в качестве наполнителя при изготовлении анатомич. препаратов (при 90—95°). См. *Спр. ТЭ*, т. II.

Н. Соколов.

**ВИСТРА**, прочная ткань для одежды. Производится волокна В. мало отличается от

производства искусственного шелка по вискозному способу и даже проще его, так как отпадает процесс созревания вискозы, сушения волокон и разматывания на мотки. Волокно В. после механич. обработки имеет вид длинной и широкой ленты и под названием топса прячется самостоятельно или в смеси с хлопком или шерстью; получается очень прочная ткань для платьев, причем практика показала, что В., приготовленная из вискозы, лучше всего м. б. спрядена для камвольного прядения. Один из недостатков искусственного шелка—потеря прочности в воде—значительно уменьшается в волокне В. Цена волокна В. в Германии—2 р. 40 к. за кг. В 1925 г. в Европе было выработано до 25 000 т изделий из В. По пятилетнему плану промышленности СССР предполагается выработать В. по вискозному способу около 5 000 000 кг.

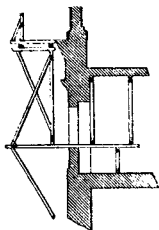
Волокно вистры впервые появилось на рынке в Германии во время войны 1914—1918 гг., когда в средней Европе ощущался большой недостаток в хлопке и шерсти. *Лит.*: «Mellands Textilber.», Mannheim, 1927, p. 86; «Sachs. Textilber.», 1926, p. 100. **Б. Жаруцкий.**

**ВИСЦЕЛИНОВЫЙ ШЕЛК** представляет собою искусственную нить, имеющую по наружному виду большое сходство с конским волосом; в отличие от последнего она менее эластична и более восприимчива к воде. В. ш. выделяется своим блеском, окрашивается теми же красителями, что и вискозный шелк, и м. б. выработан в любую длину. В. ш. получается тем же путем, что и вискозный шелк (см.), т. е. восстановлением вискозы при помощи серной кислоты и какой-либо сернокислой соли, причем диаметр отверстия фильера, через к-рый проходит вискоза в восстановительную ванну, составляет не менее 0,5 мм. В зависимости от способа приготовления В. ш. носит различные названия: сириус (приготовленный из медно-аммиачного раствора целлюлозы), пан, гелос и другие. Висцелиновый шелк находит применение в текстильной промышленности для производства тесьмы, галунов, лент, а также для отделки шляп.

*Лит.*: Becker Fr., Die Kunstseide, Halle, 1914; Böken M., Die Kunstseide a. d. Weltmarkt, B., 1926.

**ВИСЮЛЬНИ**, отрезки железной проволоки различной длины и диаметра, служат грузом, который способствует опусканию аркатных шнуров и лиц при закрытии зева в жакардовом ткачестве. Один конец у висюлек сплюснен и продырявлен, чтобы иметь возможность привязывать концы нижних подвязей лиц. В зависимости от рода материала основы, номера ее и плотности вес В. колеблется от 10 до 100 г (2,5—25 золотников); для хлопчатобумажных тканей берут висюльки весом от 12 до 20 г (3—5 золотников). См. *Ткацкое производство*.

**ВИСЯЧИЕ ЛЕСА**, применяются в тех случаях, когда приходится надстраивать верхн. этажи уже готового здания. Конструкция висячих лесов (выносных) крайне разнообразна и основана на использовании в





качестве опоры для лесов самого строения (см. фиг.). Размеры и положение В. л. должны быть точно рассчитаны в зависимости от нагрузки. В СССР В. л. делают обыкновенно из круглого леса, за границей—часто с металлическими частями.

### ВИСЯЧИЕ МОСТЫ, см. Мосты.

**ВИСЯЧИЕ СТЕНЫ**, стны, тяжесть которых передается не непосредственно на фундамент, а на деревянный или металлический каркас здания. В фахверковых постройках основной лежень каркаса укладывается на каменные столбы, с ним соединяются вертикальные стойки, которые располагаются в зависимости от размещения дверных и оконных отверстий. Угловые стойки укрепляются подкосами. Все вертикальные стойки соединяются между собою прогонами в виде брусьев или ферм, расстояние между которыми при кирпичной кладке определяется по числу рядов кирпичей, заполняющих каждое поле. В верхний, обвязочный венец вкручиваются потолочные балки, поверх которых врубается мауэрлат. При деревянно-металлическом каркасе стойки из двутавровых балок устанавливаются на расстоянии от 3 до 4 м, и нижние концы стоек заделываются в каменный фундамент. К стенке двутавровой стойки между ее таврами на определенном расстоянии приклепывают или прибалчивают железные уголки. На эти уголки, как на опоры, укладывают, при деревянных В. с., деревянные горизонтальные брусья, соединяя их с уголками при помощи болтов. Для устройства окон и дверей между деревянными прогонами заводят стойки и поперечины, образуя амбразуру отверстия. При деревянных висячих стенах после выполнения каркаса приступают к обшивке стен досками.

С целью сделать В. с. более теплыми проемкут между наружной и внутренней обшивкой можно заполнить алебастрово-пробковым бетоном, для чего мелкие пробковые крошки перемешивают с насухо а алебастром. Кроме алебастрово-пробкового бетона заполнить проемкут между двумя обшивками такой В. с. можно также сфагнумом или сухими опилками. Но сфагнум и опилки с течением времени уплотняются, садятся и образуют пустоты, которые приходится снова заполнять; кроме того вследствие гигроскопичности древесных опилок в здании заводится сырость. При каркасе, построенном из одного металла, В. с. делают кирпичными, реже—бетонными. Каркас здания представляет собой решетчатый металлический фахверк, где ряд решетчатых балок, стоек, раскосов составляет скелет В. с., которая покоится на колоннах, стоящих на отдельных фундаментных башмаках. Необходимые в В. с. окна и двери выделены в скелете вертикальными и горизонтальными стержнями, которые играют роль рамы и к которым прикрепляются на петлях дверные полотна и оконные переплеты. Все пространство решетчатого скелета заделывают кирпичом на цементном растворе, причем балки служат опорой для кирпичной заделки В. с., а стойки разделяют всю поверхность В. с. на ряд панелей; таким образом соответствующий вес заполнения кирпичом

В. с. не передается нижним этажам, а лишь поддерживающей данную панель решетчатой балке, которая обоими своими концами передает его стойкам.

Каркасная конструкция построек дает возможность для фабрично-заводских зданий осуществлять фасадные В. с. со сплошным остеклением. Здания этого типа получили распространение в Америке; их начинают строить и в СССР. Сущность конструкции следующая: ряд стальных стоек, установленных на отдельных фундаментах, образует как бы простенки; по высоте этажки к стойкам приклепывают горизонтальные балки в плоскости фасадов здания; горизонтальные балки делают всю высоту здания на ряд этажей. Затем к этим балкам приклепывают на соответств. расстояния друг от друга потолочные балки, другим своим концом опирающиеся на прогоны внутренних стен. В образующиеся прямоугольные пространства, ограниченные фасадными стойками и балками, вставляются двойные металлические оконные переплеты, которые сплошь застекляются. Необходимо указать, что такие В. с., даже из кирпича с металлич. поддерживающими конструкциями, хотя и весьма распространены в фабрично-заводском строительстве за границей, д. б. отнесены к строящимся зданиям, а потому и не вполне безопасны в пожарном отношении. Часто во время пожара опорные балки, нагреваясь, деформируются, обрываются, и стены падают. Для придания им большей пожарной безопасности, т. е. для превращения их во вполне огнестойкие сооружения, необходимо все металлические части покрыть изолирующим огнеупорным материалом. Иногда металлические части, в целях безопасности от огня, заменяют железобетоном; получается смешанная кирпично-железобетонная постройка с остовом из вертикальных железобетонных колонн как наружных, так и внутренних стен, связанных горизонтальными балками из армированного бетона. Междуетажные перекрытия выполняются также из железобетона. Заполнение В. с. производится кирпичной кладкой по прогону из армированного бетона.

Лит.: К е р с т е н К., Железобетонные гранд-спансы и инженерные сооружения, М., 1926; Го ф м а н В. Л., Пашурова и конструирование фаб.-зав. зданий, ч. 4, Л., 1927; СП, М., 1927. И. Запорожн.

**ВИТАМИНЫ**, вещества, находящиеся в очень малых количествах в пище и обладающие свойством делать ее полноценной. В. необходимы для питания, и отсутствие их вызывает тяжелые расстройства функциональной деятельности, т. наз. а в и т а м и н о з ы: бери-бери, пеллагра, цингу (скорбут), рахит, фурункулез и др. Открытые в 1912 г. К. Функом, В. являются объектом многочисленных исследований, к-рые однако не выяснили до сих пор сущности действия В. Наиболее распространенные взгляды сводят действие В. к гормонам. В последнее время делаются попытки получить В. в чистом виде. На основании физиологич. свойств К. Функ предложил различать следующие категории В. 1) Истинные витамины, содержащие азот и разрушающиеся щелочью. Их три: витамин В, растворимый в воде и алкоголе, устраняющий явления

неврита и перерождения, вызванные безвитаминной пищей; витамин С, растворимый в воде,—антискорбутный, и витамин D, необходимый для размножения дрожжей. 2) Безазотистые В., не разрушаемые щелочью,—витагстеролы. К ним относятся: витастерол А—антиксерофталмический, растворимый в жирах; витастерол Е—антирахитический, также растворимый в жирах, и витастерол F—фактор размножения. В. образуются только в растительных организмах и к животным попадают только с пищей. В. легко разрушаются от окисляющего действия воздуха, от сильного нагревания, от разных видов консервирования пищи. Наиболее богаты отдельными витаминами зеленые овощи, травы, помидоры, шпинат, яичный желток, свежее молоко, сливочное масло, рыбий жир, наружные покровы зерен риса, пшеницы, ржи и других злаков, а также фрукты—апельсины, лимоны и т. п. Разными витаминами одновременно богаты помидоры, лимонный и апельсиновый сок.

Лит.: Ф у н к К. Витамин. Их значение для физиологии и патологии с особым обозрением авитаминозов, М., 1922; Р е м а н Ф., Искусственное питание и витамин, М.—П., 1922. О. Магдосен.

**ВИТВОРТА НАРЕЗКА**, наиболее распространенная в настоящее время в Европе тип английской винтовой треугольной нарезки для болтовых соединений. Образующая винтовой поверхности (см. фиг.)—равнобедренный т-р-к с углом при вершине в  $55^\circ$  высотой  $t_0 = \frac{1}{2} h \operatorname{ctg} 27\frac{1}{2}^\circ = 0,96049h$ , где  $h$ —высота подъема за один оборот, т. е. ход винтовой нитки. Выступам и впадинам нарезки дают закругление на глубину  $\frac{1}{16} t_0$  радиусом  $0,143 t_0$ , т. е.  $t = \frac{2}{30} t_0$ . Ход винтовой нитки выбирают так,

чтобы  $h = nd$ , где  $d$ —наружный диаметр нарезки, причем для  $d = \text{от } \frac{1}{4} \text{ до } 6$  англ. дм.  $n$  изменяется от  $\frac{1}{5}$  до  $\frac{1}{15}$ . Внутренний диаметр нарезки  $d_1 = d - 2t$ . В системе Витворта винты с  $d = \text{от } \frac{1}{4} \text{ до } 1\frac{3}{4}$  англ. дм. выполняются с целым числом нарезок на 1 п. дм., а  $d$  отличаются в долях дюйма: сначала на  $\frac{1}{16}''$  (до  $d = \frac{1}{2}''$ ), затем на  $\frac{1}{8}''$  (до  $d = 2''$ ) и наконец на  $\frac{1}{4}''$  (до  $d = 6''$ ). В. н. нормализована в Германии в DIN 12; в СССР в ГОСТ 33.

**ВИТЕРИТ**, минерал хим. состава  $\text{BaCO}_3$ , содержание 77,68%  $\text{BaO}$  и 22,32%  $\text{CO}_2$ ; тв. 3—3,5; уд. в. 4,2—4,3; система ромбическая. Перед паяльной трубкой В. сплавляется в эмалевидное стекло, окрашивая пламя в желто-зеленый цвет. В слабых к-тах растворяется с шипением. Образует обычно лучисто-шестоватые, шаровидные или сплошные скопления. Промышленно ценные месторождения известны в Англии в Нортумберленде, где витерит образует мощную жилу совместно с кальцитом и баритом; в СССР в сколько-нибудь значительных количествах не встречается. В. является прекрасной рудой для приготовления препаратов бария.

**ВИТСТОНА МОСТИК**, У и т с т о н а м о с т и к, схема для измерения электрического сопротивления при помощи нулевого метода (см. Мостик Витстона).

**ВИТЕРИЛЯ ПРОЦЕСС**, процесс обработки руд (франклинит, галмей) и оборотных

продуктов, содержащих окись цинка в смеси с окислами железа и других металлов. Эти материалы нельзя обрабатывать в муфелях путем дистилляционного метода, т. к. легкоплавкий шлак,  $\text{FeO} + \text{SiO}_2$ , разедает бы реторту. При В. л. (1852 г.) руда или оборотные продукты нагреваются при  $1\ 000\text{--}1\ 100^\circ$  с восстановителями; при этом  $\text{ZnO}$  восстанавливается до  $\text{Zn}$ , а последний возгоняется и действует  $\text{O}_2$  и  $\text{CO}_2$  воздуха снова окисляется в  $\text{ZnO}$ , которая в виде белой пыли собирается в мешочных фильтрах (см. Бегхоус). Процесс ведется в специальной печи Виттерлиа, состоящей из камеры, имеющей размеры  $6,5 \times 2 \times 1$  м и снабженной чугунными решетками с 3-мм отверстиями, расширяющимися вниз до 12 мм. Под колосниковую решетку подводится дутье. Пылеобразная окись цинка от ряда камер отводится каналом в бегхоус, мешочные фильтры которого очищаются через каждые 24 часа. Работа производится следующим образом. На колосники помещают каменный уголь слоем около 25 см и пускают дутье. Когда угольная постель разогрета, на нее загружают шихту, составленную из разных частей руды (оборотных продуктов) и антрацитовой мелочи. Стой шихты—обычно 100—150 м. После этого закрывают рабочие дверцы печи и усиливают дутье. Операция длится 6—8 часов. Извлечение цинка достигает 80—85%. Полученная окись цинка идет для производства краски, если она достаточно белого цвета, или м. б. переработана на хлористый цинк, цинковый купорос или на металлический цинк. Печи Виттерлиа обычно располагаются группами, по 4 печи в каждой. Один рабочий обслуживает 6 печей. Разгрузка и загрузка печи (одной) производится каждый час. Окись цинка первого сорта содержит 99,87%  $\text{ZnO}$ , а второго—99,34%. Главные примеси: 0,25—0,33%  $\text{SO}_3$ , 0,1—0,5%  $\text{H}_2\text{O}$ , 0,05—0,3%  $\text{PbO}$ . Видоизменение В. п. представляет процесс Барлета (Barlett). Этим процессом обрабатываются цинково-свинцовые руды с целью получения смеси окиси цинка и сероокислого свинца. В 1919 году в Америке было в действии 18 заводов, производивших 117 639 т  $\text{ZnO}$  на сумму 20 591 877 долларов.

Лит.: G r e g a n, «Eng. and Min. Journals», N. Y., 1917, v. 104; S t o n e, «Transact. of the Amer. Inst. of Mining Eng.», Cleveland, 1917, v. 57. В. Виноков.

**ВИХРЕВАЯ ТЕОРИЯ**, теория вихрей, учение о вихревом движении жидкости, имеющее большие приложения в аэродинамике и гидродинамике и являющееся одной из важнейших глав этой наук. Так как почти во всех действительных гидродинамических явлениях возникают вихри, то приложение теории вихрей к изучению этих явлений имеет большое значение. За последнее время В. т. дала возможность исследовать такие сложные явления, какими являются работа гребного винта (см. Воздушный винт), сопротивление тел (см. Индуктивное сопротивление) и т. п.

Можно показать, что движение малой жидкой частицы составляется: 1) из поступательного движения ц. т. частицы, 2) из движения с потенциалом скоростей, которое выражается в деформациях частицы, и 3) из

вращательного движения частицы (1-я теорема Гельмгольца). Проекция угловой скорости частицы на ось координат будет  $\xi$ ,  $\eta$  и  $\zeta$  (см. *Аэродинамика*). При равенстве нулю этих компонентов вихря  $\xi$ ,  $\eta$  и  $\zeta$ , движение будет с потенциалом скоростей.

Если в жидкости проследить непрерывное изменение направления мгновенных осей вращения частиц и проведем линию, касательные к которой будут совпадать с этими осями, то такая линия будет называться вихревой линией. Поверхность, проведенная через какую-нибудь линию в жидкости и образованная из вихревых линий, называется вихревой поверхностью. Жидкость, заключенная внутри вихревой поверхности, построенной на бесконечно малом замкнутом контуре, называется вихревой нитью. Если среди невихревой жидкости имеется вихревая область, края заключена в конечной толщине трубку, образующую вихревой поверхность, то она называется вихревым шнуром. Если же эта область заключена между двумя близкими вихревыми поверхностями, она называется вихревым слоем. Произведение площади сечения вихревой нити  $ds$  на угловую скорость вращения жидкости  $\omega$  в этой нити называется напряжением вихревой нити. Напряжение вдоль вихревой нити остается постоянным (2-я теорема Гельмгольца), а отсюда следует, что вихревые нити сами на себя замыкаются или лежат на границах жидкости, ибо если вихревая нить кончилась бы в жидкости остреем, то  $d\sigma = 0$ , и  $\omega$  обратилась бы в  $\infty$ . Возьмем в жидкости какой-либо замкнутый контур, спроектируем на касательную в каждой его точке скорость в этой точке  $v$  и возьмем по всему контуру сумму произведений этих проекций на элемент контура. Полученное выражение

$$J = \int v \cdot \cos \alpha \cdot ds,$$

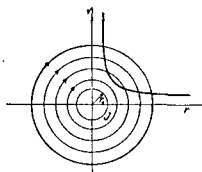
где  $\alpha$  — угол между касательной и направлением скоростей, а  $ds$  — элемент контура, называется циркуляцией по данному контуру. Циркуляция играет очень большую роль в В. т., ибо при помощи ее значительно упрощаются некоторые определения, выводы и ф-лы. Циркуляция аналогична работе в механике, только в ней роль силы играет скорость. По теореме Стокса, циркуляция по взятому замкнутому контуру в односвязном пространстве (т. е. в пространстве, в котором всякий контур можно обратить в точку) равна удвоенной сумме напряжений всех вихревых нитей, проходящих через площадь, охватываемую контуром. Из этой теоремы следует, что если циркуляция по любому контуру равна нулю, то угловая скорость вращения частиц равна нулю:

$$\omega^2 = \xi^2 + \eta^2 + \zeta^2 = 0, \text{ отсюда } \xi = \eta = \zeta = 0;$$

это и есть признак наличия потенциала скоростей и следовательно независимости потока. Т. о. в вневихревом потоке циркуляция по любому контуру равна нулю. Циркуляция по замкнутому контуру, проводимому через одни и те же частицы жидкости, остается во все время движения постоянной (теорема Томсона). Отсюда следует, что если потенциал скоростей существовал в на-

чальный момент, то он будет существовать и все время, и наоборот, вихревое движение, раз оно существует, разрушиться не может. Таким образом в идеальной жидкости вихри возникнуть не могут.

Рассмотрим бесконечно длинный прямолинейный вихревой шнур с циркуляцией  $J$ , находящийся в среде, в которой других вихрей нет. Этот вихревой шнур вызывает вокруг себя определенное поле скоростей; линии токов этого движения будут концентрическими окружностями, и мы получим т. н. циркуляционный поток (фиг. 1), скорости которого найдутся из следующих соображений. Так как вне вихря других вихрей нет, то следовательно, по теореме Стокса, вокруг этого



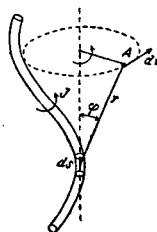
Фиг. 1.

го вихря циркуляция по любому контуру будет равна  $J$ . Циркуляция по концентрической вихрю окружности с радиусом  $r$  будет:  $J = 2\pi vr$ , откуда скорость  $v = \frac{J}{2\pi r}$ . Если радиус цилиндрического вихря обозначить через  $r_0$  и скорость на поверхности через  $v_0$ , то скорость в любой точке вне вихря будет  $v = \frac{r_0 v_0}{r}$ . Если принять  $v$  за ось ординат, а

$r$  — за ось абсцисс, то это уравнение представит собою равнобокую гиперболу. Как видим, скорость при небольших  $r$  изменяется очень быстро, и при очень тонком шнуре, радиус которого близок к нулю, скорость близка к бесконечности; следовательно, теоретически, около такого бесконечно тонкого вихря получаются бесконечно большие скорости. Давление в каждой точке найдется по уравнению

$$p = \text{Const} - \frac{v^2}{2}. \text{ Т. к. с уменьшением радиуса}$$

скорость увеличивается, то внутри вихря будет пониженное давление. Указанный тип вихря встречается в природе в виде смерчей, тайфунов и америк. торнадосов. Вследствие пониженного давления внутри вихря он захватывает с собой встречающиеся по пути его движения предметы. Сравнительно резко ограниченная область больших скоростей и пониженного давления делает

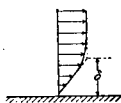


Фиг. 2.

пусть опустошения смерча также резко очерченным. В случае наличия нескольких прямолинейных вихрей скорость, вызванную ими в какой-нибудь точке жидкости, можно найти, пользуясь принципом независимости действия, согласно которому полная вызванная вихрями скорость равна геометрич. сумме скоростей, вызванных отдельными вихрями. В случае криволинейных шнуров вызванная элементом вихря  $ds$  скорость  $dv$  в точке  $A$  выражается следующим образом (фиг. 2):

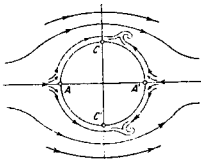
$$dv = \frac{J}{4\pi r^2} \sin \varphi ds,$$

где  $J$ —циркуляция вокруг вихря,  $\varphi$ —угол между расстоянием от данной точки до элемента вихря  $ds$  и осью вращения точки  $A$ . Эта формула является аналогичной формуле электродинамики, выражающей закон Био-Савара о действии электрического тока на магнитный полюс. Вообще говоря, между электромагнитными и гидродинамическими явлениями наблюдается большая аналогия.

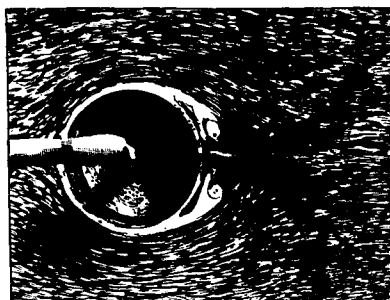


Фиг. 3.

Движение вихрей, даже прямолинейных, довольно трудно поддается математич. исследованию вследствие сложности самого явления; эти явления упрощают, рассматривая плоское движение, перпендикулярное оси вихрей. Если принять напряжение вихря за его массу, то при наличии нескольких прямолинейных вихрей можно найти их общий ц. т. Если имеются два прямолинейных параллельных вихревых шнура, вращающихся в одну и ту же сторону, то они будут вращаться около общего центра тяжести; при вращении в разные стороны они будут двигаться прямолинейно, сохраняя одинаковые между собой расстояния. Одиночные вихри остаются неподвижными, если нет переноса движения. Интересными вихреобразованиями являются вихревые кольца, представляющие собою вихревые шнуры, замкнутые сами на себя. Эти кольца движутся по тому направлению, по которому отбрасывается жидкость внутри кольца. Чем тоньше кольцо, тем быстрее при той же циркуляции оно движется. Если вынуть одно из другим два вихревых кольца, то будет наблюдаться так называемая игра колец, при которой одно кольцо попеременно догоняет другое и кольца, изменяя свою величину, проходят одно сквозь другое.



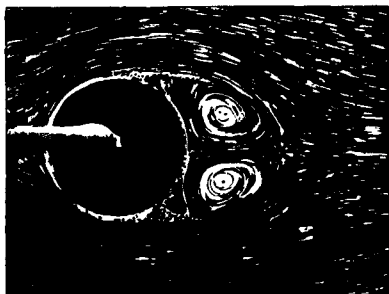
Фиг. 4.



Фиг. 5.

Объяснение образования вихрей около обтекаемого жидкостью тела при наличии хотя бы малой вязкости дал в 1904 году Прандтль, пользуясь теорией пограничного слоя. При движении тела в

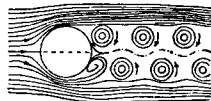
жидкости, на его поверхности, вследствие трения, скорость равна нулю, возрастая при удалении от поверхности и наконец становясь равной окружающему потоку (фиг. 3). Т. о. ок. тела образуется пограничный слой некоторой толщины  $\delta$ , скорости в котором



Фиг. 6.

отличны от таковых в окружающем потоке и толщина  $\delta$ -рого зависит от вязкости жидкости: чем меньше вязкость, тем меньше его толщина; для идеальной жидкости, без вязкости, толщина этого слоя будет равна нулю.

Рассмотрим движение цилиндра (фиг. 4) в вязкой среде. Теоретически в точках  $A$  и  $A'$  имется повышенное давление и в точках  $C$  и  $C'$ —пониженное. Поэтому около поверхности цилиндра получаются течения от  $A$  к  $C$  и к  $C'$  и от  $A'$  к  $C$  и  $C'$ ; этими течениями пограничный вихревой слой увлекается, и за точками  $C$  и  $C'$  вследствие получившихся противоположных токов начинают появляться вихри (фиг. 5). При малых скоростях движения течения почти симметрично. При увеличении же скорости вихри за цилиндром приобретают известную интенсивность и питаются пограничным слоем, смываемым общим течением (фиг. 6), и за телом образуются два симметрично расположенных вихря. Однако такое расположение парных вихрей не является устойчивым: наличие каких-либо случайных причин, хотя бы в виде сотрясений, ведет к изменению их на вихри, отрывающиеся от цилиндра поочередно и располагающиеся сзади в шахмат. порядке (фиг. 7). Периодич. отрывание таких вихрей наблюдается и при обтекании других тел и может, при известной частоте, произвести слышимый звук (например в органных трубах) или, попадая в резонанс, произвести колебания других систем (напр. вибрации проволок на аэроплане или стабилизатора от вихрей, срывающихся с крыльев аэроплана). Система шахматных вихрей позволила проф. Карману создать вихревую теорию лобового сопротивления.



Фиг. 7.

Таким образом общее сопротивление тела в жидкости состоит из сопротивления,

обусловленного образованием вихрей, и из сопротивления трения.

Лит.: Жуковский Н. Е., Теоретич. основы воздухоплавания. М., 1925; Саткевич А., Аэродинамика как теоретическая основа авиации, Петроград, 1923; Fuchs R. u. H. P. L., Aerodynamik. Handbuch der Flugzeugkunde, Berlin, 1922; Eberhard C., Einführung in die theoretische Aerodynamik, München, 1927; Ламб Н., Hydrodynamics, London, 1925.

**ВИХРЕВЫЕ ТОКИ**, т о к и Ф у н о, токи, возникающие в проводниках, расположенных в вихревом электрич. поле. По закону *индукции* (см.) скорость уменьшения магнитного потока через данную поверхность (магнитный спад) равна электрич. напряжению вдоль контура, ограничивающего эту поверхность (циркуляция вектора напряженности электрич. поля). Т. о. изменение магнитного потока создает вихревое электрич. поле, не имеющее потенциала и характеризующее замкнутыми силовыми линиями или, во всяком случае, линиями, не имеющими ни начала ни конца. Поскольку в этом вихревом поле расположены проводники электрич. машин, в них возникает (индуцируется) ток, плотность к-рого  $\mathbf{j}$ , по закону Ома, пропорциональна вектору напряженности электрич. поля:  $\mathbf{j} = \lambda \mathbf{E}$ , где  $\lambda$ —удельная проводимость. С этой точки зрения токи, индуцируемые в обмотках трансформаторов и электрич. машин, тоже являются В. т.; однако благодаря сравнительно малому сечению применяемых проводов и специальному их расположению индуцируемые в этих проводах токи легко вычисляются и м. б. направлены желательным для эксплуатации образом. Поэтому принято называть В. т. только такие индуцированные токи, к-рые замыкаются в вихревом электрич. поле. Токи, индуцируемые в обмотках электрич. машин и трансформаторов, выводятся наружу, за пределы вихревого электрич. поля. Это позволяет сравнительно просто рассчитывать электрич. цепь таких токов, вводя понятие эдс, индуцируемой в той части цепи, которая расположена в вихревом поле. Вместо действительного вихревого поля рассматривается эквивалентное ему потенциальное поле, в котором распределены эдс с таким расчетом, чтобы их сумма во всей цепи как-раз равнялась скорости уменьшения магнитного потока. Тогда сумму эдс в этой цепи можно считать равной омическому падению напряжения во всей цепи (см. *Индукции закон*). Такой упрощенный расчет невозможен при определении вихревых токов в массивных проводах. Здесь введение эдс вместо рассмотрения вихревого поля только осложнило бы расчет. Поэтому для определения В. т. приходится интегрировать дифференциальн. уравнения Максвелла в данной среде, с учетом граничных условий задачи. Там, где этот расчет оказывается слишком сложным, пользуются эмпирическими формулами и определяют соответствующие коэффициенты опытным путем.

Возникновение В. т. во многих случаях нежелательно, потому что они нагревают, по закону Джоуля, проводники. Кроме того они искажают магнитные поля и, по закону Ленца, ослабляют в машинах полезный магнитный поток, создавая необхо-

димость увеличивать соответствующие ампервитки возбуждения. Можно провести аналогию между вихревыми токами и трением. С одной стороны, трением пользуются для целого ряда движений (без трения невозможна ходьба), с другой—трение создает добавочные потери энергии. Так и В. т. ими пользуются для получения во вторичных обмотках машин и трансформаторов полезных токов, но вместе с тем В. т. возникают во всех металлических частях машин и создают добавочные потери. Изучение В. т. тесно связано с изучением вытеснения тока или *скин-эффекта* (см.) в проводниках, т. к. в массивных телах плотность тока распределяется неравномерно благодаря тому, что энергия электромагнитных волн поглощается по мере проникновения в толщу тела.

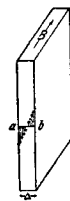
Потери в листовой стали. В железе трансформаторов и электрич. машин пульсирует магнитный поток. Чтобы уменьшить потери от В. т., применяют пакеты, сложенные из тонких листов динамной стали, оклеенных для изоляции бумагой. Магнитные линии проходят параллельно поверхности листов, например в направлении вектора  $\mathbf{B}$  (фиг. 1). Тогда возникает вихревое электрич. поле в направлении, перпендикулярном  $\mathbf{B}$ , причем плотность электрич. тока возрастает при перемещении от середины листа к его поверхности. На фиг. 1 стрелками изображены значения по величине и по направлению плотности тока в различных точках линии  $ab$  (см. *Индукции закон*). Потери на теплоту Джоуля в 1 см<sup>3</sup> измеряются мощностью  $eJ^2$ . И следовательно для уменьшения этих потерь нужно выбирать возможно более тонкие листы. На практике берут листы толщиной  $\Delta$  в 1 мм, 0,5 мм и 0,35 мм и выражают мощность  $V$ , поглощаемую вихревыми токами в 1 кг листовой стали, формулой:

$$V = \sigma \left( \frac{f}{100} \cdot \frac{B}{10000} \right)^2 \text{ Вт/кг}, \quad (1)$$

где  $f$ —частота,  $B$ —индукция и  $\sigma$ —опытный множитель, зависящий от электрич. сопротивления материала, от толщины листов и от формы кривой, по которой изменяется индукция. Так например при толщине листа  $\Delta = 0,5$  мм, для обыкновенной *динамной стали* (см.)  $\sigma = 5,6$ , а для стали с примесью кремния  $\sigma = 1,2$ . При толщине  $\Delta = 0,35$  мм,  $\sigma$  соответственно = 3,2 и 0,6. При больших частотах или при толстых листах ф-ла (1) нуждается в поправке, потому что вихревые токи деформируют поле, и тогда индукция распространяется по величине и по фазе неравномерно в толще листа. Вводим приведенную толщину листа  $\xi = \alpha \cdot \Delta$ , где

$$\alpha = 2\pi \sqrt{\frac{\mu}{10^6} \cdot \frac{f}{e}} \text{ см}^{-1} \quad (e \text{ в } \Omega \text{ мм}^2/\text{м}).$$

Так наприм. при  $\mu = 3 \cdot 1000$ ,  $e = 0,15 \Omega \text{ мм}^2/\text{м}$ ,  $\Delta = 0,5$  мм,  $f = 50 \text{ с} \cdot \text{с}^{-1}$ , имеем  $\xi = 0,99$ . Отношение индукции  $B$  в любой точке на расстоянии  $x$  см от средней плоскости листа к индукции  $B_s$  на поверхности определяется по следующей формуле:



Фиг. 1.

$$\frac{B}{B_s} = \sqrt{\frac{\text{ch } ax + \cos 2ax}{\text{ch } \xi + \cos \xi}} \quad (2)$$

На фиг. 2 изображены значения  $\frac{B}{B_s}$  в зависимости от  $x$  при различных значениях  $\xi$ . Горизонтальные линии изображают соответствующие значения отношения  $\frac{B_m}{B_s}$ , где  $B_m$  — среднее значение индукции по толщине листа. При той же самой средней индукции потери от В. т. увеличиваются при больших частотах в отношении

$$k_m = \frac{3}{\xi} \cdot \frac{\text{sh } \xi - \sin \xi}{\text{ch } \xi - \cos \xi} \quad (3)$$

Уже при  $\xi > 3$  можно считать  $k_m \cong \frac{3}{\xi}$ , так что потери в единице объема выражаются формулой:

$$V = \frac{4}{2} \sqrt{\frac{\pi^2 f^2}{e \Pi}} \cdot B_m^2 W / \text{см}^3, \quad (4)$$

где

$$\Pi = 1,256 \cdot 10^{-6} \mu \text{ Н/см},$$

или

$$V = \sqrt{\frac{\pi e f}{\Pi^2}} \cdot B_s^2 \Delta \quad (4a)$$

При тех же частотах удобнее относить потери не к единице объема, а к единице поверхности. Тогда, если распределить потери на обе поверхности листа,

$$V_0 = \frac{1}{2} \Delta \cdot V = \frac{1}{2} \sqrt{\frac{\pi e f}{\Pi^2}} \cdot B_s^2 W / \text{см}^2. \quad (5)$$

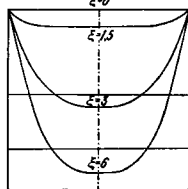
$V_0$  не зависит от толщины листа, потому что почти все В. т. вытеснены на поверхность листа. В этом случае ф-ла (5) применима и к массивному железному цилиндру, в котором пульсирует магнитный поток в осевом направлении.

Приведенные формулы нуждаются еще в поправке, потому что на самом деле проницаемость  $\mu$  зависит от индукции, но эту поправку весьма трудно вычислить. Обычно берут некоторое среднее значение для  $\mu$ . Вторую поправку следует ввести, если колебания индукции происходят не по закону синуса. Тогда кривую колебаний разлагают на отдельные гармонические колебания и вычисляют потери для каждой гармоники в отдельности.

В якоре электрич. машин нельзя считать магнитное поле однородным. При расчете В. т. следует принимать во внимание искривление линий индукции и линий тока.

В этом случае потери в якоре от В. т. определяются по формуле:  $Q_{\text{вт}} = k_w \cdot V \cdot M$ . Здесь  $M$  — масса железа якоря,  $V$  — потери, определяемые по ф-ле (1), где  $f$  — частота перемагничивания и  $B$  — средняя индукция в якоре. Наконец поправочный множитель  $k_w$  зависит от числа полюсов  $p$  и от отношения  $\frac{r}{\delta}$  — радиальной толщины потока к полюсному делению. На фиг. 3 указаны значения  $k_w$  (вычисленные Рихтером).

Аналогично вычисляются потери от В. т. в зубцах якоря, в полюсных башмаках и т. п. В проводах, расположенных в пазах



Фиг. 2.

электрич. машин, тоже появляются В. т., связанные с вытеснением тока на поверхности проводников. Это обстоятельство также создает увеличение потерь в проводах.

В. т. при коммутации. При перемене режима вихревые токи тоже играют большую роль. Рассмотрим наприм. простой случай выключения или включения электромагнита с массив. сердечником. Решение таких задач рассматривается в *электротехнике* (см.). Можно однако физически представить себе, что каждое изменение магнитного потока создает В. т., охватывающие этот поток. Явление выключения и включения электромагнита можно рассматривать следующим образом. Магнитное поле в сердечнике, которое до выключения было постоянным в пространстве и во времени, распадается на ряд отдельных полей, распределенных волнообразно в пространстве, причем каждое поле исчезает со своим коэффициентом затухания. Мы предполагаем, что электромагнит состоит из двух стержней, яра и притягиваемого якора. Тогда, если  $\delta$  будет приведенная полная длина воздушного зазора и  $L$  будет активная длина магнитных линий в железе, то, применяя дифференциальные уравнения Максвелла и пренебрегая токами смещения, мы получим для магнитной индукции дифференциальное уравнение:

$$\nabla^2 B = \frac{4\pi}{e} \cdot \frac{\Delta}{\delta} \cdot \frac{\partial B}{\partial t}. \quad (6)$$

Возьмем для упрощения магнитный стержень прямоугольного сечения. Тогда уравнение (6) принимает вид:

$$\frac{\partial^2 B}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 B}{\partial y^2} = \frac{4\pi}{e} \cdot \frac{\Delta}{\delta} \cdot \frac{\partial B}{\partial t} \quad (6a)$$

и может быть проинтегрировано так:

$$B = \sum_{n,m} B_{n,m} \cdot \cos(n \cdot \pi \cdot \frac{x}{a}) \cdot \cos(m \cdot \pi \cdot \frac{y}{b}) \cdot e^{-t \epsilon_{n,m}}, \quad (7)$$

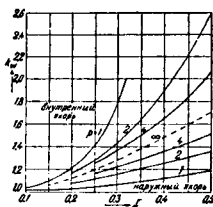
где множитель затухания

$$\epsilon_{n,m} = \frac{e}{4\pi} \cdot \frac{\Delta}{\delta} \left[ \left( \frac{n \cdot \pi}{a} \right)^2 + \left( \frac{m \cdot \pi}{b} \right)^2 \right];$$

здесь  $n$  и  $m$  могут иметь любые целые значения, а  $B_{n,m}$  зависит от граничных условий; так например если до выключения поле  $B_0$  было постоянным в пространстве и во времени, то

$$B_{n,m} = \pm \left( \frac{4}{\pi} \right)^3 \cdot \frac{B_0}{n \cdot m}, \text{ и в частности } B_{1,1} = \left( \frac{4}{\pi} \right)^2 B_0.$$

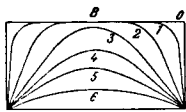
Высшие гармоники  $B_{n,m}$  очень быстро уменьшаются с возрастанием порядкового номера, и мы должны учитывать главным образом основную волну; ее амплитуда на 62% больше первоначального постоянного поля  $B_0$ . Фиг. 4 показывает распределение индукции в магнитном стержне для различных моментов времени. Мы видим, что в середине магнита поле остается дольше всего. При выключении, наоборот, поле только постепенно проникает внутрь магни-



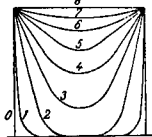
Фиг. 3.

та, как видно из фиг. 5, дающей распределение индукции в магнитном стержне для различных моментов времени.

Полезные применения. В. т. применяются для торможения, когда например



Фиг. 4.



Фиг. 5.

электромагнит помещают против скользящей или вращающейся ферромагнитной детали. Так. обр. выполняют электромагнитное успокоение измерительных приборов, электромагнитное торможение двигателей. В. т. применяются также в металлургических печах большой частоты для нагревания руды. Наконец В. т. применяются и в двигателях, например в предложенном К. П. Шенфером асинхронном двигателе, якорь которого состоит из массивного железного цилиндра.

Лит.: Круг К. А., Основы электротехники. Москва, 1926; Richte R., Elektrische Maschinen, V. 1, В., 1924 (в лит. указателе перечислен ряд монографий по В. т.); R u d e n b e r g R., Elektr. Schaltvorgänge usw., 2 Aufl., В., 1926.

Я. Шпильрейн.

**ВИЦА**, тонкий гибкий хворост, преимущественно ивовый, служащий для перевязки фашинных канатов и *фашин* (см.). На виду идет молодяк (1—2 г.) ивы различных видов, свежесрубленный или хранящийся в воде. Перед употреблением в дело вью несколько перекручивают, затем его перевязывают канат так, чтобы вица обхватывала канат не менее трех раз, и конец направляют под перехват.



Лучше перед скручиванием В. распаривать, укладывая их в пенел костра, отчего они делаются более гибкими. За один прием распаривают столько виц, сколько необходимо, чтобы израсходовать их до остывания. Для сохранения теплыми В. после распаривания заворачивают в рогожу. В. заготавливают толщиной в комле > 1,3 см при длине 1,5 м. Канаты, по Урочному положению, должны перевязываться В. не реже, чем через 20 см.

Лит.: Акулов К., Брилинг Е. и Марпель Л., Курс внутр. водных сообщений, т. 1, М.—Л., 1927; В о д а р с к и й Я. Е. А., Хворостные работы, хворостные вывартельи и берегоукрепительи, сооружения на реке Волге, СПб., 1913. — И. Акулов.

**ВИШНЕВАЯ ЭСSENЦИЯ**, продукт, полученный путем смешения натуральных или искусственных эфирных масел и душистых веществ с этиловым спиртом, имеющий запах вишни. Обычно содержание пахучих веществ в В. э. колеблется от 3 до 10—12%, в зависимости от назначения ее и от качества входящих компонентов. Из натуральных масел для приготовления В. э. применяют г. о. масло горького миндаля и лавровишневое масло; из искусственных—бензальдегид, уксусноэтиловый и бензойноэтиловый эфиры.

**ВИШНЕВЫЙ КЛЕЙ**, камедь плодовых деревьев сем. Amygdalaceae (вишневого, сливового, персикового деревьев); выступает (без

искусственного повреждения) летом на стволах деревьев в виде желто-коричневых, прозрачных комьев неправильной формы; главная его составная часть церазин (метарабиноза). В. к. мало растворим в воде, имеет незначительное токсич. применение, почти исключительно в сиднепечатании. См. *Камеди*.

**ВИШНЯ**, дерево и местами кустарник, из семейства розоцветных (Rosaceae). Чаще всего встречается вид *Prunus cerasus* L., кислая В. Листья эллиптические мелкодвоякозубчатые. Цветы—белые, редко розовые, развиваются неполными зонтиками из боковых почек. Плоды—шаровидные костянки. В. развивает обширную поверхностную корневую систему и легко размножается корневой порослью. Северная граница распространения вишни приблизительно соответствует сентябрьской изотерме 11°. В. широко распространена в крестьянских хозяйствах на усадьбах, где она при самом примитивном уходе дает удовлетворительный урожай и где культура ее имеет по преимуществу потребительское значение. Местами, главн. обр. на Украине и в некоторых губерниях РСФСР, культура В. играет заметную роль в экономике крестьянского хозяйства. Промышленное разведение В. имеет место во Владимирской и Курской губерниях. Однако вследствие малой прочности плодов В. и непригодности их для продолжительного хранения в свежем виде культура В. имеет ограниченное промышленное значение. С развитием техники переработки плодов и применения их для сушки, варки варенья, маринаования, а также для виноделия и водочного производства, промышленное значение В. должно значительно возрасти. [Из плодов разновидности В. (Pr. magsca) готовят ликер мараскин.] В культуре различают В. с красным соком—морели и с бесцветным соком—аморели. Сорты вишни, наиболее распространенные в СССР: владимирская, шугинка, любская, воробьевская, шпанка, андальская, остгеймская, стекловидная, королевская, аморель «Большой Габет», английская ранняя и др. Состав плодов владимирской В. (по Церевитиниу): 84,9% воды, 9,9% инвертированного сахара, 0,47% сахарозы, 0,8% кислоты (гл. обр. яблочной), 0,23% дубильных веществ, 1,2% азотистых веществ, 0,57% минеральных веществ. Другие сорта кислых В. имеют относительно большой % кислоты (1,5—2,0%). Древесина В. желтого или буроватого цвета, отличается большой твердостью и идет на мелкие столярные подделки; уд. вес 0,64. Древесина душистой В. (Pr. Mahaleb) идет на приготовление чубуков для трубок. Наросты и корневые узлы ценятся токарями.

Лит.: Г и н ц е н б е р г А. А., Вишня и ее промышленная культура, П., 1915; Ш р е д е р Р. И., Русский огород, питомник и плодовый сад, 9 изд., СПб., 1909; К и ч у н о в И. И., Наши плодовые деревья, Петербург, 1905; К е р н Э., Деревья и кустарники, Ленинград—Москва, 1925.

**ВКЛАДЫШИ**, см. *Подшитышки*.

**ВКЛЮЧЕНИЯ**, минерал или группа минералов, вросших в виде случайных неделимых в горную породу или в отдельные минералы. Кристаллы при рудных В. достигают иногда больших размеров: таковы В.

магнетита и ильменита в гранитах, платины в хромитах и оливингах, самородного золота в кварце и т. п. В отдельных минералах часто наблюдаются В. воды (в каменной соли, в гипсе), жидкой углекислоты (в амезитгах). В. рудила и актинолита в горном хрустале носят особые названия: «волосатик», «волосы Венеры» и т. д.

### ВКРАПЛЕННИКИ И ВКРАПЛЕННЫЕ РУДЫ, см. Руды.

#### ВЛАЖНОСТЬ, см. Спр. ТЭ, т. III.

#### ВЛАЖНОСТЬ ВОЗДУХА. Атмосферный

воздух всегда содержит в себе водяные пары, и притом обыкновенно в меньшем количестве, чем он мог бы заключать в себе соответственно его  $t^{\circ}$ . Но если при той же  $t^{\circ}$  в воздухе будут постепенно прибавляться новые количества паров вследствие испарения воды или же если при том же количестве паров  $t^{\circ}$  станет понижаться, то в обоих случаях через нек-рое время может наступить насыщение воздуха водяными парами. При дальнейшем прибавлении паров или понижении  $t^{\circ}$  образуется уже туман, причем излишек воды выделяется в виде мелких капель. Каждой  $t^{\circ}$  соответствует определенное наибольшее количество водяных паров, быстро возрастающее с повышением  $t^{\circ}$ ; при этом заключающиеся в воздухе пары обладают и наибольшей упругостью, называемой упругостью насыщения. Т. к. пары, насыщающие пространство, следуют приблизительно закону Мариотта-Гей-Люссака, то количество водяных паров во влажном воздухе при темп-ре  $t$ , барометрич. давлении  $B$  и при упругости их  $e$  м. б. легко вычислено. 1 л сухого воздуха при 760 мм давления и  $0^{\circ}$  весит 1 293 мг. Поэтому при  $B$  мм и температуре  $t$  он весит  $\left(\frac{1\ 293\ B}{(1 + at)\ 760}\right)$  мг,

причем  $a = \frac{1}{237} = 0,003665$  — коэффициент расширения газов. При тех же объеме и давлении и при той же темп-ре вес водяного пара составляет 0,622 от веса сухого воздуха. Поэтому в 1 л влажного воздуха вес водяных паров при соответствующей им упругости  $e$  равняется:

$$\frac{1\ 293}{1 + at} \cdot \frac{e}{760} \cdot 0,622 = \frac{1,0582}{1 + at} e \text{ мг.}$$

Содержание водяных паров в воздухе измеряется в метеорологии не посредством веса, а помощью упругости  $e$  водяного пара, выраженной в мм высоты ртутного столба. Такую упругость водяного пара называют абсолютной влажностью. Так как коэф. при  $e$  в предыдущем выражении мало отличается от единицы, то числа для абсолютной влажности в мм и для веса водяных паров в 1 л в мг почти (совершенно случайно) одинаковы. Приведенная ниже таблица показывает упругость и вес 1 л насыщающих воздух водяных паров.

Дефицитом или недостатком насыщения называется разность между действительной абсолютной влажностью и наибольшей упругостью пара при темп-ре воздуха, тогда как относительной влажностью в метеорологии называется отношение абсолютной влажности к наибольшей упругости и выражается обыкновен-

#### Упругость и вес водяных паров.

Температура	Упругость вод. пар. в мм. ртут. столба		Вес 1 л водяного пара	Температура	Упругость вод. пар. в мм. ртут. столба		Вес 1 л водяного пара
	$^{\circ}\text{C}$	мм			$^{\circ}\text{C}$	мм	
-10	2,15	2,36		+13	11,14	11,25	
-9	2,33	2,55		14	1,88	11,96	
8	2,51	2,74		15	12,67	12,71	
7	2,73	2,95		16	13,51	13,50	
6	2,83	3,17		17	14,40	14,31	
5	3,16	3,41		18	15,33	15,22	
4	3,41	3,66		19	16,32	16,14	
3	3,67	3,93		+20	17,36	17,12	
2	3,95	4,21		21	18,47	18,14	
-1	4,25	4,51		22	19,63	19,22	
0	4,57	4,84		23	20,86	20,35	
+1	4,91	5,18		24	22,15	21,51	
2	5,27	5,54		25	23,52	22,80	
3	5,66	5,93		26	24,96	24,11	
4	6,07	6,33		27	26,47	25,49	
5	6,51	6,76		28	28,07	26,93	
6	6,97	7,22		29	29,74	28,45	
7	7,47	7,70		+30	31,51	30,04	
8	7,99	8,22		31	33,37	31,76	
9	8,55	8,76		32	35,32	33,45	
+10	9,14	9,33		33	37,37	35,27	
11	9,77	9,93		34	39,52	37,18	
12	10,43	10,57		35	41,78	39,18	

но в процентах. Если например при  $20^{\circ}$  абсолютная влажность воздуха равна 10,2 мм, а относительная влажность воздуха—59%. В. Бецольд ввел в метеорологию термин *удельная влажность*, обозначающий, сколько кг воды заключается в 1 кг влажного воздуха; удельная влажность вычисляется по формуле  $0,622e : (B - 0,378e)$ , в к-рой  $B$  и  $e$  имеют прежнее значение.

Лит.: Клоссовский А. В., Основы метеорологии, Одесса, 1948; Вейков А. И., Метеорология, Петербург, 1903—04.

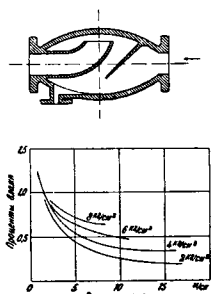
**ВЛАЖНОСТЬ ПАРА**, отношение содержащейся в паре воды к общему количеству смеси пара и воды (см. Пар). В. п. в котлах зависит от целого ряда причин, которые до сих пор не вполне выяснены. Повидимому большое влияние имеет способ выделения пара с поверхности воды. В тех котлах, в которых пар выделяется бурно с небольшой поверхности, пар бывает более влажным. Таков наприм. случай горизонтальных водотрубных котлов, где главное количество пара образуется в трубах и выделяется через горловину передней камеры. Сильное влияние на В. п. оказывает чистота воды в котле. Если вода загрязнена, то на ее поверхности может образоваться пена, которая, будучи унесена в паропровод, служит причиной большой В. п. С форсировкой котла меняется и В. п. В некоторых конструкциях котлов увеличение напряженности их работы до известного предела вызывает даже бросание воды в паропровод.

Отделение воды от пара в паропроводе не представляется затрудненным. Если пар движется со скоростью ок. 15 м/сек и быстрее, то большинство водоотделителей осушают его до 1% содержания воды даже в том случае, если до водоотделителя он был очень влажен. Это было доказано опытами Зентнера. Фиг. 1 представляет один из обычных типов водоотделителей, работающих по принципу отделения воды центробежной силой, и



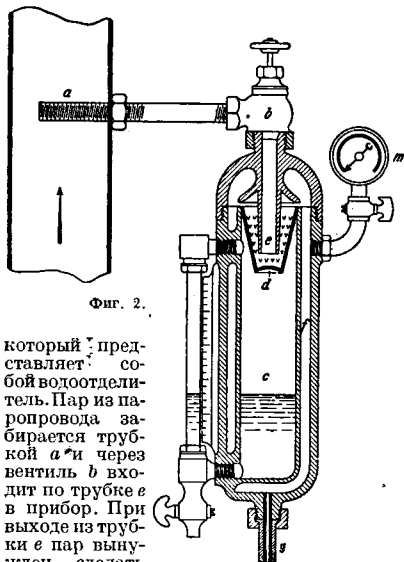
диаграмму осушки пара, прошедшего через этот водоотделитель, по опытам Зентнера.

Для того чтобы котел давал сухой пар, следует вывод пара из котла помещать



Фиг. 1.

возможно дальше от места выделения его с поверхности воды. В посл. время конструкции котлов начали с большим успехом помещать внутри котлов настоящие водоотделители. Из русских конструкций можно указать на подобные конструкции К. В. Кирша, М. С. Горфинкеля и другие. При испытании паровых котлов, работающих насыщенным паром, необходимо для вычисления кпд определить степень влажности пара. Для определения влажности пара было предложено очень много приборов, основанных на механическом отделении воды, на перегреве пара путем его мятия или путем нагревания электрическим током и т. п. Наиболее распространен калориметр Карпентера (фиг. 2),

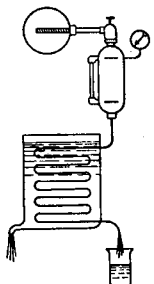


Фиг. 2.

который представляет собой водоотделитель. Пар из паропровода забирается трубкой *a* и через вентиль *b* входит по трубке *e* в прибор. При выходе из трубки *e* пар вынужден сделать крутой поворот и переходит через щель в верхней части калориметра в наружную рубашку *f*, откуда удаляется по трубке *g*. При этом повороте центробежная сила отделяет воду от пара и бросает ее через сито *d* в камеру *c*. Количество воды, отделенное в калориметре за некоторое время, определяется по повышению уровня в водомерном стекле. Количество пара за это же

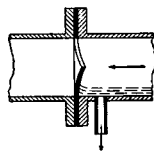
время можно найти, конденсируя выходящий из прибора пар в небольшом поверхностном конденсаторе (фиг. 3) или, более грубо, по манометру *m* (фиг. 2), показания которого програддуированы по расходу пара. Калориметр Карпентера не отделяет около 0,5% воды из пара и поэтому не является точным прибором.

Многочисленные исследования Джекобуса, Дентона, Уинна и друг. америк. исследователей показали, что в зависимости от того, как будет загнута забранная трубка *a* (фиг. 2) в паропроводе (вверх или вниз, навстречу пару или же в сторону его движения) влажность забранной через нее пробы пара получается различной. Поэтому способ определения В. п. по забранной из него через забранную трубку пробе является неточным. Причина этого кроется в том, что около 90% воды, примешанной к пару, движется в горизонтальных участках по дну паропровода. В плоскости сечения паропровода влажность пара увеличивается от центра сечения к его периферии. Попытки устанавливать в паропроводе смесители не дали положительных результатов: достаточно было пару пройти несколько метров, чтобы большая часть воды снова отделилась и двигалась по дну паропровода. Поэтому Зентнер предложил во время опытов определять влажность пара по количеству воды, отделенной



Фиг. 3.

от всего пара водоотделителем, помещенным в паропроводе. Он предложил простую конструкцию слегка деформированной шайбы с эксцентрическим отверстием (фиг. 4); такое устройство отделяет воду от пара не хуже водоотделителя.



Фиг. 4.

Лит.: Ломшаков А. С. Испытание паровых котлов, СПб, 1913; Sendtner A., «Mitteil. über Forschungsarbeiten usw.», II, 98—99, В., 1911; Carpenter, Jacobus, Denton and Peabody, «Transactions of the Amer. Soc. of Mech. Engineers», N. Y., 1895—96. М. Иришчев.

### ВНЕШНИЕ И ВНУТРЕННИЕ СИЛЫ.

В механике внешними силами по отношению к данной системе материальных точек (т. е. такой совокупности материальных точек, в которой движение каждой точки зависит от положений или движений всех остальных точек) называются те силы, к-рые представляют собою действие на эту систему других тел (других систем материальных точек), не включенных нами в состав данной системы. Внутренними силами являются силы взаимодействия между отдельными материальными точками данной системы. Подразделение сил на внешние и внутренние является совершенно условным: при изменении заданного состава системы некоторые силы, ранее бывшие внешними, могут стать внутренними, и наоборот. Так например при рассмотрении

движения системы, состоящей из земли и ее спутника луны, силы взаимодействия между этими телами будут внутренними силами для этой системы, а силы притяжения солнца, остальных планет, их спутников и всех звезд будут внешними силами по отношению к указанной системе. Но если изменить состав системы и рассматривать движение солнца и всех планет как движение одной общей системы, то внеш. силами будут только силы притяжений, оказываемых звездами; все же силы взаимодействия между планетами, их спутниками и солнцем становятся для этой системы силами внутренними. Точно так же, если при движении паровоза выделим поршень парового цилиндра как отдельную систему материальных точек, подлежащих нашему рассмотрению, то давление пара на поршень по отношению к нему явится внешней силой, и то же давление пара будет одной из внутренних сил, если будем рассматривать движение всего паровоза в целом; в этом случае внешними силами по отношению ко всему паровозу, принятому за одну систему, будут трение между рельсами и колесами паровоза, сила тяжести паровоза, реакция рельсов и сопротивление воздуха; внутренними силами будут все силы взаимодействия между частями паровоза, например силы взаимодействия между паром и поршнем цилиндра, между ползуном и его параллелями, между шатуном и пальцем кривошипа и т. п. Как видим, по существу нет различия между внешними и внутренними силами, относительное же различие между ними определяется лишь в зависимости от того, какие тела мы включаем в рассматриваемую систему и какие считаем не входящими в состав системы. Однако указанное относительное различие сил имеет весьма существенное значение при исследовании движения данной системы; по третьему закону Ньютона (о равенстве действия и противодействия), внутренние силы взаимодействия между каждыми двумя материальными точками системы равны по величине и направлены по одной и той же прямой в противоположные стороны; благодаря этому при разрешении различных вопросов о движении системы материальных точек возможно исключить все внутренние силы из уравнений движения системы и тем самым сделать возможным самое исследование о движении всей системы. Этот метод исключения внутренних сил в большинстве случаев неизвестных, сил связи имеет существенное значение при выводах различных законов механики системы.

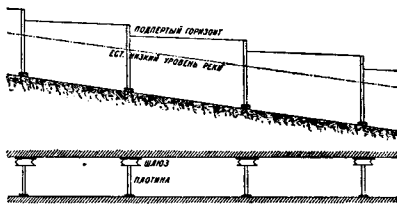
Лит.: Курс теоретической механики (отдел механики системы) Сомова, Бобылева, Анцель, Суслова и других авторов; К и р и ч е в В. Л., *Беседы о механике*, СПб., 1907.

**ВНЕШНЯЯ И ВНУТРЕННЯЯ РАБОТА**, см. *Работа*.

**ВНУТРЕННЕЕ ТРЕНИЕ**, см. *Вязкость*.

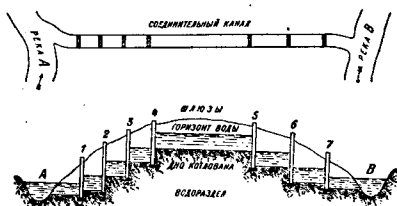
**ВНУТРЕННИЕ ВОДНЫЕ ПУТИ**, реки, каналы и озера, пригодные для грузового и пассажирского движения. В. в. п. бывают естественные и искусственные; на последнем относятся *каналы* (см.) и реки, приведенные в судоходное состояние при помощи специальных сооружений. Реками как путями со-

общения человечество пользуется с древнейших времен. Естественные препятствия для судоходства, как то: пороги, перекаты, мелководье и даже *водоразделы* (см.) между бассейнами соседних рек, преодолевались или перегрузкой товаров на плоты или вытягиванием судов на сушу и тягой их волоком в обход препятствий. Такими водными путями были в древней Руси: путь «из варяг в греки», от Балтийского до Черного моря; в Московский период—путь от Волги до Балтийского моря через водораздел между рр. Твердою и Цною длиной в 11 км (отсюда — наименование города «Вышний Волочок»). Развитие искусственных водных путей начинается с середины 15 века, когда инженером де-Моденом был построен *камерный шлюз* (см.) для проводки судов из одного канала в другой при разности горизонтов воды в них в 3 м. Применение камерных шлюзов для судоходства позволяет разбить несудоходную реку водонапорными плотинами на ряд ступенчатых участков с различными горизонтами воды и достаточными глубинами и при помощи расположенных в плотинах шлюзов переводить суда из одного участка в другой. Схема такой канализованной реки приведена на фиг. 1.



Фиг. 1.

Применение шлюзов позволяет также соединять судоходными каналами через водоразделы две реки, что видно из фиг. 2. Дальнейший толчок к развитию искусственных водных путей дало изобретение в начале 19 в. разорбчатой *плотины Пуаре* (см.). Применение плотин этого типа позволяет



Фиг. 2.

в широких пределах регулировать горизонты воды в реке и тем создавать необходимые для судоходства условия. Для создания на реках наиболее благоприятных для судоходства условий без коренного изменения их естественного режима применяется регулирование или *выправление рек* (см.) путем системы гидротехнич. сооружений (береговое укрепление, дамбы, буны, запруды и др.) или поддержания необходимой глубины фар-

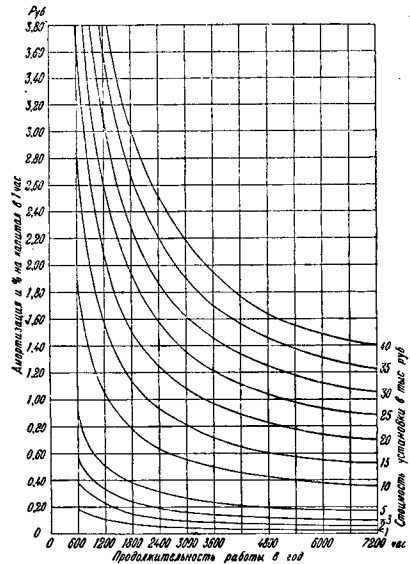
ватера землечерпашем (см.). Вследствие дешевизны водного транспорта В. в. п. имеют большое значение для народного хозяйства, и в наиболее промышленно развитых странах искусственные водные пути получили широкое распространение. Так, в Бельгии и Франции искусственные водные пути составляют около  $\frac{2}{3}$  общего протяжения всех В. в. п. в Германии—около  $\frac{1}{3}$ . А. Эссен.

**ВНУТРИЗАВОДСКИЙ ТРАНСПОРТ** имеет задачей обслуживать в отношении транспорта складские помещения промышленных предприятий (доставка топлива, сырья и полуфабрикатов со склада на место потребления), поддерживать правильное соотношение между цехами и мастерскими, а также внутри их, и производить перевозку готовых изделий из мастерских на склады.

В основе правильной организации В. т. должен лежать постоянный правильный поток сырья, полуфабрикатов и готовых изделий, имеющий определенное направление по предприятию и приспособленный к целям производства. Перерыв в доставке материалов со складов в мастерские вызывает нарушение хода производства. С другой стороны, правильно организованный поток сырья, полуфабрикатов и готовых изделий из склада в мастерские и обратно влияет на быструю оборота капитала, уменьшая застоявшиеся, и тем самым делает вложенный в предприятие капитал более производительным или, вернее, уменьшает размер необходимого оборотного капитала. В. т., освобождая квалифицированный производственный персонал от работы по передвижению материалов и полуфабрикатов, тем самым содействует рационализации труда и увеличению его производительности. Но чтобы В. т. работал без перебоев и следовательно без потерь, он д. б. организован в виде законченной части всего заводского хозяйства, на больших предприятиях руководимой и регулируемой особым органом. На обязанности этого органа должны лежать: 1) регулирование службы транспорта в смысле планомерного распределения его и наблюдения за ним; 2) содержание в порядке и испытание существующих транспортных приспособлений; 3) прием и испытание новых; 4) учет стоимости В. т. Организация В. т. должна быть такова, чтобы он не мешал прочему передвижению по заводу и чтобы перевозимые части все время двигались в одном направлении, соответственно ходу производства.

Составление плана В. т. для вновь строящихся предприятий не представляет особых трудностей. Разработанный план хода работ вместе с подробными нормами времени каждой производственной операции позволяет определить количество станков, их расположение и размер, расположение мастерских, а следовательно и план передвижения производственных грузов. При организации В. т. на старых предприятиях приходится считаться с существующим расположением мастерских и станков, но иногда расходы по радикальной перепланировке всего предприятия или отдельных мастерских вполне окупаются повышением производительности вследствие рационализации В. т.

Выбор тех или других средств В. т.—процесс очень сложный. На выбор влияют не только стоимость установки и эксплуатации транспортера, но и степень его пригодности для данного производства, а равно и свойства перевозимого груза: уд. в.,  $l^2$ , размеры, физическ. состояние, форма и т. д. При составлении сметы на установку В. т. можно руководствоваться кривыми (фиг. 1), дающими



Фиг. 1.

размер амортизации и процентов на капитал на 1 час работы в зависимости от стоимости установки и от числа рабочих часов в год. Эти кривые составлены согласно ф-ле Аумунда, выведенной им из многочисленных наблюдений в предположении, что установка амортизируется в 10 лет и что % на капитал составляют в СССР 10 годовых. Если при составлении проекта В. т. устанавливается срок амортизации  $>$  или  $<$  10 лет, то искомые величины по тем же кривым получаются путем интерполирования. Что касается общей стоимости эксплуатации В. т., то при составлении сметы можно руководствоваться помещенной здесь таблицей, дающей стоимость (в коп.) 1 м/м для разных способов перемещения применительно к данным Аумунда (см. табл. на ст. 793).

Средства В. т. бывают: I—периодические, работающие с перерывами, или II—непрерывно действующие. В зависимости от направления перемещения грузов В. т. делится на: А—горизонтальный или с небольшим наклоном, Б—вертикальный или с большим наклоном и В—с мешалкой, когда груз перемещается последовательно в горизонтальном и вертикальном направлениях. По движущей силе В. т. бывает ручным или ме-

Таблица стоимости транспортирования 1 т.м. в коп.

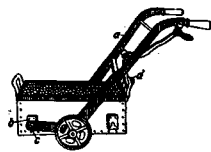
Длина пути в м.	Производит. в т/ч	Транспортные средства										
		периодические						непрерывные				
		ручные			электрич.			канатные				
		тачки	узко-колейн.	подвеш. дороги	узко-колейн.	подвеш. дороги	узко-колейн.	подвеш. дороги	серебрян	шнеки	ленты	тросы
15	2	1,040	1,010	1,070	—	1,430	—	—	—	0,367	—	—
15	5	0,410	0,408	0,428	—	0,573	—	—	—	0,253	—	—
15	10	0,210	0,203	0,213	—	0,286	—	—	—	0,227	0,193	0,247
15	25	—	0,030	0,085	—	0,115	—	—	—	0,125	0,130	0,130
15	50	—	—	0,042	—	0,108	—	—	—	0,041	0,100	0,081
15	100	—	—	—	—	0,056	—	—	—	0,031	—	0,049
25	2	0,630	0,614	0,660	—	0,900	—	—	—	—	0,280	—
25	5	0,250	0,246	0,265	—	0,360	—	—	—	—	0,216	—
25	10	0,160	0,123	0,132	0,320	0,184	—	—	—	0,172	0,158	0,168
25	25	—	0,049	0,053	0,130	0,074	—	—	—	0,096	0,098	0,086
25	50	—	—	0,033	0,067	0,066	—	—	—	0,065	0,028	0,057
25	100	—	—	—	0,035	0,037	—	—	—	0,049	—	0,035
50	2	0,340	0,318	0,350	—	0,490	—	—	—	—	0,230	—
50	5	0,160	0,128	0,140	—	0,200	—	0,360	—	—	0,134	—
50	10	0,160	0,064	0,070	0,172	0,104	0,186	0,180	—	0,126	0,134	0,113
50	25	—	0,042	0,034	0,070	0,042	0,067	0,073	—	0,075	0,111	0,049
50	50	—	—	0,031	0,036	0,037	0,048	0,050	—	0,053	0,096	0,037
50	100	—	—	0,019	0,023	0,029	0,034	0,034	—	0,041	—	0,024
100	2	0,190	0,097	0,205	—	0,350	—	—	—	—	0,200	—
100	5	0,160	0,049	0,082	—	0,125	—	0,192	—	—	0,172	—
100	10	0,160	0,044	0,041	0,095	0,063	0,083	0,097	—	0,105	0,127	0,082
100	25	—	0,042	0,034	0,039	0,028	0,026	0,040	—	0,060	0,109	0,013
100	50	—	—	0,033	0,021	0,027	0,026	0,027	—	0,047	0,096	0,028
100	100	—	—	—	0,012	0,018	0,016	0,019	—	0,039	—	0,017
200	2	0,190	0,097	0,130	—	0,215	—	—	—	—	—	—
200	5	0,160	0,049	0,059	—	0,087	—	0,110	—	—	—	—
200	10	0,160	0,044	0,040	0,056	0,044	0,051	0,055	—	—	—	0,060
200	25	—	0,041	0,033	0,023	0,028	0,023	0,024	—	—	—	0,032
200	50	—	—	0,033	0,013	0,022	0,015	0,016	—	—	—	0,024
200	100	—	—	—	0,008	0,015	0,010	0,012	—	—	—	0,016

ханическим. Ручные способы неэкономны и применяются лишь для перемещения небольших тяжестей и на короткое расстояние. Все виды внутризаводского транспорта должны иметь приспособления для погрузки и разгрузки, составляющие существенную часть самого транспорта.

### 1. Транспортные средства, действующие периодически.

**А. Средства горизонтального или слегка наклонного перемещения.** 1) Безрельсовое перемещение при помощи всевозможных тачек, тележек и вагонеток для тяжестей до 2 т. Главные достоинства его: независимость от места, большая подвижность и невысокая заготовительная стоимость. Но безрельсовое перемещение требует ровного и гладкого пола, в виду чего безрельсовый транспорт применяется преимущественно внутри мастерских. Безрельсовые тележки выгодны лишь тогда,

когда их может вести один рабочий, в виду чего требуется, чтобы они были небольшого веса и чтобы ими легко было управлять. Рекомендуется погрузку и разгрузку отделять от перевозки и конструировать тележки со съемным кузовом. На фиг. 2 представлена тачка с погрузочным ящиком системы Кригера в Дрездене, значительно облегчающая труд перевозчика. Перевозчик, манипу-



Фиг. 2.

лируя ручками *a*, подхватывает рычагом *c* выступ *b* на ящике и поднимает переди. конец ящика; опускает затем ручки, он захватывает крючком *d* скобку ящика и приподнимает заднюю его часть. Погрузка ящика на тачку и разгрузка его требуют очень мало времени, рабочий при этом стоит в нормальном положении. В Америке находят все более широкое распространение тележки с подьемной платформой. Грузовые ящики ставят на подмости, под к-рые может подойти тележка. Опустив дышло, рабочий при помощи рычага поднимает платформу, а вместе с ней и ящик, и, закрепив ее в этом положении, освобождает дышло. На месте разгрузки имеются такие же подмости, на к-рые рабочий при помощи тормоза медленно опускает ящик, после чего тележка освобождается для новой операции. Тележки строятся на грузы в 500,

750 и 1 000 кг; подьемный механизм устроен так, что один рабочий может без усилий поднять полный груз в 1 000 кг. Число тележек определяется из расчета: одна тележка на 50—100 грузовых ящиков; ящикам придают разнообразн. формы, соответствующие перевозимым предметам. Для тележек с грузоподъемностью больше 1,5 т применяют гидравлические подьемники, причем, когда платформа достигает своего высшего положения, гидравлический цилиндр выключается. Опускание ящика тормозится гидравлическим клапаном. Для перемещения груза на значительные расстояния применяются тележки с электромотором и аккумулятором. Управление такой тележкой настолько несложно, что необученный рабочий может вполне освоиться с ним в течение нескольких часов. Электрические тележки снабжаются иногда съемными или опрокидывающимися кузовами. Иногда же на такую тележку устанавливают поворотный кран соответствующей грузоподъемности и с небольшим вылетом. Для перевозки громоздких грузов применяют электрические аккумуляторные поезда, состоящие из ведущей тележки и одной или двух прицепных платформ, кузова которых иногда делают съемными; в этом случае они могут быть снимаемы вместе с грузом при помощи подьемников и заменяемы другими.

2) Рельсовые пути. Для внутризаводского транспорта применяются обыкновенные ширококолейные или узкоколейные жел. дор. Но внутри заводского двора не всегда удобно пользоваться паровозной тягой, в особенности, если тут же находятся

горючие материалы, поэтому во В. т. часто применяют для тяги вагонов электровозы и тепловозы. В небольших и средних предприятиях для тяги вагонов применяются электрич. *шпильи* (см.) с проволочным канатом. Для обратного хода вагонов канат перебрасывают через блок. Для тяги свыше 1 000 кг применяют двуступенчатые шпильи. Для передвижения вагонов на большое расстояние применяют электрич. лебедки с канатом длиной до 400 м. Лебедка с силой тяги в 2 000 кг в состоянии передвигать 8 полногрузных 15-т вагонов, т. е. 120 т полезного груза. Внутри мастерских цепной или канатной тяги для ж.-д. вагонов не применяют. Вообще канатная тяга применяется только для больших расстояний. Для разгрузки вагонов кроме откидных стенок или откидного дна применяются специальные опрокидыватели. Одно из таких приспособлений состоит в том, что грузеный вагон въезжает в раму, состоящую из двух вращающихся на роликах вокруг горизонтальной оси кругов. Круги захватывают вагон и опрокидывают его над ямой. Другое приспособление для непрерывного опорожнения ж.-д. вагонов состоит в том, что вагон загоняется в рельсовую петлю, в к-рой его подхватывает бесконечная цепь и увлекает на барабан, где он опрокидывается. Само-разгружающиеся вагоны применяются только для сыпучего материала.

Подвесные дороги имеют перед нормальной ж. д. следующие преимущества: рельсы не подвержены загрязнению и повреждению; дорога не препятствует работе и движению по земле; подвесную дорогу легко приспособить к условиям мастерских; по сравнению с узкоколейной она поглощает меньше энергии. В простейших случаях, в частности внутри мастерских, устраивают подвесные дороги с ручным перемещением тележки, для чего рельсы подвешивают на такой высоте, чтобы рабочий мог рукой двигать тележку. Если оси последней снабжены шариковыми подшипниками, то один рабочий может передвигать без напояжения груз в 2 т. Для перемещения массовых грузов подвесные дороги почти не применяются, так как их скорость сравнительно невелика. Воздушная дорога с 1 или 2 канатами применяется только для длинных путей в пересеченной местности. Внутри мастерских их устраивают редко. См. *Подвесные дороги*.

**Б. Средства вертикального перемещения.**  
1) *Домкраты* (см.) служат для поднятия тяжестей на небольшие высоты, преимущественно для монтажных работ. Домкраты бывают: а) с зубчатой рейкой—для компактных и сравнительно легких деталей, грузоподъемность до 1,5—2 т, подъем 30—80 см, приводятся в движение при помощи кривошипа вручную; б) винтовые—грузоподъемность 5—20 т, подъем—24—37 см, приводятся в движение помощью трещетки, кпд не более 30—40%; в) гидравлические—для грузов весом до 200 т, применяются преимущественно для установки тяжелых деталей на станки, приводятся в движение ручными насосами, подъем 18—50 см, коэффициент полезного действия 60—70%.

2) *Тали* (см.) бывают: а) ручные червячные—с подъемной силой 0,3—1,5 т, подъем 3—6 м, кпд 55—65%, удобный, надежный в работе и дешевый способ поднятия грузов; б) ручные с цилиндрической зубчаткой—кпд 70—80%, дают более быстрый подъем и спуск грузов, мощность 0,25—5 и даже 10 т; в) электрические—несмотря на дороговизну установки все более и более вытесняют ручные; г) пневматические—применяемые для грузов в 3 т и выше, обходятся дорого и применяются лишь там, где расход сжатого воздуха не играет роли.

3) Лебедки различного рода играют в В. т. второстепенную роль. Там, где имеются пневматические приспособления,—применяются пневматические лебедки (см. *Лебедки*).

4) *Подъемники* (см.) преимущественно с электрической тягой. Ручные подъемники с тяговым колесом и пеньковым канатом применяются мало. Гидравлические и пневматические подъемники применяются только там, где имеется готовая гидравлическ. или пневматическая установка. Вблизи трансмиссионных валов устраивают подъемники, приводимые в движение от трансмиссии при помощи ремня.

**В. Средства смешанного перемещения.** Сюда относятся преимущественно передвижные подъемники и краны или горизонтальные средства перемещения, к которым приспособляется подъемный механизм. На складах для установки больших ящиков, тюков, бочек и т. д. применяются обыкновенно электрические тали, установленные на подвижной тележке с ручной тягой. В мастерских их употребляют для монтировки верхних приводов.

*Краны* (см.) В. т. разделяются на краны наружной службы и краны внутрен. службы. Паровые краны применяют только для наружной службы; внутри же мастерских применяются главным образом электрические. Передвижные поворотные краны употребляют в мастерских для подвоза крупных частей по узким проходам, чаще всего для установки обрабатываемых деталей на станки, где нельзя пользоваться подвесными дорогами и где подвоз производится не постоянно. Мостовые краны ручного действия применяют для грузов до 5 т и на небольших расстояниях; для больших тяжестей и более длинного пути применяют электрич. краны. Большие краны снабжают вспомогательными подъемными механизмами для меньших тяжестей. Консольные краны с грузоподъемностью в 2—10 т применяют преимущественно в литейных, обрабатывающих и сборочных мастерских. Часто их устраивают в виде окружающих путей вдоль стен с закруглениями на углах. Преимущество этих кранов в том, что они не мешают движению, требуют сравнительно немного энергии, работают с большой скоростью, но установка их дорогая. Портальные краны устраиваются только вне мастерских. Передвижные порталые краны двигаются по рельсам, проложенным на уровне мостовой, поэтому скорость их меньше, чем у мостовых. Стационарные поворотные краны применяют как вне, так и внутри мастерских для мел-

ких и средних грузов. Недостаток — ограниченный район обслуживания. Передвижные поворотные краны на двух рельсах применяют только вне мастерских; внутри же с успехом применяют однорельсовые в железобетонные краны, могущие передвигаться по узким проходам. Район действия велосипедного крана значительно увеличивается при наличии поворотного круга. Путем особого приспособления можно применить поворотный механизм самого крана для поворачивания круга. Подвешенные дороги с подъемными механизмами имеют следующие преимущества перед мостовыми кранами: они дают возможность перемещения по кривым, связывают все помещения, работа может производиться одновременно в разных местах, оборудование недорого. Недостаток их — обслуживание линий, а не площадей.

Для ускорения погрузки и выгрузки вместо крюков в подъемных механизмах применяют специальные приспособления, захватывающие материал: грузоподъемные магниты для железных стержней, листов, стружек, опилок, лома; клещи для ящиков, тюков и т. д.; ковши с раскрывающимися лопастями для сыпучих тел; всевозможные *грейферы* (см.) и т. п.

## II. Транспортные средства, работающие непрерывно.

Эти транспортные средства, часто называемые *транспортерами* (см.), применяются тогда, когда перемещению подлежит один и тот же материал по одному и тому же направлению. Они работают б. ч. автоматически и приводятся в действие преимущественно электричеством. Достоинства их: большая скорость, легкость, сравнительная дешевизна установки, небольшая трата энергии. Они подразделяются на: А — транспортеры с тяговыми устройствами и Б — транспортеры без тяговых устройств.

А. Транспортеры с тяговыми устройствами. Для тяги применяются цепи, канаты и ленты. *Цепи* (см.) легче чинить при разрыве, они меньше растягиваются, устройство приводного механизма проще благодаря звеньям, ложащимся на зубья. *Канаты* (см.) — дешевые, меньше изнашиваются, благодаря отсутствию шарниров не грозят внезапными разрывами, растягивание происходит постепенно; применяются для перемещения на большие расстояния. *Ленты* (см.) — леньковые, хлопчатобумажки. (в несколько слоев), из верблюжьей шерсти, резиновые и балатовые или из стальной проволоки (для материалов, содержащих мало влаги) — допускают движение с большой скоростью. Применяются на коротких расстояниях для перемещения грузов, к-рые помещаются на них непосредственно. Тяги приводятся в движение при помощи зубчатых колес или барабана и д. б. снабжены приспособлениями для натяжения. При горизонтальном и наклонном перемещениях эти транспортеры нуждаются в опорах, для чего применяются или опорные ролики (для более легких грузов) или рельсы с ползунами и катящимися роликами (для тяжелых грузов). Недостатки транспортеров

с тяговыми устройствами: они сравнительно дороги и сильно грязнятся во время работы.

Наиболее употребительны следующие типы этого рода транспортеров.

1) *Скребки*, или *кратцеры* и *самотаски*, — горизонтальные или наклонные до 40°. Производительность скребков  $Q = 3,6 \frac{1}{a} \gamma v m^3$ , где  $i$  — объем груза в л, забираемого одним скребком,  $a$  — расстояние между скребками в м (0,4—0,6),  $\gamma$  — уд. в. груза,  $v$  — скорость скребка в м/сек (0,25—0,75). Скребки применяются главным образом для перемещения сыпучих тел на 15—25 м с производительностью 8—15 м<sup>3</sup>/ч. Достоинства скребков: дешевизна, простота устройства, надежность работы, удобство погрузки и разгрузки, дешевизна обслуживания. Недостатки: большая трата энергии, измешивание и порча перемещаемого груза, неспокойная работа. Скребки допускают передачу груза с одного транспортера на другой под прямым углом.

2) *Ленточные транспортеры* (см.), плоские или вогнутые, горизонтальные или с наклоном до 30°. Длина перемещения от 100 до 150 м, ширина ленты 20—100 см; производительность до 450 м<sup>3</sup>/ч, а для угля — до 900 м<sup>3</sup>/ч. Скорость 1,5—3 м/сек. Считая, что максимальная высота сечения слоя сыпучего груза  $h$  равна  $\frac{1}{12}$  его ширины, равной (0,9B — 0,05) м и учитывая, введением числового коэффициента =  $\frac{2}{3}$ , уменьшение высоты слоя от середины ленты к ее краям, можно принять производительность транспортера

$$Q = 3600 \cdot \frac{1}{12} \cdot \frac{2}{3} (0,9B - 0,05)^2 \gamma v = 200 (0,9B - 0,05)^2 \gamma v m^3$$

где B — ширина ленты в м. Транспортеры с гибкой лентой могут быть применяемы почти всюду, но главным образом пригодны для перемещения зерна и угля. В Америке они применяются на газовых, цементных, химич. заводах и в котельных. Достоинства их: простота конструкции, легкость, ровная бесшумная работа, небольшая трата энергии, дешевое обслуживание; недостатки: дорогая установка, быстрое изнашивание лент. Для подачи к ленточным транспортерам несущих грузов служат *роликовые столы*; в них груз движется на роликах по столу, подталкиваемый рукою или автоматически. Для предотвращения скольжения груза по ленте применяют *звеньевые*, или *пластиночные*, ленточные транспортеры, работающие горизонтально или с наклоном до 43°; в этом случае ленты имеют поперечины, не дающие грузу соскальзывать вниз. Ширина ленты 75—100 см, скорость 0,2—0,6 м/сек; производительность плоских звеньев лент Q в среднем можно принять = 400 (B — 0,1)<sup>2</sup> γv м<sup>3</sup>/ч, для лент с загнутыми краями Q = 3600 f γv м<sup>3</sup>/ч, где f — площадь сечения слоя груза в м<sup>2</sup>. Существует еще так назыв. *универсальный транспортер*, состоящий из нескольких передвижных звеньевых элементов, из которых первый соединен с мотором, а каждый последующий соединен цепью с предыдущим. Длина элемента 6—8 м.

3) Норрии, или элеваторы, для перемещения груза вертикально или с наклоном более  $45^\circ$ . Во избежание пыли на норрии иногда надевается кожух из дерева или листового железа. Скорость норрии от 0,8 до 2,5 м/сек, иногда 3,3 м/сек. Производительность  $Q = 3,6 \varphi^i \gamma v m/c$ ; здесь  $\varphi$  — степень наполнения ковшей,  $i$  — смкость их в м,  $a$  — расстояние между ковшами в м. Для аэрирования груза  $v = 21 \sqrt{D}$ , где  $D$  — диаметр верхнего барабана в м, причем  $\varphi = 0,6 - 0,75$ . На складах применяют передвижные норрии с переменным наклоном. Достоинство норрии: простота, надежная бесшумная работа, сравнительно небольшой затрата энергии, приспособляемость ко всяким условиям (см. Норрии).

4) Конвейеры, или норрии с качающимися ковшами, перемещающимися по прямой линии, плоской или даже пространственной, кривой. Скорость конвейеров при прямой линии перемещения 0,15—0,30 м/сек, а при криволинейной от 0,10 до 0,13 м/сек.

Производительность  $Q = 3,6 \varphi^i \gamma v m/c$ , причем  $\varphi$  б. ч. равно 1. Один конвейер с криволинейным движением может заменить несколько транспортеров прямолинейного движения, что дает экономию благодаря отсутствию перегрузок.

Б. Транспортёры без тяговых устройств. 1) Шнеки (см.) — работают горизонтально или наклонно под углом не более  $30^\circ$ . Встречаются и вертикальные шнеки. Диаметр шнека  $D = 100 - 600$  мм, шаг винта  $S = 80 - 400$  мм, количество оборотов в минуту  $n = 45 - 100$ . Производительность  $Q = 15 \varphi \pi D^2 S n \gamma m/c$ , где  $\varphi$  — степень наполнения,  $D$  и  $S$  — в м. Шнек — самый простой и компактный из всех транспортеров с невысоким расходом по обслуживанию, но поглощает много энергии и может повредить груз. Шнек применяется для перемещения на небольшие расстояния при небольшой производительности (до 10 м/ч).

2) К шнекам примыкают и трубные транспортёры, представляющие вращающиеся трубы, к внутренним стенкам которых прикреплены лопасти. Здесь одновременно с перемещением материал подвергается перемешиванию. Производительность определяется по той же формуле, что и для шнеков.  $D = 200 - 600$  мм,  $S = 100 - 300$  мм,  $n = 24 - 47$ . Трубные транспортёры потребляют энергии немногим меньше, чем шнеки.

3) Трясуны (см.), или качающиеся желоба — исключительно для горизонтального перемещения, т. е. даже при небольшом подъеме их производительность сильно падает. При перемещении более чем на 100 м желоб трясуна разделяется на секции, к-рые приводятся в движение несколькими кривошипными механизмами, или же одна секция приводит в движение другую при помощи перекрещивающихся рычагов. При 300—400 об/м. скорость перемещения груза 0,1—0,2 м/сек; производительность  $Q = 3,60 b \gamma v m/c$ , где  $b$  — ширина желоба в свету (0,2—1 м),  $h$  — высота слоя материала (0,02—0,06 м). Достоинства трясунов: простота конструкции, дешевизна обслуживания, надежность

работы, компактность; недостатки: большой расход энергии, порча желоба при перемещении твердого материала. Трясуны особенно распространены в горном деле. Существует еще желоб системы Маркуса; в этой системе желоб приводится в возвратно-поступательное движение; когда желоб внезапно останавливается или отдергивается назад — груз по инерции продолжает свое движение вперед.

4) Гравитационные транспортёры — для спуска грузов под влиянием их собственной тяжести под небольшим наклоном в  $2 - 3^\circ$ . Для сыпучих тел употребляются лотки и трубы; для штучных грузов простой формы и среднего веса делается дорожка из плотно прилегающих друг к другу роликов-катков (см. Дорожка роликовая). Дорожка может быть прямой, кривой и в частности спиральной; иногда она состоит из нескольких секций.

5) Пневматические транспортёры — для сыпучих тел — мелкого угля, угольной пыли, зерна, зола и т. п. Если груз в транспортёр поступает из одного места и передается в несколько мест, то применяется нагнетательный способ; если же груз поступает из многих мест, но передается в одно место, то применяется всасывание.

#### Выбор транспортных средств.

1) При транспортировании грузов следует возможно шире пользоваться приспособлениями для саморазгрузки и грейферами. При разгрузке 4—5 вагонов в час выгодно пользоваться опрокидывающимися платформами, на которые въезжает вагон.

2) Для доставки материалов на склады, для сообщения складов с мастерскими и мастерских между собой самым ценным средством транспорта крупных грузов являются ширококолейные дороги, к-рые должны связывать все склады и мастерские между собой. Рекомендуется на соединительных путях ставить простые стрелки, избегающие поворотных кругов, повреждение которых может остановить весь транспорт; рельсы, идущие вдоль стен мастерских, должны отстоять от этих стен не менее, чем на 2,1 м. Ворота, лежащие против рельсов, представляют постоянную опасность для рабочих, в виду чего следует принимать специальные меры предосторожности. Ширококолейные дороги обыкновенно дополняются узкоколейными, в особенности для средних грузов, и безрельсовыми транспортными средствами. Для обслуживания складских площадок применяются краны, преимущественно подвешенные порталные и мостовые. Но самым удобным и выгодным средством являются подвесные дороги, которые иногда могут прямо с парохода или из вагона доставлять материалы на место потребления.

3) Для транспорта внутри складов применяются: для тяжелых грузов — мостовые краны и подвесные дороги; для средних и мелких — безрельсовые средства; для однообразного груза — элеваторы, роликовые столы, звеньевые транспортёры, для мешков — ленточные передвижные или несколько ленточных транспортеров, передающих груз с одного на другой; для ящиков и штучных

грузов—роликовые столы и электрические тележки с подъемными платформами или с краями. Для сыпучих тел иногда ленточный транспортер дополняют барабаном с черпаками, которые загребают груз из кучи и подают его на ленту. Для очень тяжелых частей рекомендуются подвижные мосты, построенные наподобие мостовых или порталных кранов.

4) При перемещении грузов внутри мастерских безрельсовые средства В. т. применяются только для мелких и средних грузов, когда имеется ровный и гладкий пол. Без узкоколеек обходится почти невоз-

6) В монтажных цехах применяют для тяжелых грузов ширококолейные ж. д., для средних — узкоколейные, а для легких — безрельсовые средства. Применяются также поворотные краны средней и малой грузоподъемности и мостовые краны. В Америке для монтажа средних и мелких машин ставится на платформу в обрабатывающем цехе тележка, отвозится в монтажную, где машина постепенно собирается на платформе и затем отправляется на склад. Тяжелые части машин иногда обрабатываются в монтажной. Чтобы по возможности меньше передвигать такие части, применяют передвижные станки, в частности сверлильные, шлифовальные, фрезерные и другие.

Особо стоит отметить автомобили в Америке, в частности на заводах Форда, где монтируемый автомобиль движется перед стоящими на месте рабочими. Передвижение — периодическое, причем скорость д. б. строго рассчитана и согласована с

нормами времени, необходимыми для разных операций (см. *Конвейер и Непрерывное производство*).

*Лит.*: Ганфштегел Г., Транспортные устройства для массовых грузов, Москва—Ленинград, 1927; Мекбах Ф. и Кинцле А., Работа непрерывным производственным потоком, М., 1927; Козьмин В. С., Транспортирование материалов в промышленных предприятиях, Л., 1927; его же, Ленточные транспортеры, Л., 1927; Ашпиз А. И., Hebe- u. Förderanlagen, В. 2, 2 Aufl., Berlin, 1926; Buhle M., Technische Hilfsmittel zur Beförderung u. Lagerung von Sammelkörpern (Massengütern), В. 3, Berlin, 1901—1906; Hanffstengel G., Die Förderung von Massengütern, 3 Auflage, В., 2, Berlin, 1922; Hanffstengel G., Billig Verladen und Fördern, 2 Auflage, Berlin, 1919; Dübbel H., Taschenbuch für d. Fabrikbetriebe, Berlin, 1923; Mischenfeld der K., Kran- und Transportanlagen, Berlin, 1926. Б. Гуревич.

**ВОДА**, простейшее химическое соединение водорода с кислородом; химическая формула  $H_2O$ ; молекулярный вес 18,016; при обыкновенной температуре—жидкость без запаха и цвета, но в толстых слоях имеет голубой цвет. Чистая дистиллированная вода имеет, благодаря осмотическим процессам в клетках слизистой оболочки, неприятный вкус и вредна для здоровья; вода, содержащая незначит. количество солей, не только не вредна, но необходима для питания организма.

### 1. Физические и химические свойства воды.

Физические свойства воды сопоставлены в табл. 2. Увеличение объема жидкой воды при повышении температуры выражается цифрами, приведенными в таблице 1 (объем при 0° принимается за 10 000).

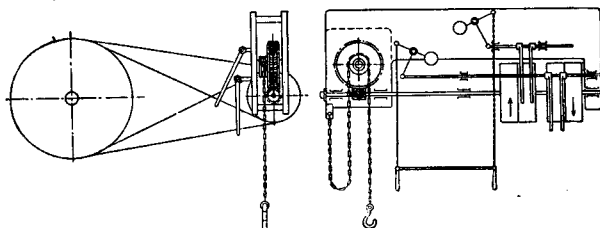
Табл. 1.— Увеличение объема воды в зависимости от t°.

t°	10°	20°	30°	40°	50°
Увеличение объема	1,2	16,0	41,5	75,8	117,0
t°	60°	70°	80°	90°	100°
Увеличение объема	168,0	225,5	291,0	385,5	427

можно, особенно в литейных и кузницах; для средних и мелких грузов применяют подвесные дороги, не мешающие работе внизу. Краны применяют преимущественно передвижные; мостовые краны часто обслуживают всю мастерскую, причем на каждые 80—100 м пути устанавливают обычно два крана. Подвижные двухрельсовые поворотные краны применяют в исключительных случаях. В низких зданиях ставят велосипедные краны. Для перемещения из одного этажа в другой пользуются конвейерами.

5) Подъемные и транспортные средства для установки частей на обрабатывающие станки и для снятия их должны работать быстро. В виду этого для легких частей рекомендуются ручные или электрические подъемные приспособления: канатные подъемники с противовесом, неподвижные тали с зубчатой цилиндр. передачей, работающие быстрее, чем с винтовой передачей. Фирма Крупп построила особый подъемник для обслуживания станков (фиг. 3), прикрепляемый над станками к потолку и приводимый в движение от трансмиссий; рабочий одной рукой управляет подъемником, а другой направляет деталь. В целях экономии времени по креплению детали к цепи или канату рекомендуется применять соответствующие клещи, лапы и т. п. Применяется также рельсовый путь на балках с подвижной кошкой с подвешенными ручными или электрич. талями. Рекомендуются также небольшие поворотные краны, прикладываемые непосредственно к станкам, преимущественно к тяжелым. Широко распространены, благодаря своей дешевизне и удобству, передвижные заводские краны. Для тяжелых частей применяют мостовые и консольные краны. В последнее время для средних и легких частей с ровной поверхностью стали применять гравитацион. роликовые транспортеры, а для большого количества деталей—конвейеры.

Фиг. 3.





3) Норрии, или элеваторы, для перемещения груза вертикально или с наклоном более  $45^\circ$ . Во избежание пыли на норрии иногда надевается кожух из дерева или листового железа. Скорость норрии от 0,8 до 2,5 м/сек, иногда 3,3 м/сек. Производительность  $Q = 3,6 \varphi \frac{i}{a} \gamma v m/ч$ ; здесь  $\varphi$ —степень наполнения ковшеи,  $i$ —смкость их в л,  $a$ —расстояние между ковшами в м. Для зернового груза  $v = 2\sqrt{D}$ , где  $D$ —диаметр верхнего барабана в м, причем  $\varphi = 0,6-0,75$ . На складах применяют передвижные норрии с переменным наклоном. Достоинство норрии: простота, надежная бесшумная работа, сравнительно небольшая затрата энергии, приспособляемость ко всяким условиям (см. Норрии).

4) Конвейеры, или норрии с качающимися ковшами, перемещающимися по прямой линии, плоской или даже пространственной кривой. Скорость конвейеров при прямолинейном перемещении 0,15—0,30 м/сек, а при криволинейном от 0,10 до 0,13 м/сек.

Производительность  $Q = 3,6 \varphi \frac{i}{a} \gamma v m/ч$ , причем  $\varphi$  б. ч. равно 1. Один конвейер с криволинейным движением может заменить несколько транспортеров прямолинейного движения, что дает экономно благодаря отсутствию перегрузок.

Б. Транспортёры без тяговых устройств. 1) Шнеки (см.)—работают горизонтально или наклонно под углом не более  $30^\circ$ . Встречаются и вертикальные шнеки. Диаметр шнека  $D=100-600$  мм, шаг винта  $S=80-400$  мм, количество оборотов в минуту  $n=45-100$ . Производительность  $Q = 15 \varphi D^2 S n \gamma m/ч$ , где  $\varphi$ —степень наполнения,  $D$  и  $S$ —в м. Шнек—самый простой и компактный из всех транспортеров с невысоким расходом по обслуживанию, но поглощает много энергии и может повредить груз. Шнек применяется для перемещения на небольшие расстояния при небольшой производительности (до 10 т/ч).

2) К шнекам примыкают и трубные транспортёры, представляющие вращающиеся трубы, к внутренним стенкам которых прикреплены лопасти. Здесь одновременно с перемещением материал подвергается перемешиванию. Производительность определяется по той же формуле, что и для шнеков.  $D=200-600$  мм,  $S=100-300$  мм,  $n=24-47$ . Трубные транспортёры потребляют энергии немного меньше, чем шнеки.

3) Трясуны (см.), или качающиеся желоба—исключительно для горизонтального перемещения, т. к. даже при небольшом подъеме их производительность сильно падает. При перемещении более чем на 100 м желоб трясуна разделяется на секции, к-рые приводятся в движение несколькими кривошипными механизмами, или же одна секция приводит в движение другую при помощи перекрещивающихся рычагов. При 300—400 об/м. скорость перемещения груза 0,1—0,2 м/сек; производительность  $Q = 3\ 600 b h v \gamma m/ч$ , где  $b$ —ширина желоба в свету (0,2—1 м),  $h$ —высота слоя материала (0,02—0,06 м). Достоинства трясунов: простота конструкции, дешевизна обслуживания, надежность

работы, компактность; недостатки: большой расход энергии, порча желоба при перемещении твердого материала. Трясуны особенно распространены в горном деле. Существует еще желоб системы Маркуса; в этой системе желоб приводится в возвратно-поступательное движение; когда желоб внезапно останавливается или отдергивается назад—груз по инерции продолжает свое движение вперед.

4) Гравитационные транспортёры—для спуска грузов под влиянием их собственной тяжести под небольшим наклоном в  $2-3^\circ$ . Для сыпучих тел употребляются лотки и трубы; для штучных грузов простой формы и среднего веса делается дорожка из плотно прилегающих друг к другу роликов-катков (см. Дорожка роликовая). Дорожка может быть прямой, кривой и в частности спиральной; иногда она состоит из нескольких секций.

5) Пневматические транспортёры—для сыпучих тел—мелкого угля, угольной пыли, зерна, золы и т. п. Если груз в транспортёр поступает из одного места и передается в несколько мест, то применяется нагнетательный способ; если же груз поступает из многих мест, но передается в одно место, то применяется всасывание.

#### Выбор транспортных средств.

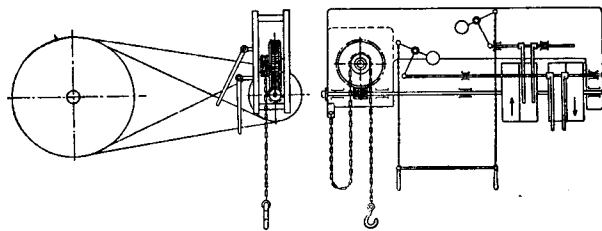
1) При транспортировании грузов следует возможно шире пользоваться приспособлениями для саморазгрузки и грейферами. При разгрузке 4—5 вагонов в час выгодно пользоваться опрокидывающимися платформами, на которые въезжает вагон.

2) Для доставки материалов на склады, для сообщения складов с мастерскими и мастерских между собой самым ценным средством транспорта крупных грузов являются ширококолейные дороги, к-рые должны связывать все склады и мастерские между собой. Рекомендуется на соединительных путях ставить простые стрелки, избегая поворотных кругов, повреждение которых может остановить весь транспорт; рельсы, идущие вдоль стен мастерских, должны отстоять от этих стен не менее, чем на 2,1 м. Ворота, лежащие против рельсов, представляют постоянную опасность для рабочих, в виду чего следует принимать специальные меры предосторожности. Ширококолейные дороги обыкновенно дополняются узкоколейными, в особенности для средних грузов, и безрельсовые транспортными средствами. Для обслуживания складских площадок применяются краны, преимущественно подвижные порталные и мостовые. Но самым удобным и выгодным средством являются подвесные дороги, которые иногда могут прямо с парохода или из вагона доставлять материалы на место потребления.

3) Для транспорта внутри складов применяются: для тяжелых грузов—мостовые краны и подвесные дороги; для средних и мелких—безрельсовые средства; для однообразного груза—элеваторы, роликовые столы, звеньевые транспортёры, для мешков—ленточные передвижные или несколько ленточных транспортёров, передающих груз с одного на другой; для ящиков и штучных

грузов—роликовые столы и электрические тележки с подъемными платформами или с кранами. Для сыпучих тел иногда ленточный транспортер дополняют барабаном с черпаками, которые загребают груз из кучи и подают его на ленту. Для очень тяжелых частей рекомендуются подвижные помосты, построенные наподобие мостовых или порталных кранов.

4) При перемещении грузов внутри мастерских безрельсовые средства В. т. применяются только для мелких и средних грузов, когда имеется ровный и гладкий пол. Без узкоколеек обходиться почти невоз-



Фиг. 3.

можно, особенно в литейных и кузницах; для средних и мелких грузов применяют подвесные дороги, не мешающие работе внизу. Краны применяют преимущественно передвижные; мостовые краны часто обслуживают всю мастерскую, причем на каждые 80—100 м пути устанавливают обычно два крана. Подвижные двухрельсовые поворотные краны применяют в исключительных случаях. В низких зданиях ставят велосипедные краны. Для перемещения из одного этажа в другой пользуются конвейерами.

5) Подъемные и транспортные средства для установки частей на обрабатывающие станки и для снятия их должны работать быстро. В виду этого для легких частей рекомендуются ручные или электрические подъемные приспособления: канатные подъемники с противовесом, неподвижные тали с зубчатой цилиндрической передачей, работающие быстрее, чем с винтовой передачей. Фирма Крупп построила особый подъемник для обслуживания станков (фиг. 3), прикрепляемый над станками к потолку и приводимый в движение от трансмиссий; рабочий одной рукой управляет подъемником, а другой направляет деталь. В целях экономии времени по креплению детали к цепи или канату рекомендуется применять соответствующие клещи, лапы и т. п. Применяется также рельсовый путь на балках с подвижной кошкой с подвешенными ручными или электрическими талиями. Рекомендуются также небольшие поворотные краны, прилаживаемые непосредственно к станкам, преимущественно к тяжелым. Широко распространены, благодаря своей дешевизне и удобству, передвижные заводские краны. Для тяжелых частей применяют мостовые и консольные краны. В последнее время для средних и легких частей с ровной поверхностью стали применять гравитационные роликовые транспортеры, а для большого количества деталей—конвейеры.

6) В монтажных цехах применяют для тяжелых грузов ширококолейные ж. д., для средних—узкоколейные, а для легких—безрельсовые средства. Применяются также поворотные краны средней и малой грузоподъемности и мостовые краны. В Америке для монтажки средних и мелких машин ставится на платформу при помощи подъемной тележки, отвозится в монтажную, где машина постепенно собирается на платформе и затем отправляется на склад. Тяжелые части машин иногда обрабатываются в монтажной. Чтобы по возможности меньше передвигать такие части, применяют передвижные станки, в частности сверлильные, шлифовальные, фрезерные и другие.

Особо стоит сборка автомобилей в Америке, в частности на заводах Форда, где монтируемый автомобиль движется перед стоящими на месте рабочими. Передвижение—периодическое, причем скорость д. б. строго рассчитана и согласована с

нормами времени, необходимыми для разных операций (см. *Конвейер и Непрерывное производство*).

Лит.: Ганфштегел Г., Транспортные устройства для массовых грузов, Москва—Ленинград, 1927; Менбах Ф. и Киндиге А., Работа непрерывным производством поточком, М., 1927; Козьмин В. С., Транспортирование материалов в промышленных предприятиях, Л., 1927; его же, Ленточные транспортеры, Л., 1927; Aumund H., Hebe- u. Förderanlagen, B. 2, 2 Aufl., Berlin, 1926; Uhle M., Technische Hilfsmittel zur Beförderung u. Lagerung von Sammelkörpern (Massengütern), B. 3, Berlin, 1901—1906; Hanfsteengel G., Die Förderung von Massengütern, 3 Auflage, B., 2, Berlin, 1922; Hanfsteengel G., Billig Verladen und Fördern, 2 Auflage, Berlin, 1919; Dubei H., Taschenbuch für d. Fabrikbetrieb, Berlin, 1923; Maschinenfelder K., Kran- und Transportanlagen, Berlin, 1926.

С. Гурович.

**ВОДА**, простейшее химическое соединение водорода с кислородом; химическая формула  $H_2O$ ; молекулярный вес 18,016; при обыкновенной температуре—жидкость без запаха и цвета, но в толстых слоях имеет голубой цвет. Чистая дистиллированная вода имеет, благодаря осмотическим процессам в клетках слизистой оболочки, неприятный вкус и вредна для здоровья; вода, содержащая незначит. количество солей, не только не вредна, но необходима для питания организма.

#### 1. Физические и химические свойства воды.

Физические свойства воды сопоставлены в табл. 2. Увеличение объема жидкой воды при повышении температуры выражается цифрами, приведенными в таблице 1 (объем при 0° принимается за 10 000).

Табл. 1.—Увеличение объема воды в зависимости от t°.

t°	10°	20°	30°	40°	50°
Увеличение объема	1,2	16,0	41,5	75,8	117,0
t°	60°	70°	80°	90°	100°
Увеличение объема	168,0	235,5	291,0	385,5	427,0

Табл. 2.—Физические свойства воды.

t°	Плотность жидкой воды	Вязкость жидкой воды	Поверхностное натяжение по сравнению с вливаемым воздухом в Д/см <sup>2</sup>	Упругость насыщенных паров в мм над		Концентрация водяных паров в воздухе, насыщенном парами воды при 760 мм (в г на 1 кг воздуха)	Удельная теплота жидк. воды (для 15°=1,0000)
				льдом	водой		
-10°	0,986150	—	—	1,947	2,144	1,76	—
-5°	0,993300	—	—	3,009	3,158	2,59	1,0155
+0°	0,999688	0,0178	75,49	4,579	4,579	3,75	1,0091
+4°	1,000000	0,0156	74,90	—	6,101	4,98	(5°) 1,0050
+10°	0,999727	0,0131	74,01	—	9,210	7,51	1,0020
+20°	0,998230	0,0101	72,53	—	17,539	14,33	0,9987
+40°	0,992240	0,0085	69,54	—	55,340	26,18	0,9971
+70°	0,977810	—	—	—	233,790	—	—
+100°	0,959380	—	—	—	780,000	—	—

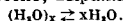
Жидкая вода: сжимаемость  $491 \cdot 10^{-7}$  при 20°; абсолютная теплопроводность 0,00154 при 10° и до 18°; показатель преломления для  $H_2$  1,3311;  $N_2$  1,3330;  $H_2$  1,3371 при 20°; скорость звука в В. при 13,7° равна 1 437 м/сек. Л е д: плотность при 0° 0,9176. Водяной пар: плотность при 0° и 760 мм 0,0008045; уд. объем при 0° и 760 мм 1 243 см<sup>3</sup>. Изменение точки замерзания воды от давления равно  $-0,0073^\circ$  на 1 Атм;  $t_{\text{жидк.}}^0$ , 0°;  $t_{\text{жидк.}}^0$  при 423 мм 84,4°; при 680 мм 96,1°; при 1 Атм 100°, при 2 Атм 120,5°, при 3 Атм 134°, при 10 Атм 180°;  $t_{\text{крит.}}$  374°; давление критическое 217,5 Атм; тройная точка  $t = +0,0073^\circ$ ,  $p = \text{ок. } 4,6$  мм; скрытая теплота плавления равна 79,7 cal; скрытая теплота испарения равна 538,9 cal; теплота образования жидкой воды на 1 моль при 18° из  $2H + O$  равна 68 200 cal; теплота образования из  $H + OH'$  равна 14 900 cal; молекулярное понижение кипения 1,85; молекулярное повышение кипения 0,52. При увеличении давления температура замерзания В. претерпевает весьма интересные изменения: так при давлении 8,1 Атм точка перехода вода—лед лежит при  $-0,06^\circ$ ; при давлении 16,8 Атм она равна  $-0,13^\circ$ ; при давлении в одну Атм (т. е. в 1,03 кг/см<sup>2</sup>) точка перехода В. в лед равна 0°; при давлении 615 кг/см<sup>2</sup> она равна  $-5^\circ$ ; при давлении 1 625 кг/см<sup>2</sup> она равна  $-15^\circ$ ; при давлении 2 200 кг/см<sup>2</sup> она равна  $-22^\circ$ ; при дальнейшем увеличении давления точка перехода неожиданно повышается, и при давлении в 3 530 кг/см<sup>2</sup> она равна  $-17^\circ$ ; при давлении в 6 380 кг/см<sup>2</sup> она равна  $+0,16^\circ$ ; при давлении 20 670 кг/см<sup>2</sup> лед может существовать при  $t^\circ$  около  $+76^\circ$  [1,2].

В твердом виде вода (лед) может образовывать целый ряд (не менее шести) модификаций. При обыкновенном давлении единственной устойчивой модификацией является обыкновенный лед. При изменении давления в границах до 20 000 Атм Тамман превратил обыкновенный лед (гексагональной системы) в другие модификации. Бриджмен описывает следующие модификации льда:

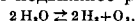
I	на 10—13,5% легче воды
II	22% плотнее воды
III	3%
IV	4%
V	5,5%
VI	4%

Модификация I (обыкновенный лед) имеет больший объем по сравнению с жидкой В.

при той же  $t^\circ$ , и сжимаемость этой модификации весьма невелика. Поэтому при замерзании в замкнутом пространстве вода развивает значительные давления, разрушая напр. чугунные гильзы с толщиной стенок более 1 см. Это свойство воды имеет большое значение в геологич. процессах (коррозионные процессы). При плавлении вода (лед) выделяет значительную скрытую теплоту (79,7 cal), высокое значение которой объясняется одно-временной частичной деполимеризацией воды. Из рентгенограммы (по Ляве) можно заключить, что в льде молекула  $H_2O$ —биомолекулярна; при плавлении льда часть молекул деполимеризуется, и при этом процессе выделяется теплота. Твердость льда при 0° по шкале Моса равна 1,5. В спокойном состоянии В. может находиться в переохлажденном неустойчивом состоянии, но при сотрясении или внесении кристалликов льда В. быстро замерзает. Как и многие другие жидкости, вода обнаруживает явления ассоциации (см.). При каждой  $t^\circ$  существует подвижное равновесие, выражаемое ур-ием:



В органич. растворителях фактор ассоциации В. в точности равен 2. В газообразном состоянии для мол. в. воды при 4 Атм было найдено значение 19,06 вместо 18,01; это свидетельствует о том, что и в газообразном состоянии В. несколько ассоциирована. В. обнаруживает аномалию в отношении зависимости своей плотности от темп-ры. За единицу для сравнения плотности других тел с водой принимается ее максимальная плотность, которую она имеет при 4°; при 0° плотность воды = 0,9170. При соединении  $2H_2$  с  $O_2$  с образованием  $2H_2O$  достигается темп-ра около 3 100°. Однако она должна была бы быть значительно выше, если бы газы соединялись полностью. На самом же деле при указанной темп-ре реакция идет лишь на  $1/3$ , образуя подвижное равновесие:



Уже при более низких температурах наблюдается диссоциация В., а именно:

Температура . . . . .	1 397°	1 561°	2 257°
% диссоциация . . . . .	0,0078	0,036	1,77

Поэтому при погружении раскаленного металла в воду образуется гремучий газ.

В. кристаллизуется в гексагональной системе, обнаруживая 6 полиморфн. разновидностей.

Чрезвычайно важным характерным свойством воды, определяющим ее громадное значение в химизме всех процессов на поверхности земного шара, в том числе конечно и процессов, протекающих в организмах животных и растений, является ее значительная способность ионизировать растворенные в ней соединения; эта способность связана с исключительно высокой диэлектрической постоянной воды (около 80 по сравнению с диэлектрической постоянной пустоты). Только весьма немногие химические соединения по величине своей диэлектрической постоянной приближаются к воде.

В природе В. никогда и нигде не встречается в совершенно чистом состоянии; даже после переноски из платинового сосуда при помощи платинового холодильника она все же содержит в себе в растворенном состоянии вещества, влияющие на ее физич. свойства, например углекислоту и другие газы. Колрауш и Гейдвейлер удалось получить на весьма короткое время почти абсолютно чистую воду и измерить ее электропроводность; оказалось, что при  $18^\circ$  электропроводность воды равна  $0,040 \cdot 10^{-6}$ ; исследуя  $t^\circ$ -ный коэф. электропроводности В., Колрауш определил, что чистая В. должна иметь при  $18^\circ$  электропроводность  $\kappa = 0,038 \cdot 10^{-6}$ , при  $25^\circ$  электропроводность  $\kappa$  воды равна  $0,054 \cdot 10^{-6}$ . Зная скорость движения водородных ионов, можно вывести, что при  $25^\circ$  в одной  $m$  чистой воды содержится всего только  $1,8 m$  ионизированной В. Следовательно в чистой В. концентрация водородных ионов равна одной десятимилионной ( $1 \cdot 10^{-7}$ ) части  $\frac{1}{10}$   $N$  концентрации.

Очистка В. производится фильтрованием (от нерастворимых примесей), перегонкой и вымораживанием. Перегонку предпринимали для особенно тщательной очистки при помощи оловянных, серебряных или даже платиновых холодильников, т. к. при высокой  $t^\circ$  В. выплещивает некоторые соли из стекла. Для окисления органич. примесей и для связывания  $CO_2$  к В. при тщательной дистилляции прибавляют  $KMnO_4$  и  $NaOH$ . После этого воду подвергают кипячению в вакууме и пропускают через нее инертный газ (водород) для удаления растворенной углекислоты и кислорода.

В природе вода находится в громадном количестве в гидросфере, покрывающей  $\frac{4}{5}$  земного шара, а также в парообразном состоянии и в виде мельчайших капель в атмосфере земли. Значительные количества воды содержатся и под поверхностью земли (в литосфере) в виде почвенной вод, а также образуют так наз. конституционную В., входящую в состав многих химич. соединений. Часто одна или несколько молекул воды образуют комплексные соединения—гидраты с другими соединениями или с молекулами элементов. Такие гидраты вода образует не только с твердыми, но и с жидкими и газообразными телами; в водных растворах многих химич. соединений образуются их моно- или полигидраты. Все виды природной В. содержат растворенные примеси: дождевая В.—окислы азота, углекислоту и аммиак; грунтовая, речная и морская В.—целый ряд растворенных солей, содержание

которых в морской В. доходит до 3,5% (в Красном море даже до 4%), а в нек-рых соленых озерах и до значительно большего процентного содержания (вода Мертвого моря с уд. в. 1,2 содержит около 22% солей). Образуя комплексные соединения с молекулами др. хим. соединений, В. присутствует в них в строго определенном количестве в виде т. н. кристаллизационной В. В некоторых же случаях (цеолиты и т. п.) В. связывается с другими химич. соединениями в неопределенном количестве (см. *Цеолиты*).

## II. Исследование воды.

Для оценки пригодности питьевой воды необходимо произвести полный анализ правильно отобранных ее проб в разное время года. Отбор пробы должен производиться с соблюдением условий: а) исключающих случайности в составе воды; б) гарантирующих соответствие пробы общей массе воды данного источника и в) гарантирующих неизменность воды в зависимости от манипуляций отбора пробы. Для этой цели проба воды отбирается: из водопроводного крана или колодезного насоса—через 10 мин. после предварительного спуска; из колодез или родников—два раза в день, утром до начала расхода и вечером по прекращении расхода воды; из открытых естественных водоемов—при помощи *батометра* (см.). В теплое время пробы воды консервируются: проба для определения окисляемости, азота и аммиака—прибавлением  $2 \text{ см}^3$  25%-ной  $H_2SO_4$ , проба для определения плотного остатка взвешенных веществ,  $HNO_3$  и  $HNO_2$ —прибавлением  $2 \text{ см}^3$  хлороформа на 1 л воды. Интервал между взятием пробы и производством анализа допускается: для незагрязненных вод—72 часа, для довольно чистых вод—48 ч. и для загрязненных—12 ч. Определение растворенных в воде газов:  $O_2$ ,  $H_2S$  и  $CO_2$  должно производиться на месте.

Исследование В. на месте производится по стандартным методам исследования питьевых вод, выработанным Бюро водопроводных и санитарно-технич. съездов при НТУ ВСНХ СССР, по следующему плану и методам, описываемым ниже согласно опубликованной инструкции [7]. 1) Температура источника определяется термометром с делениями в  $\frac{1}{2}^\circ$  в течение 15 м. (перевортывающимся термометром Негретти-Замбо—около 3—5 мин.). 2) Прозрачность определяется диском Секки, окрашенным в белый цвет (глубина в см при исчезании видимости). 3) Цвет определяется путем сравнения цвета диска Секки в воде с цветом сравнительных растворов по шкалам Фореля и Уле. Первая состоит из запаянных пробирок, в которые налиты растворы: I.  $CuSO_4 \cdot 5 H_2O$ —1 г,  $NH_3$  (25%)— $5 \text{ см}^3$ ,  $H_2O$ —до  $200 \text{ см}^3$  и II.  $K_2CrO_4$ —1 г,  $H_2O$ —до  $200 \text{ см}^3$ . Шкала Уле готовится смешением последнего номера шкалы Фореля с раствором  $CoSO_4 \cdot 7 H_2O$  (1 : 200) (с добавлением  $NH_3$  до растворения осадка (см. табл. 3 на столбце 807). 4) Запах испытывается при подогревании до  $45^\circ$ . 5) Вкус испытывается при  $15$ — $20^\circ$ . 6) Цвет (в бутылки), опалесценция, муть и случайные включения определяются по внешнему виду.

Табл. 3.—Шкалы Фореля и Уле.

Шкала Фореля			Шкала Уле		
№	Синий	Желтый	№	Раств. XI	Кобальт-раствор
I	100	0	XI	100	0
II	98	2	XII	98	2
III	95	5	XIII	95	5
IV	91	9	XIV	91	9
V	86	14	XV	86	14
VI	80	20	XVI	80	20
VII	73	27	XVII	73	27
VIII	65	35	XVIII	65	35
IX	56	44	XIX*	56	44
X	46	54	XX	46	54
XI	35	65	XXI	35	65

\* В последние три раствора добавляется несколько капель  $\text{NH}_3$  до полной прозрачности.

Непосредственно на месте также определяются: 1) Реакция на лакмус и  $\text{P}_n$  индикаторами (см. *Водородные ионы* и *Индикаторы*). 2) Содержание азотистой кислоты, для чего 10 см<sup>3</sup> воды с 0,5 см<sup>3</sup> реактива Гриса нагревают в течение 5 минут до 70—

Табл. 4.—Результаты исследования реактивом Гриса.

Окрашивание при рассматривании сбоку	Окрашивание при рассматривании сверху вниз	Окрашивание при рассматривании сверху вниз под углом 45°	Содержание азотистой кислоты в мг на 1 л
Нет	Нет	Нет	< 0,001
"	"	Едва заметное розовое	» 0,001
"	"	Очень слабо розовое	» 0,002
Едва заметное розовое	Чрезвычайно слабо розовое	Слабо розовое	» 0,005
Очень слабо розовое	Слабо розовое	"	» 0,01
Слабо розовое	Светлорозовое	"	» 0,05
Светлорозовое	Розовое	"	» 0,10
Розовое	Сильно розовое	"	» 0,20
Сильно розовое	Красное	"	» 0,50
Красное	Яркокрасное	"	» 1,00

80° на свечке и затем наблюдают полученное окрашивание (табл. 4). 3) Содержание азотной кислоты, для чего смесь из 0,5 см<sup>3</sup> В. и 1,5 см<sup>3</sup> крепкой  $\text{H}_2\text{SO}_4$  охлаждается до 20—25° и в смесь высыпается несколько крупинок брусника (около 2 мг). Наблюдаемые окраски приведены в табл. 5. 4) Аммиак, см. ниже. 5) Сероводород определяется при помощи потемнения свиной бумажки (грубое определение). 6) Содержание окиси и закиси железа: к 1 или 2 кристаллика  $\text{KClO}_3$  прибавляют 1—2 капли крепкой  $\text{H}_2\text{SO}_4$ , после чего приливают 10 см<sup>3</sup> испытуемой воды. Затем прибавляют 0,2 см<sup>3</sup> 50%-ного раствора роданистого аммония ( $\text{KClO}_3$  можно заменить щепоткой персульфата или 1—2 каплями 3%-ной

Табл. 5.—Определение содержания азотной кислоты в воде.

Окрашивание (в фарфоровой чашечке)	Содержание азотной кислоты в мг на 1 л
Нет окрашивания	Меньше 0,5
Через 1 м. едва уловимое розовое окрашивание, сохраняющееся в течение нескольких минут	» 0,5
Через 1 м. незначительное розоватое окрашивание; через 10 м. окрашивание едва заметно	» 1,0
Через 1 м. слабо розовое окрашивание; через 5 м. окрашивание становится незначительным	» 2,5
Через 1 м. светлорозовое окрашивание; через 4 м. незначительное розовато-желтое окрашивание	» 5,0
Раствор быстро розовеет; через 1 м. розовое окрашивание; через 2½ м. слабо розовое; через 10 м. слабо желтое с розоватым оттенком	» 10,0
Раствор быстро розовеет; через ¼ м. желто-розовое окрашивание; через 1½ м. розовато-желтое; через 8 м. светлорозовое	» 25,0
Раствор быстро розовеет; через ¼ м. красновато-оранжевое окрашивание; через 1 м. сильно розовато-желтое окрашивание; через 5 м. желтое	» 50,0
Раствор очень быстро розовеет; через ¼ м. оранжево-красное окрашивание, быстро желтеющее; через ¼ м. яркооранжевое окрашивание; через 5 м. интенсивно желтое	» 100,0

$\text{H}_2\text{O}_2$ ). Диаметр пробирок 13—14 мм; высота столба раствора ок. 7 см при 10 см<sup>3</sup> жидкости (табл. 6). 7) Окисляемость (см. ниже). 8) Содержание свободной  $\text{CO}_2$  определяется на месте или же берут пробу в 400 см<sup>3</sup> в склянке, так чтобы вода доходила до самой пробки. Содержание  $\text{CO}_2$  м. б. выведено также и из  $\text{P}_n$  по содержанию гидрокарбонатной  $\text{CO}_2$ . В теплое время и при жесткости воды выше 20° гидрокарбонатная  $\text{CO}_2$  также определяется на месте. 9) Проба для последующего определения кислорода, по Винклеру, должна быть фиксирована на месте.

При необходимости более тщательного исследования питьевой воды производится полный количественный анализ ее в лаборатории. При этом производятся следующие определения: 1) Цвет устанавливается по американск. платино-кобальтовой шкале цветности [смесь раствора

Табл. 6.—Определение содержания железа в воде.

Окрашивание при рассматривании сбоку	Окрашивание при рассматривании сверху вниз	Содержание железа в мг на 1 л
Нет окрашивания	Нет окрашивания	Меньше 0,05
Едва заметное желтовато-розовое	Чрезвычайно слабое желтовато-розовое	» 0,10
Очень слабое желтовато-розовое	Слабое желтовато-розовое	» 0,25
Слабое желтовато-розовое	Слабое желтовато-розовое	» 0,50
Светлое желтовато-розовое	Желтовато-розовое	» 1,00
Сильное желтовато-розовое	Желтовато-красное	» 2,50
Светлое желтовато-красное	Яркокрасное	» 5,00

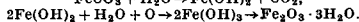
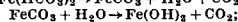
1,245 г хлороплатината и 1,009 г кристаллич. хлористого кобальта ( $\text{CoCl}_2 \cdot 6 \text{H}_2\text{O}$ ) в 100 см<sup>3</sup>

воды и 100 см<sup>3</sup> HCl уд. в. 1,19 доводят до 1 л; цветность этого раствора принимается равной 500 градусам [1]. З) За па х: «холодный» запах определяется при 20°; для определения «горячего» запаха 150 см<sup>3</sup> воды нагревают почти до кипения и дают остыть в течение 5 м. Различают запахи: ароматный, свободного хлора, неприятный, землистый, рыбный, травяной, затхлый, гленистый, болотный, сладковатый, сероводородный; интенсивность запаха оценивается по пятибалльной системе. 3) В к у с определяется оптически и также оценивается по пятибалльной системе. 4) Прозрачность определяется в цилиндре Генера высотой в 50—60 см по чтению шрифта Шнеллена № 1; прозрачность выражается максимальной высотой воды в тот момент, когда чтение еще возможно. 5) Муть и осадки: муть характеризуется словами: слабая опалесценция, сильная опалесценция, тонкая взвешенная муть, устойчивая муть и т. д. Осадок характеризуется словами: ничтожный, незначительный, значительный, большой; по качеству: глинистый, песчаный, хлопьевидный, кристаллический, серый, желтый и т. д. 6) Изменение при стоянии определяется через сутки, словами: оседание осадка, появление мути, исчезновение запаха и т. д. 7) Реакция: а) на лакмусовую бумажку, которая сравнивается с лакмусовой бумажкой, смоченной дистиллированной водой; б) на метилоранж; в) на фенолфталеин. 8) Активная кислотность—см. *Водородные ионы*. 9) Содержание углекислоты, причем различают свободную, гидрокарбонатную, карбонатную, недостающая и общая. 10) Содержание агрессивной углекислоты. Часть свободной CO<sub>2</sub> в воде, находящаяся в равновесии с диссоциирующим гидрокарбонатом кальция, не обладает способностью растворять новое количество среднего карбоната кальция.

Табл. 7.—Таблица Тильманса и Гейбейна для определения агрессивной углекислоты.

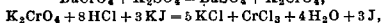
Связанная CO <sub>2</sub> в мг на 1 л	Свободная CO <sub>2</sub> в мг на 1 л	Связанная CO <sub>2</sub> в мг на 1 л	Свободная CO <sub>2</sub> в мг на 1 л	Связанная CO <sub>2</sub> в мг на 1 л	Свободная CO <sub>2</sub> в мг на 1 л
5,06	0	75	9,25	137,5	72,3
15	0,25	77,5	10,4	140	76,4
17,5	0,4	80	11,5	142,5	80,5
20	0,5	82,5	12,8	145	85
22,5	0,6	85	14,1	147,5	89,1
25	0,75	87,5	15,6	150	93,5
27,5	0,9	90	17,2	152,5	98
30	1,0	92,5	19	155	103
32,5	1,2	95	20,75	157,5	107,5
35	1,4	97,5	22,75	160	112,5
37,5	1,6	100	25	162,5	117,5
40	1,75	102,5	27,3	165	122,5
42,5	2,1	105	29,5	167,5	127,6
45	2,4	107,5	32,3	170	132,9
47,5	2,7	110	35	172,5	138
50	3,0	112,5	37,8	175	143,8
52,5	3,5	115	40,75	177,5	149,1
55	3,9	117,5	43,8	180	154,5
57,5	4,25	120	47	182,5	160
60,0	4,5	122,5	50,2	185	165,5
62,5	5,25	125	54	187,5	171
65	6,0	127,5	57,4	190	176,6
67,5	6,75	130	61	192,5	182,3
70	7,5	132,5	64,7	195	188
72,5	8,3	135	68,5	200	198,5

Избыток против этой части CO<sub>2</sub> называется агрессивной углекислотой. Если содержание свободной углекислоты больше того количества, которое находится в равновесии, то избыточная CO<sub>2</sub> будет растворять карбонат кальция (бетонные водопроводные трубы, хранилища). Вычисление агрессивной CO<sub>2</sub> производится по таблицам Тильманса и Гейбейна (табл. 7), если содержание связанной CO<sub>2</sub> не сильно отличается от ее количества, эквивалентного присутствующему Са; в противном случае (присутствие Mg и Na) агрессивная CO<sub>2</sub> определяется непосредственным экспериментом—по Гейеру: в склянку в 400—500 см<sup>3</sup> вспаляют 3—5 г порошка мрамора и часто взбалтывают с исследуемой водой в течение 3—4 дней, после чего вновь определяют связанную CO<sub>2</sub>. Разница покажет содержание агрессивной CO<sub>2</sub>. 11) Щелочность титрационная: а) 100 см<sup>3</sup> воды (3 капли 1%-ного метилоранжа) титруют 1/10 N раствором HCl до очень слабого розового окрашивания. 12) К и слотность титрационная определяется 1/10 N раствором NaOH с метилоранжем или фенолфталеином. 13) Жесткость (см. ниже). 14) Взвешенные вещества определяют фильтрованием при 105° через высушенный при 105° тигель Гуча. 15) Плотный остаток фильтрованной воды при 110° определяется упариванием в платиновой чашке 500 см<sup>3</sup> воды и сушкой остатка в течение 3 час. при 110°. Если в воде содержится сульфатов более 50 мг на л, то к В. прибавляют при выпаривании 100 мг чистой углекислой соды, растворенной в 10 см<sup>3</sup> В. 16) Окиси кальция и магния, обуславливающие общую жесткость В., определяются осажждением, причем сначала отделяют их от Al(OH)<sub>3</sub> и Fe(OH)<sub>3</sub> (см. *Анализ химических*); затем осаждают Са шавелевокислым аммонием в присутствии NH<sub>4</sub>Cl; осадок прокаляют и СаО взвешивают. После осаждения Са осаждают из фильтрата окись магния в виде фосфорноаммонийномагниевого соли; последнюю прокаляют и пирофосфат магния взвешивают: вес Mg<sub>2</sub>P<sub>2</sub>O<sub>7</sub> × 0,3621 = весу MgO; вес Mg<sub>2</sub>P<sub>2</sub>O<sub>7</sub> × 0,2184 = весу металлического Mg. 17) Окись натрия и окись калия определяют в прокаленной (для удаления аммонийных солей) навеске путем осаждения хлорной платиной. Из обоих образовавшихся хлороплатинатов Na<sub>2</sub>PtCl<sub>6</sub> и K<sub>2</sub>PtCl<sub>6</sub> первый растворяется в 80%-ном винном спирте, второй—не растворяется. K<sub>2</sub>PtCl<sub>6</sub> × 0,1937 = KCl; K<sub>2</sub>PtCl<sub>6</sub> × 0,1609 = K; K<sub>2</sub>PtCl<sub>6</sub> × 0,3067 = KCl. 18) Железо присутствует в артезианских и грунтовых водах почти исключительно в виде бикарбоната Fe(HCO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>; на воздухе же протекают следующие реакции:

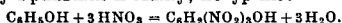


Органические вещества (гуминовые) окисляются защитное действие (см. *Коллоиды*) на коллоидальные гидроксиды железа. Метода, позволяющего детализировать определение железа по разным формам его соединений, не выработано. Определение железа в воде чаще всего производится колориметрически.

Стандартный раствор железа [0,8633 г желто-но-аммонийных квасцов  $\text{FeNH}_4(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O} + 10 \text{ см}^3$  крепкой  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ] разбавляют до 1 л; 1 см<sup>3</sup> содержит 0,1 мг железа. Общее содержание железа определяется след. образом: к 50 см<sup>3</sup> воды прибавляют 2 см<sup>3</sup> HCl уд. в. 1,12 и 1 см<sup>3</sup> насыщенного раствора  $\text{KClO}_3$  (или 5 капелек 3%-ной  $\text{H}_2\text{O}_2$ ) и кипятят в течение 15 минут на водяной бане. После этого прибавляют 1 см<sup>3</sup> крепкого раствора  $\text{KCNS}$  или  $\text{NH}_4\text{CNS}$  (225 г соли + 125 см<sup>3</sup> В.) и исследуют колориметрически, сравнивая со стандартным раствором (см. Колориметрия). Окись железа определяется без прибавления  $\text{KClO}_3$  или  $\text{H}_2\text{O}_2$ . Содержание закиси железа вычисляется по разнице между общим содержанием железа и содержанием окиси железа. 19) Окись алюминия и железа,  $\text{Al}_2\text{O}_3$  — см. Анализ глинический. 20) Марганец определяется колориметрически, путем окисления солей Mn в растворе надсерной к-ты  $\text{H}_2\text{S}_2\text{O}_8$  в присутствии ионов Ag в качестве катализатора до  $\text{HMnO}_4$ , окрашенной в розовый цвет. 21) Свинец и медь и олово определяются колориметрически и электролитически (см. Анализ глинический). Грубую оценку содержания свинца можно сделать, осаждая Pb сероводородом в присутствии  $\text{CH}_3\text{COOH}$  и сравнивая полученную окраску с окраской стандартного раствора свинцовой соли, обработанной таким же образом сероводородом (если вода бесцветна и не содержит больших количеств железа). 22) Серная кислота (сульфаты) определяется либо весовым способом (осаждением в виде  $\text{BaSO}_4$ ) либо объемным методом по Эндрьюс-Комаровскому: действием  $\text{BaCrO}_4$  и KJ в присутствии HCl по уравнению:

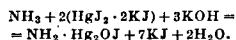


причем иод оттитровывается иодометрически. 23) Хлористоводородная кислота (хлориды) определяется, после обесцвечивания пробы действием  $\text{Al}(\text{OH})_3$  и нейтрализации ее содой или слабой  $\text{H}_2\text{SO}_4$ , — путем титрования в 50 см<sup>3</sup> пробы раствором  $\text{AgNO}_3$  (в присутствии 1 см<sup>3</sup> раствора  $\text{K}_2\text{CrO}_4$  в качестве индикатора) до появления слабого красного окрашивания. 24) Азотная кислота (нитраты) определяется по методу Гранвилля и Лажу, по у-рню:



Образовавшуюся пикриновую к-ту переводят в пикрат аммония, к-рый определяют колориметрически. 25) Азотистая кислота (нитриты) определяется по Грису, путем диазотирования азотистой к-той ароматических аминов (раствор 0,2 г  $\alpha$ -нафтиламина в 150 см<sup>3</sup> 12%-ной уксусной кислоты, охлажденной на льду, смешанный с раствором 0,52 г сульфаниловой кислоты в 150 см<sup>3</sup> 12%-ной уксусной кислоты, также охлажденным на льду); смесь растворов в присутствии нитритов окрашивается в розовый цвет, который сравнивается колориметрически со стандартным раствором азотистой кислоты соли. 26) Аммонийные соли (солевой аммиак) определяются колориметрически с помощью Неллера реактива (см.) (щелочный раствор двойной соли  $\text{HgJ}_2 \cdot 2\text{KJ}$ ),

к-рый с  $\text{NH}_3$  дает желтое окрашивание от образования иодистого меркураммония по уравнению:



27) Азобуминоидный азот. После отгонки  $\text{NH}_3$  из аммонийных солей окисляя воду при помощи 25 см<sup>3</sup> щелочного раствора  $\text{KMnO}_4$  (400 г KOH и 16 г  $\text{KMnO}_4$  в 2 л  $\text{H}_2\text{O}$ ). Азотистые соединения разрушаются до  $\text{NH}_3$ , который определяется, как указано выше. 28) Органический азот определяется по методу Кьельдаля. 29) Общий азот определяется по методу Кьельдаля-Йодльбауера. 30) Сероводород (сульфиды) определяется качественно, как при исследовании на месте; количество  $\text{H}_2\text{S}$  определяется по Винклеру: 100 см<sup>3</sup> исследуемой В. смешивают с 5 см<sup>3</sup> сегнетовой соли; в другую склянку наливают 100 см<sup>3</sup> дистиллированной воды и 5 см<sup>3</sup> сегнетовой соли. Затем во вторую склянку посредством бюретки приливается эмпирический раствор  $\text{As}_2\text{S}_3$ , пока окраски не сравняются. Число прилитых см<sup>3</sup> раствора  $\text{As}_2\text{S}_3$  указывает на число см<sup>3</sup>  $\text{H}_2\text{S}$  в 1 л исследуемой В. Можно также титровать  $\text{H}_2\text{S}$   $1/100 \text{ N}$  раствором иода по методу Дюнасье-Фрезениуса. 31) Кремнекислота определяется обработкой (3 раза) сухого остатка от  $1/2$  л воды 20—30 см<sup>3</sup> дистиллированной воды и 5—10 см<sup>3</sup> крепкой HCl; после выпаривания отфильтровывают нерастворимый гидрат кремневой кислоты, прокаливают и взвешивают. 32) Фосфаты определяются колориметрически по молибденово-оловянному методу Дениже (Denigès), который позволяет открывать в натуральной воде 0,001 мг  $\text{P}_2\text{O}_5$  в 1 л. 33) Окисляемость определяется прибавлением избытка  $1/100 \text{ N}$  раствора  $\text{KMnO}_4$ , обработкой 10 см<sup>3</sup>  $1/100 \text{ N}$  шавелевой кислоты и в заключение обратным титрованием  $1/100 \text{ N}$   $\text{KMnO}_4$ ; 1 см<sup>3</sup>  $1/100 \text{ N}$  раствора  $\text{KMnO}_4$  соответствует 0,08 мг  $\text{O}_2$  (метод Кубеля). В загрязненных водах окисляемость фильтрованной и нефилтрованной В. определяется отдельно. 34) Потребление кислорода выражается разностью содержания  $\text{O}_2$  в двух пробах после насыщения В. воздухом путем взбалтывания. В первой пробе  $\text{O}_2$  определяется сейчас же, во второй — через 5 дней стояния в термостате при температуре 18,3°. 35) Растворенный кислород определяют в пробе в 250 см<sup>3</sup>, взятой в колбу с притертой пробкой, причем необходимо следить, чтобы в пробу не попали пузырьки воздуха (трубка, присоединенная к крану, доходит до дна колбы, 2—3 объема воды переливаются через верх склянки, после чего колбу закрывают притертой пробкой; те же предосторожности соблюдаются и при взятии пробы из водоемов). К пробе приливают 0,7 см<sup>3</sup> крепкой  $\text{H}_2\text{SO}_4$  и 1 см<sup>3</sup> раствора  $\text{KMnO}_4$ . Если через 20 м. проба обесцветится, прибавляют еще 1 см<sup>3</sup>  $\text{KMnO}_4$ ; затем через 20 минут прибавляют 1 см<sup>3</sup> раствора оксалата калия. После осветления прибавляют 1 см<sup>3</sup> сернокислого марганца и 3 см<sup>3</sup> щелочного раствора KJ и 1 см<sup>3</sup> крепкой  $\text{H}_2\text{SO}_4$ . Из пробы отбирают 200 см<sup>3</sup> и титруют  $1/100 \text{ N}$  раствором серноватокислого натрия в

присутствии 1 см<sup>3</sup> крахмального клейстера (прибавлять к концу реакции) до получения синего окрашивания; 1 см<sup>3</sup>  $\frac{1}{100}$  N раствора гипосульфита эквивалентен 0,08 мг O<sub>2</sub>. Для определения содержания O<sub>2</sub> в мг на 1 л нужно число см<sup>3</sup>  $\frac{1}{100}$  N раствора гипосульфита, израсходованного на титрование 200 см<sup>3</sup> воды, умножить на 0,4. Умножая число мг на вес 1 см<sup>3</sup> O<sub>2</sub>, т. е. на 1,429, получим содержание O<sub>2</sub>, выраженное в см<sup>3</sup> на 1 л (объемный %). Растворимость O<sub>2</sub> при 0° и 760 мм приведена в табл. 8.

Табл. 8.—Растворимость кислорода в воде.

t°	O <sub>2</sub> в мг	O <sub>2</sub> в % <sub>100</sub>	t°	O <sub>2</sub> в мг	O <sub>2</sub> в % <sub>100</sub>
0°	14,62	10,21	16°	9,95	6,95
1°	14,23	9,93	17°	9,74	6,80
2°	13,84	9,66	18°	9,54	6,66
3°	13,48	9,41	19°	9,36	6,53
4°	13,13	9,17	20°	9,17	6,40
5°	12,80	8,94	21°	8,99	6,28
6°	12,45	8,71	22°	8,83	6,16
7°	12,17	8,50	23°	8,68	6,06
8°	11,87	8,29	24°	8,53	5,95
9°	11,59	8,09	25°	8,38	5,85
10°	11,33	7,91	26°	8,22	5,74
11°	11,08	7,73	27°	8,07	5,63
12°	10,83	7,56	28°	7,92	5,53
13°	10,60	7,40	29°	7,77	5,42
14°	10,37	7,24	30°	7,63	5,33
15°	10,15	7,09	—	—	—

Жесткость В. Под жесткостью воды подразумевается содержание в воде солей кальция и магния. Обыкновенно различают временную, или устранимую, жесткость (также называемую щелочной, или карбонатной, жесткостью) от постоянной жесткости (некарбонатная—остаточная). Первая обуславливается присутствием в воде двууглекислых солей кальция и магния, вторая—присутствием других кальциевых и магниевых солей (гипса, хлористого магния и др.). Общая жесткость  $J_{общ.} = J_{устр.} + J_{ост.}$

Жесткость оценивается в немецких градусах, причем 1 градус = 1 г СаО в 100 000 г воды или 10 мг СаО в 1 л воды; французск. градусы показывают число частей СаСО<sub>3</sub> в 100 000 ч. воды. При оценке жесткости воды применяется следующая шкала: менее 8°—мягкая, от 8 до 16°—средняя, и выше 16°—жесткая. Содержание MgO перечисляется на СаО, для чего количество MgO надлежит помножить на 1,4. Определение временной жесткости В. производится путем титрования 500 см<sup>3</sup>  $\frac{1}{10}$  N соляной к-той с метилоранжем или аллизирином. Помножив число потраченных см<sup>3</sup> к-ты на 2,8, получаем временную жесткость воды в нем. градусах. (Из этого титрования определяется и содержание связанной СО<sub>2</sub>: 1 см<sup>3</sup>  $\frac{1}{10}$  NHCl = 2,2 мг полусвязанной СО<sub>2</sub>.) Общая жесткость определяется путем осаждения углекислых солей Са и Mg. Для этого 200 см<sup>3</sup> воды нейтрализуют при помощи HCl и выпаривают до объема в 50 см<sup>3</sup>. После этого нейтрализованную воду сливают в колбу объемом в 100 см<sup>3</sup>; к ней прибавляют 20 см<sup>3</sup> смеси  $\frac{1}{5}$  N соды и  $\frac{1}{5}$  N NaOH, и вся смесь доводится до метки (100 см<sup>3</sup>). Затем жидкость фильтруется через сухой фильтр, и 50 см<sup>3</sup> филтрат (первые капли выливаются) оттитровываются  $\frac{1}{5}$  N HCl с метилоранжем. Пусть для обратного титрования пошло а см<sup>3</sup>  $\frac{1}{5}$  N HCl. Тогда для осаждения щелочно-земельных металлов, которые содержатся в 200 см<sup>3</sup> воды, потребовалось бы (20—2а) см<sup>3</sup> раствора щелочи. Умножая на 2,8, мы получим общую жесткость в нем. градусах. Обыкновенно общая щелочность определяется по Бляхеру—при помощи раствора калийного мыла. Для этого 25,6 г пальмитиновой к-ты растворяют в 400 см<sup>3</sup> спирта и 250 см<sup>3</sup> глицерина. К смеси прибавляют фенолфталеин и смесь точно нейтрализуют алкогольным раствором едкого кали, после чего доводят спиртом общий объем до 1 л. Затем необходимо установить титр полученного спиртового раствора мыла; для этого полученным мыльным раствором титруют

Табл. 9.—Нормы питьевых вод (количество мг в 1 л).

Название норм	Сухой остаток	Жесткость	Органические вещества	Хлор	Серная кислота	Азотная кислота	Азотистая кислота	Аммиак в воде	Аммиак альбуминоидный
Рейхгарта	100—500	18°	0,5—2,5	2—8	2—63	4	—	—	—
Брюссельского конгресса	500	20°	2,5	8	60	2	—	0,5	—
Фишера	—	17—20°	2—4	36	30	27	0	0	—
Comité consultatif de France	—	8,4—11,2°	2	40	5—30	—	—	—	—
Швейцарских химиков	500	—	2,5	20	—	—	0	0,02	—
Тимана и Гертнера	500	18—20°	1,5—4,5	20—30	80—100	5—15	0	0	—
Париса	858	—	1,1	87	111,5	—	0	0	—
Швейцарского союзного совета 1909 г.	500	—	1,5	20	—	20	0	0	—
Клота 1871 г.	500	18°	3,0	30	60	30	0	1,0	—
Флотте 1913 г.	500	19°	2	30	100	15	Следы	Следы	0
Французск. земледельч. об-ва 1912 г.	500	—	2	40	—	—	—	—	—
Эрисмана	500—600	18—20°	2—3	20—30	80	30—40	Следы	Следы	—
Буткевича для Днепростровска	2 000	60°	6—7	200—300	—	—	—	—	—
Артезианские воды Москвы по данным П. Р. Хедрова и Л. А. Михайловской (среднее из 203 анализов)—Труды Московского санитарного института, 1928 г., вып. 1.									
Верхнекаменноугольный горизонт	231	10,7°	1,6	9,4	14,9	0,04	Следы	От 0,2	От
Среднекаменноугольный горизонт	319	14,8°	1,2	7,3	32,7	0,5	»	до 0,5	сле-
Нижнекаменноугольный горизонт	457	17,2°	0,87	9,0	145,3	0—1,0	»	в сред-	дов
								нем	до 0,2



с фенолфталеином до явственно красного окрашивания точно отмеренное количество известковой воды установленной крепости. Определив титр мыльного раствора, можно им пользоваться для исследования общей щелочности воды. Для этого сначала определяют временную жесткость титрованием воды  $\frac{1}{10} N$  раствором HCl (с метилоранжем). Вытеснив из раствора сильным током воздуха углекислоту, его точно нейтрализуют и прибавляют к нему мыльного раствора до появления красного цвета. Число потраченных  $\text{см}^3$  мыльного раствора, умноженное на поправку мыльного раствора, выразит общую жесткость воды. От временной жесткости вода м. б. освобождена путем кипячения; при этом бикарбонаты разлагаются с выделением газобразной  $\text{CO}_2$  и осадка  $\text{CaCO}_3$  (накипь). Но и после кипячения в растворе останутся соли, обуславливающие постоянную жесткость:  $\text{CaSO}_4$ ,  $\text{CaCl}_2$ ,  $\text{MgSO}_4$  и  $\text{MgCl}_2$ . Чтобы освободить воду от этих солей, а равно чтобы освободить В. без нагревания от временной жесткости, ее подвергают очистке (см. ниже).

В табл. 9 приведены нормы питьевой В. и сравнительно характеристика артезианских вод Москвы. Относительно методов бактериологич. и биологич. исследования питьевой В. см. *Микробиология технич. хим.*

*Литт.*: 1) Landolt-Börnstein, Physik.-chemische Tabellen, В. 1, р. 362, В., 1923; 2) В r i d g a n n, Ztschr. f. anorganische Chemie, В. 77, р. 377, 1912; 3) Стандартные методы исследования питьевых и сточных вод. ИТУ ВСНХ, М., 1927 (весьма полная методика исследования, сокращенно излагается в настоящей лат.; и принципы оценки вод; приведена обширная лит.); Х л о п и н Г. В., Химические и микробиологич. методы санитарного исследования питьевых и сточных вод, П., 1918; В о л ж и н В. А., Анализ воды, СПб., 1912; Д о с т К. и Г и л л е р м а н Р., Практическое руководство к исследованию питьевых и сточных вод, М.—П., 1923; Б у р е в и ч С. В., К о р ш у н С. В., О з е р о в С. А. и Х е н р о в Н. Р., Исследование питьевых вод, М., 1925; E r h a i m F., Anorganische Chemie, Dresden—B., 1926; B i e d e r m a n n K. u. O t h W. A., Chemiker-Kalender, В., 1928; A b e g g R. und A u e r b a c h F., Handbuch d. anorganischen Chemie, В. 2, Abt. 1, р. 55, Lpz., 1908. **Б. Бернгейм.**

### III. Вода в природе.

Существуют две теории образования подземных вод: инфильтрационная и конденсационная. По первой теории, они происходят от выпавших на землю атмосферных осадков, к-рые и проникают на разные глубины. По второй теории, существование В. в земной коре, обусловлено осаждением водяных паров из воздуха, проникающего в землю. По глубине залегания В. различают почвенные, глубинные и артезианские. Почвенными В. называются атмосферные воды, задерживающиеся в пустотах верхних слоев почвы. Такие В. почти не минерализуются, но в значительной степени растворяют гумусовые составные части почв, содержат много органических веществ и поэтому мало пригодны в качестве питьевой В. Если атмосферные воды, не задерживаясь в верхних слоях почвы, опускаются по грунтам ниже зимнего промерзания почвы до водонепроницаемого пласта, вдоль которого они затем направляются, то такие воды называются г р у н т о в ы м и. Эти воды при своем опускании часто проходят через дренирующие породы—

пески, песчаники, известняки, продолжают движение по этим пластам, получающим тогда название водоносных пластов, и, фильтруясь в этих последних от органических и других загрязнений, превращаются в хорошие питьевые В. Очень часто грунтовые воды при своем передвижении попадают в такие условия, что легко минерализуются, и тогда получаются г р у н т о в ы е м и н е р а л ь н ы е воды. Когда грунтовые воды не ограничиваются движением по первому водонепроницаемому пласту, или когда этот последний имеет большой уклон и входит под толстые наносы, или же наконец когда вследствие разрыва пласта воды попадают в другие пласты и по ним опускаются ниже горизонта постоянной  $t^{\circ}$  почвы данного района на большие глубины, то в этих случаях В. называются г л у б и н н ы м и. Глубинные В. еще более способны минерализоваться и насыщаться газами ( $\text{CO}_2$ ,  $\text{H}_2\text{S}$ , N, O и др.) и при известном расположении пород получают свободный напор, а при больших глубинах и высокую  $t^{\circ}$ . Глубинные воды с напором, выходящие на поверхность земли буровыми скважинами, называются а р т е з и а н с к и м и.

Почвенные воды в земной коре не остаются в покое, а, наоборот, пребывают в постоянном движении, причем это движение редко соответствует поверхностному рельефу местности, а зависит от расположения пород и всех дислокационных явлений. Движение В. по пластам можно уподобить широким потокам (пластовые воды), а по трещинам пород—движению воды в трубах (трещинные воды); как и в трубах, в трещинах могут возникнуть временные задержки от скопления газов.

В практике часто необходимо знать количество подземных вод в данном районе, но теоретическое исследование напр. пластового движения подземных вод возможно только при некоторых предположениях относительно свойств водонепроницаемого пласта. Если предположить, что он состоит из однородного вещества, например из гравия с зернами одинакового и небольшого размера, то можно принять для движения подземных вод зависимость:  $v = ka$ , где  $v$ —скорость течения,  $a$ —уклон и  $k$ —некоторый коэффициент, определяемый из опыта и зависящий от величины отдельных зерен гравия. В действительности же такая однородность зерен встречается редко; поэтому величину  $k$  установить трудно. Тем не менее для практических целей применяют разные приемы определения скорости потока, его формы, уклона и проч. Так, при помощи буровых скважин определяют поверхность (скатерть) подземных вод и изображают ее для известного момента на плане в горизонталях. Форма поверхности позволяет сделать заключение о направлении течения и уклона потока; если известно значение  $k$  (например его величина определена тем же бурением, выясняющим свойства горизонта), то при известной высоте и ширине поперечного сечения потока можно вычислить и расход подземных вод. В практике определение мощности потока подземных вод производится иногда путем выкачивания

# КАРТА РАЙОНОВ

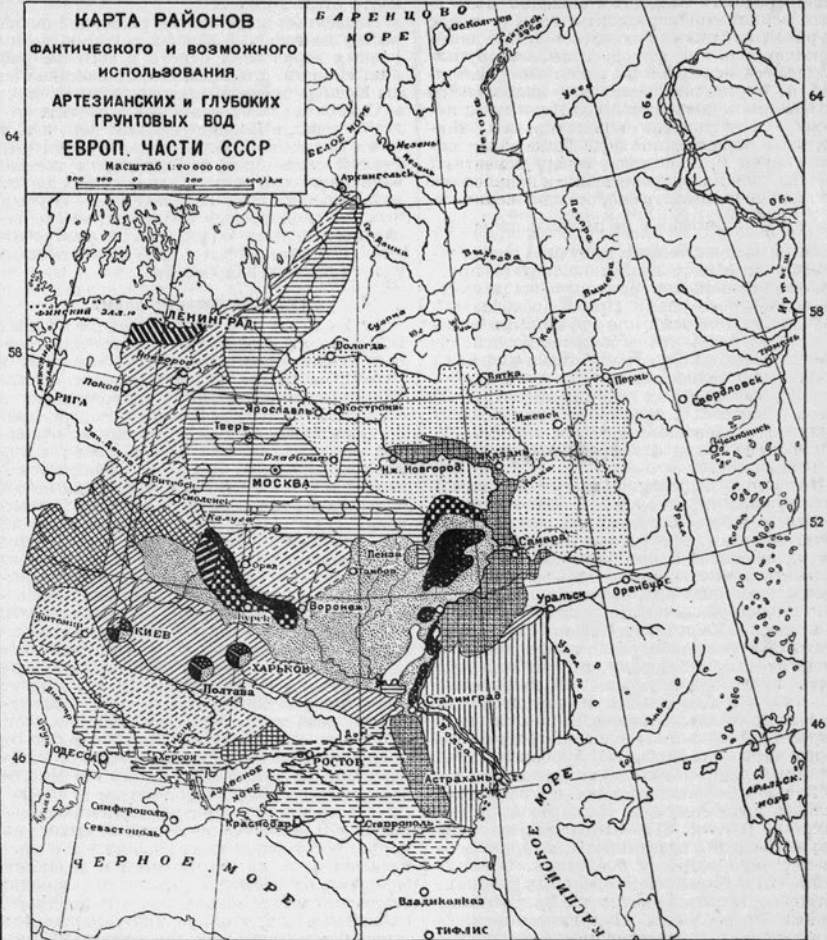
ФАКТИЧЕСКОГО И ВОЗМОЖНОГО  
ИСПОЛЬЗОВАНИЯ

АРТЕЗИАНСКИХ И ГЛУБОКИХ  
ГРУНТОВЫХ ВОД

ЕВРОП. ЧАСТИ СССР

Масштаб 1:40 000 000

0 200 400 км



- |   |   |                         |   |
|---|---|-------------------------|---|
| Юрские воды.                              | Юрские и меловые.   | Каспийские.             | Воды в трет. и Глубокие послетретичн. буровые скважины на границах. |
| Нижнетретичные.                           | Послетретичные.   | Каменноугольные.        | Верхнетретичные.  |
| Девонские, юрские и меловые.              | Воды в послетретичном отложении и продуктах разложения гранит, девонских и мелов. | Меловые и нижнетретичн. | Меловые.  |
| Воды кембрийских и силурийских отложений. |   | Девонские.              | Пермские.   |

постоянного объема  $V$ . из пробного колодца в течение продолжительного времени и наблюдения происходящей при этом депрессии. Среднюю скорость движения подземных вод можно определить, если в одной буровой скважине опустить в поток поваренную соль или флуоресценин, а в другой, удаленной от первой по уклону на расстояние  $a$ , определить появление наибольшего содержания поваренной соли или же с помощью флуороскопа констатировать наибольшее окрашивание вод. Тогда, зная число секунд  $T$ , прошедшее между моментами впуска соли или флуоресценина и появлением их, можно вычислить скорость движения воды  $v = \frac{a}{T}$ . Умножая  $v$  на площадь поперечного сечения потока, можно получить непосредственно и расход подземных вод (в предположении конечно однородности вещества водоносного слоя). При водоснабжении городов глубинными или грунтовыми водами важно знать точно количество используемой воды, для чего необходимо с возможно большей точностью определить скорость движения подземных вод; кроме того необходимо изучить колебание уровня подземных вод в зависимости от переменных соотношений между атмосферными осадками и испарением.

Подземные воды используются для питья как лучшие по качеству и часто единственные воды для больших населенных центров, а затем для разных отраслей промышленности. Вопрос о том, обеспечено ли удовлетворение потребностей человека запасом подземных вод, решается на основании существующих данных в положительном смысле. Если взять Европейскую часть Союза ССР как наиболее изученную в гидрогеологическом отношении, то окажется, что здесь существуют весьма благоприятные условия для накопления и передвижения по ним громадных запасов подземных вод. Изучение большого геолого-петрографического материала, добытого буровыми скважинами, дает возможность выделить на этой площади районы фактич. и возможного наличия подземных вод. На карте А. Н. Семихатова (см. ст. 817—818) нанесены районы нахождения подземных В. в породах соответственно возрасту последних. О количестве В., выбираемой в отдельных районах, возможно судить конечно по фактическим данным потребления. Например в московском водоносном бассейне, представляющем огромную впадину, заполненную осадочными отложениями каменноугольной системы и занимающую огромную площадь, на которой расположен ряд губерний: Московская, Тверская, Калужская, Тульская и Рязанская, Новгородская и Архангельская, — подземные воды залегают в толщах каменноугольных известняков, причем воды циркулируют, если известняки пористы, в самой толще слоев или по трещинам. В толщах известняков московского бассейна существует несколько артезианских горизонтов. Наиболее изученной является водоносность Москвы и ее окрестностей, где имеется несколько десятков глубоких скважин с притоком самоизливающейся воды от 6 150 до

455 000 л в час. Зарегистрированные 27 буровых скважин Москвы доставляют в час более 2 189 270 л с глубин водоносного горизонта от 27 до 65 м.

Подземные воды весьма различны по качеству не только в разных районах, но и в разных горизонтах одного и того же района. Наприм. для Московского бассейна воды Москвы имеют жесткость 15,5—18° нем., в Самаре воды из пермских известняков — до 57° нем., в Казани — до 145° нем. и т. д. Хотя московские В. характеризуются умеренной жесткостью, но благодаря существованию поглощающих, т. е. служащих для отвода отработанных вод, колодцев, опущенных на водоносный горизонт, воды последнего сильно загрязнены и употребляются главным образом для хозяйственных и технических надобностей.

#### IV. Минеральные воды.

А. Естественные минеральные В. Всякая В., исключая хорошо перегазированной и химически очищенной, содержит в растворе большее или меньшее количество минеральных веществ. В гидрогеологии и бальнеологии подземные воды, содержащие в 1 л не менее 1 г растворенных минеральных веществ, называются минеральными и водами. Эти воды выделяются в особый отдел подземных вод, так как имеют большое и разнообразное лечебное применение. В практике, правда, не всегда строго выдерживается установленное определение минеральных вод, и нек-рые В. с меньшим содержанием солей, но способные оказывать лечебно-физиологич. действие на организм человека благодаря радиоактивности или присутствию газов ( $\text{CO}_2$ ), также называются минеральными В., хотя правильнее называть их лечебными. В зависимости от растворенных солей минеральные В. могут иметь нек-рые особенности в своих физико-химич. свойствах. Уже при толщине слоя в 0,2 м они делают голубоватыми от коллоидальной серы, желтоватыми и красноватыми от гуминовых частиц, от многочисленных щелочей, черноватыми от сернистого железа и т. д. Прозрачность минеральные В. сохраняют лишь тотчас по выходе из пород, а с уменьшением давления и с улетучиванием газов они мутнеют и делают белесыми от раствора углекислых земель, опалесцируют от коллоидального раствора кремнезема и т. д. Вкус минеральных вод также бывает различен: кислый от  $\text{CO}_2$ , соленый от  $\text{NaCl}$ , горький от солей  $\text{Mg}$ , вяжущий от солей  $\text{Zn}$ , щелочный от углекислых щелочей. Многие минеральные воды имеют запах тухлых яиц от  $\text{H}_2\text{S}$ , иодоформа — от углекислых щелочей. Вследствие преломления света в плавающих тонких пластинках соли на поверхности минеральных вод появляется побеложатость. Пресные В. замерзают при 0°, минеральные же В., с содержанием напр. 58,5 г  $\text{NaCl}$  в 1 л, замерзают при  $-3,42^\circ$ . Физик Скюттенен доказывает присутствие в минеральных водах электрич. напряжения, т. е. возникновение электрич. тока при соединении минеральной В. в соуде с землей посредством проводника, причем В. заряжается отрицательно, а земля

положительно; силу возникающего тока, по его мнению, можно определить чувствительным гальванометром. Кроме того не подлежит сомнению электропроводность минеральных вод, причем Кольрауш установил даже ее величину для разных минеральных вод.

Все элементы, встречающиеся в растворе в минеральных водах, могут быть разделены на 3 группы: 1) встречающиеся очень редко и в малых дозах: золото, платина, цинк, хром, никель, уран, барий и т. п., 2) встречающиеся часто, но в небольших количествах: железо, стронций, марганец, иод, бром, фтор, мышьяк и т. п. и 3) элементы, встречающиеся часто и в больших количествах: кальций, магний, натрий, калий, алюминий, сера, хлор, кремний и т. п. Кроме того в воде часто находится в растворе и газообразные тела: кислород, азот, водород, углекислота, сероводород, воздух, гелий, аргон и др. Пока из 77 химич. элементов в составе минеральных В. не встречено только 16. Как бы глубоко в земле ни находились подземные воды, получая возможность минерализоваться и приобретать высокую  $t^\circ$ , все же подземное движение минеральных вод заканчивается выходом их на поверхность. Эти выходы бывают естественные (источники, ключи) и искусственные (колодцы, буровые скважины). Утилизация минеральных вод конечно производится у устья источников; поэтому местоположение устья очень важно для гидротехники, так как его надо обеспечить в смысле прочности, постоянства и удобства охраны, что достигается закреплением выхода источника («каптаж»). Разумеется, выходы источников в болотах, озерах и тальвегах долин являются наиболее затруднительными для каптажа и использования.

Воды минеральных источников классифицируют: 1) по  $t^\circ$  и 2) по химич. составу. По  $t^\circ$  разделяют воды так: если движение минеральных вод происходит в слоях, где  $t^\circ$  не ниже средней годовой, колеблющейся между 10 и 20°, то источники называются нормальными по  $t^\circ$ . Источники с  $t^\circ$  ниже нормальной называются холодными, или гипотермами (напр. В. ледниковых потоков или В., циркулирующие в почвах с вечной мерзлотой, как Ямаровские, Дарасунские с  $t^\circ$  1,2—0,5°). Источники с  $t^\circ$  выше средней годовой называются теплыми, или термами (20—50°). Выше 50° источники называются горячими. Геолог Э. Зюсс подразделяет горячие источники кроме того на гейзеры, т. е. периодически бурно действующие кремнекислые источники, и спрудели, т. е. спокойные и постоянно действующие. Температуры минеральных источников колеблются в широких пределах, от 0,5° (Дарасунский) до 100° (Баванинский на Камчатке).

По химическ. составу имеется несколько группировок минеральных В. Русские бальнеологи и химики основывают деление минеральных вод на физиологическом действии их главных составных частей на организм человека. По этим признакам различают следующие группы минеральных вод: 1) щелочные, 2) В. поваренной соли, 3) железные,

4) мышьяковистые, 5) горькие, 6) сернистые, 7) известковые и землястые и 8) химически безразличные, или акратотермы. Каждая из этих групп характеризуется какой-либо преобладающей составной частью, но в деталях каждая группа разделяется на классы.

1) Щелочные в воды, характеризуются преобладанием углекислого натрия и  $\text{CO}_2$ , подразделяются, в зависимости от других солей, на следующие классы: а) углекислые с преобладанием  $\text{CO}_2$  (Нараан, Мариенбад); б) щелочно-углекислые с преобладанием  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  и  $\text{CO}_2$  (Боржом, Виши); в) щелочно-соляные, в к-рых кроме предыдущей соли содержится и  $\text{NaCl}$  (Ессентуки, Эмс); г) щелочно-глубоководные с преобладанием  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  (Карлсбад, Слешковские). 2) Группа В. поваренной соли, в зависимости от содержания  $\text{NaCl}$ , подразделяется на классы: а) слабые воды, с содержанием соли не более 1,5% сухого остатка (Старая Русса, Соден); б) крепкие воды, с содержанием соли не менее 1,5% (Дакс, Наугейм). Выше 2,5—3% получается уже рассол, или рапа (Баскунчак). 3) Железные и В. принято называть лишь такие, в которых содержится на л не менее 0,03 г железа в виде двууглекислой закиси. Эти воды подразделяются по преобладанию той или другой второстепенной соли на: а) чистые железные воды (Линецк, Спа), б) железно-щелочные, содержащие, кроме Fe, также и щелочи (Мзымтинские, Франценбад), в) железно-соляные (Столыпинские, Ноденталь), г) железно-известковые (Железноводск, Ямаровск), д) железные с сернокислой закисью железа (Левико, Змеевские). 4) Мышьяковистыми В. называют такие, которые содержат As в количестве, достаточном для врачебного действия, и лучшими считаются сочетания As со щелочами (Ронченко, Вилсюр-Цер, Хасевский). 5) Горькие В., главная составная часть к-рых  $\text{MgSO}_4$  с примесью также и  $\text{NaCl}$  (Баталинский, Гуниади-Янос). 6) Сернистые В. характеризуются содержанием  $\text{H}_2\text{S}$  и сернистых металлов Na, Ca, Mg, K и др. Эти В. подразделяются по  $t^\circ$  на: а) горячие (Горячеводские 90°, Экс 77°), б) теплые (Пятигорск, Барек) и в) холодные (Сергиевские 8°, Буйские). 7) Известковые В. с преобладанием в них  $\text{CaSO}_4$ ,  $\text{CaSO}_4$ , а также с содержанием солей Mg (Джелал-Абад, Контрксвилль). 8) В. с незначительным содержанием солей имеют обычно менее 1 г солей на л, и лечебное значение таких вод обуславливается: темп-рой, присутствием  $\text{CO}_2$  и, часто, радиоактивными свойствами (Абас-Туманские, Туркинские, Теплиц). Кроме упомянутых групп следует отметить еще: кремнекислые источники, содержащие  $\text{SiO}_2$  (гейзеры Исландии и Новой Земли), борные источники, с содержанием борной к-ты (Тосканские фумаролы), и радиоактивные источники, содержащие в растворе радиоактивные вещества. Минеральные воды приобретают эту радиоактивность от радиоактивных горных пород—гранитов, известняков, трахитов и др. Радиоактивность В. определяют особыми приборами (электроскопы, фонтактоскопы) и выражают у нас в единицах Махе.

Радиоактивность В. измеряется по величине тока насыщения в *фонтантоскопе* (см.) в результате ионизирующего действия эманации из одного л В. Если сила тока = 1 000 эд. ст. ед., то радиоактивность такой воды равна 1 единице Махе (1 МЕ). Во Франции радиоактивность измеряется единицей Кюри, представляющей такое количество RaEm, которое находится в равновесии с 1 г чистого металлического Ra. Единица Кюри равна  $2,75 \cdot 10^9$  единиц Махе. Минеральные воды обычно содержат чрезвычайно мало RaEm, поэтому для воды пользуются единицей Махе (МЕ). Установлено, что: а) холодные воды содержат более RaEm, чем теплые и горячие; б) менее насыщенные солями В. более радиоактивны, поэтому химически безразличные В. содержат много RaEm; в) сернистые В. чаще содержат RaEm, чем В. друг соединений; г) источники с малым притоком более радиоактивны, чем с большим. В виду малой изученности физиологич. действия радиоактивных В., а с другой стороны, в виду многих редких особенностей этих свойств, источники даже с минимальным содержанием RaEm часто уже считают радиоактивными. Норден предлагает классифицировать источники по содержанию RaEm так: 1) сильно радиоактивные, с содержанием 100 и более МЕ (единиц Махе); 2) умеренно радиоактивные—от 50 до 100 МЕ и 3) слабо радиоактивные—от 20 до 50 МЕ. При содержании ниже 20 МЕ источники уже не считаются радиоактивными. Наиболее известные радиоактивные источники: 1) Брамбах—содержит до 2 270 МЕ, 2) Иоахимсталь—содержит от 115 до 2 384, а в среднем—600 МЕ, и 3) теплосерные в Пятигорске—в отдельных пунктах до 560 МЕ, а в среднем 60 МЕ.

Число минеральных источников с самыми ценными качествами в лечебном отношении в СССР очень велико и по отдельным районам они исчисляются не десятками, а сотнями: например в районе Кавказского хребта зарегистрировано их до 400, в Уральской области—более 300.

Выделения минеральных источников как твердые, так и газообразные эксплуатируются также и в промышленных целях. Твердые выделения минеральных источников весьма разнообразны по качеству и достигают громадных размеров. Гипсовый источник Лоренц выносит в год до 6 700 т твердых солей, Карлсбад—до 5 500 т, Нарзан—25 т. Твердые накопления источников образуют иногда целые горы, как напр. пятигорские известковые отложения (травертины). Отложения соленых источников дают большие накопления NaCl; железные источники выделяют и накапливают железные руды в виде болотных и озерных; гейзеры дают колоссальные накопления кремнекислых отложений. Газообразные выделения минеральных В. также имеют практическое применение: свободная углекислота больших источников идет для газирования разных минеральных вод. Кроме того угольная кислота, сжиженная под большим давлением, вывозится также для разных целей в особых баллонах. Наконец многие ценные в лечебном отношении минеральные во-

ды, кроме применения на месте, экспортируются после искусственного газирования.

В СССР как минеральные источники, так и местности, где эти источники находятся, если НКЗдрав признает их имеющими общегосударственное значение, ограждаются от порчи и истощения, для чего устанавливаются округа горной охраны. Границы горной охраны намечаются после геологических исследований и устанавливаются законодательным порядком. Принято устанавливать три зоны охраны: горной, санитарной и охраны лесов. В округах охраны проводится целый ряд закрепительных мероприятий.

В приводимой ниже табл. 10 содержатся некоторые данные, позволяющие произвести оценку значения минеральных вод СССР.

Табл. 10.—Количество отпущенных лечебных процедур на курортах СССР.

Годы	Общее число отпущ. процедур	Из них—грязевых ванн
1921 . . . . .	1 641 619	183 438
1922 . . . . .	1 021 370	257 600
1923 . . . . .	1 984 208	308 273
1924 . . . . .	2 643 315	430 195
1925 . . . . .	4 266 523	520 627
Итого . . . . .	11 557 035	1 700 332

Не менее показательны в этом отношении цифры экспорта кавказских минеральных В. Разлив и вывоз кавказских минеральных В. в бутылках возник еще с 80-х гг., а в 1899 г. было отправлено 700 000 бутылок. Но быстрый рост экспорта начался с 1900 г., когда была перестроена разливная в Кисловодске согласно требованиям техники того времени: был устроен завод жидкой CO<sub>2</sub> из естественного газа источника Нарзан, и все минеральные В. газировались ею. Развитие экспорта характеризуется табл. 11.

Табл. 11.—Экспорт кавказских минеральных вод.

Годы	Продано в бутылках	Валовой доход в рублях	Прибыль в рублях
1909 . . . . .	7 959 257	776 353	241 173
1910 . . . . .	12 103 173	1 209 056	378 779
1911 . . . . .	14 845 721	1 481 861	435 350
1912 . . . . .	16 169 297	1 852 491	447 741
1913 . . . . .	17 778 835	1 817 531	554 900
1922 (летний сезон) * . . . . .	1 240 000	—	—
1922/23 . . . . .	2 998 000	—	—
1923/24 . . . . .	5 066 000	—	—
1924/25 . . . . .	12 456 000	—	—
1925/26 . . . . .	17 663 000	—	—
1926/27 . . . . .	22 000 000	—	—

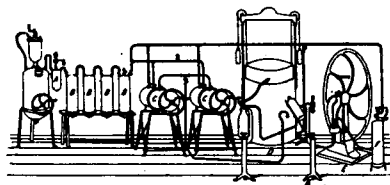
\* В революционное время разлив и продажа прекратились, и только в 1922 году они были снова организованы.

из которой видно, что экспорт кавказских минеральных В. уже в 1925/26 г. достиг довоенного размера и продолжает быстро возрастать. На 1927/28 год было намечено к продаже 27 000 000 бут. Среди экспортируемых вод собственно лечебные составляли в дореволюционное время 12%, а в настоящее

время до 35%; остальное количество приходится на № 20 и Нарзан. Считая на каждого пользующегося экспортной минеральной водой 30 бут., можно принять, что в 1927 г. более 700 000 чел. могли пользоваться натуральной лечебной В.

Б. Искусственные минеральные В. Кроме естественных минеральных вод население, особенно в южных жарких местах, потребляет в значит. количествах искусственные минеральные воды: лечебные воды, шипучие напитки, фруктовые воды, лимонады, квасы и пр. Мысль приготовить искусственные минеральные воды, в подражание натуральным, появилась у разных химиков еще в 16 в., но только в начале 19 в., благодаря целому ряду строго научных анализов натуральных вод (Фрезениус, Либих, Берцелиус и др.), приготовление искусственных минеральных В. значительно усовершенствовалось. В 1821 году химик Ф. Струве приготовил карлсбадскую воду, которую Фарадей не мог отличить от натуральной. Искусств. минеральные В. по своему составу более или менее подходят к В. тех естественных минеральных источников, названия к-рых они носят. При фабрикации газовых вод главными факторами являются  $\text{CO}_2$  и вода. Степень растворимости  $\text{CO}_2$  в воде зависит от температуры и давления. При обычных условиях, т. е. при  $t^\circ 19^\circ$  и 760 мм давления, один объем воды растворяет равный себе объем  $\text{CO}_2$ , а при более низкой  $t^\circ$  и большем давлении В. может растворить гораздо больше газа. Этим и пользуются для приготовления шипучих напитков:  $\text{CO}_2$  поглощается водой под усиленным давлением, и в этом виде В. сохраняется в плотно закупоренных бутылках. Для приготовления шипучих, а главное—минеральных вод следует брать стерилизованную воду, но так как стерилизация обходится дорого и требует много времени, то для приготовления шипучих В. обыкновенно употребляют лишь фильтрованную В., но при этом конечно д. б. производима и бактериологич. очистка для удаления микроорганизмов. Образовое приготовление искусственных минеральных В., а равно и шипучих напитков, слагается из нескольких операций, но в общем все производство представляет одну непрерывную цепь таких аппаратов (фиг. 1): 1) производитель или выделитель А, где готовится  $\text{CO}_2$  из разных материалов (мрамор, известняк, доломит, мел, магнезит); 2) промыватель В, через который пропускают  $\text{CO}_2$  для освобождения ее от примесей органических веществ,  $\text{H}_2\text{S}$ , сернистой кислоты и окиси азота [промывателей д. б. не менее трех, но еще лучше иметь их шесть, заполненных: а) водой для охлаждения и очистки, б) 5%-ным раствором соды,  $\text{NaHCO}_3$ , для нейтрализации случайной кислоты, в) 5%-ным раствором железного купороса,  $\text{FeSO}_4$ , для удержания  $\text{H}_2\text{S}$ , г) 1%-ным раствором марганцевокислого калия,  $\text{KMnO}_4$ , д) углем для удержания органических примесей и е) дистиллированной

В. для промывки]; 3) приемник, или газометр D, куда  $\text{CO}_2$  переходит после очищения; 4) сатуратор С, к-рый служит для насыщения В. углекислотой под давлением более 6 Атм и потому д. б. снабжен предохранительным клапаном. Насыщенная в сатураторе минеральная или шипучая В. переходит по оловянным трубкам в разливочные станки К. Кроме того при аппаратах имеется насос Е для накачивания в цилиндры воды, пропускаемой иногда через угольный цилиндр F. Кроме описанного аппарата (Струве), существуют и другие конструкции,



Фиг. 1.

напр. Германа Лашапеля с нагнетательным насосом или система «Карбонатик», в к-рой насыщаемая В. превращается в пыль, причем из нее сначала выделяется воздух, а затем она насыщается углекислотой.

Из искусственных минеральных В. наибольшее распространение имеют сельтерская и содовая. Химич. состав этих вод постояен, что видно из анализов В. московских заводов (табл. 12). Из анализов видно, что сельтерская В. по составу солей крепче содовых. Но отсутствие определенных норм для состава искусственных минеральных В. отражается на качестве изготовляемых В. Разновременно проведенные в Москве, Петербурге и Одессе санитарные осмотры заведений искусственных минеральных и шипучих В. обнаружили очень много недочетов как в способах приготовления, так и в качестве материалов. Причины недоброкачественности этих напитков, в особенности на небольших предприятиях, бывают следующие: 1) неудовлетворительность аппаратов для приготовления  $\text{CO}_2$ , обуславливающая примесь к последней атмосферного воздуха и понижающая вкусовые свойства; 2) плохое содержание и редкая очистка фильтров; 3) недоброкачественность материалов для получения  $\text{CO}_2$ ; 4) грязное содержание промывных приборов и употребление недистиллированной воды, применение неужженных

Табл. 12.—Анализы шипучих вод московских заводов (в г на 1 л воды).

Составные части	Содовая			Сельтерская		
	средн.	макс.	мин.	средн.	макс.	мин.
Сухой прокаленный остаток . . . . .	2,7730	4,0830	1,5150	3,6220	4,4720	2,4730
Известк . . . . .	0,0908	0,2752	0,0140	0,1490	0,4165	0,0524
Магнезии . . . . .	0,0437	0,1653	Следы	0,0668	0,2362	0,0175
Серная кислота . . . . .	0,0827	0,2274	0,0050	0,0709	0,2404	0,0040
Хлор . . . . .	0,8071	1,0155	0,3330	1,2645	1,4253	0,8700
Натрий . . . . .	1,4107	2,0890	0,7369	1,7335	2,2440	1,0606
Кислород на окисл. органич. веществ . . . . .	0,0024	0,0048	0,0009	0,0027	0,0044	0,0016
Углекислота . . . . .	0,5795	1,0450	0,2340	0,4933	0,8530	0,2067

газаметров и сатураторов; 5) недостаточная промывка бутылок, сифонов и пр.

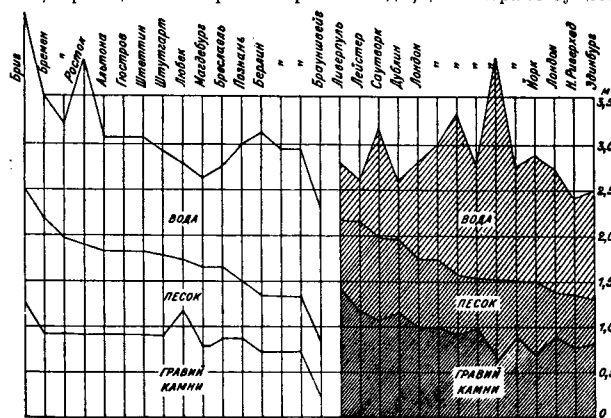
Вообще говоря, искусственные лечебные В. не могут заменить собою естественных, т. к. сложные составы последних нет возможности воспроизводить искусственно. Не раз случалось, что с успехами науки действие многих минеральных В. получает новое освещение и новое применение. Напр. до открытия радиоактивности могучее действие теплосерных источников (Пятигорск) не имело объяснения, искусственные же воды, вполне аналогичные по химич. составу с водами этих источников, были бы совершенно лишены этого действия.

Лит.: М у ш к е т о в И. В., Физическ. геология, ч. 2, СПб, 1888; О п о к о в Е. В., Ренниг грунт. вод. Г. Немина в связи с метеорологич. элементами, «Нововосстание», СПб, 1900; С е м х а т о в А. П., Антепачские и глубинные грунт. воды Европ. части СССР, Москва, 1925; А в е р и е в Н. Д., Питьевая вода в местностях расположения рудников, фабрик и заводов Донецкого бассейна и методы ее улучшения, СПб, 1911; З и м и я Н. Н., Умягчение воды посредством целитов. Способ проф. Ганса, Москва, 1911; Д р о з д о в В. А., Стояние воды мануфактурной промышленности и их очистка, «Вестник инженеров», II, 1915; В е р т е с о н Л., Лечебные воды, грязи и морские купанья в России и за границей, СПб, 1901; П о л я к о в Р. И., Какими наши искусствен. минеральные шипучие воды и сиропы, Одесса, 1900; S l i c h t e r C. S., The Motions of Underground Waters, «U. S. Geological Survey, Water Supply and Irrigation», Paper 67, Wash., 1902; T h i e m G., Hydrologische Methoden, Leipzig, 1906; K r e b s W., Grundwasserbeobachtungen im Unterelbischen Gebiete, Berlin, 1892; F r a n k L., Beziehungen zwischen Regenfall und Quellenergiebigkeit, usw., «Mitteil. d. Geolog. Gesellschaft zu München», München, 1911. М. Сергеев.

## В. Очищение воды.

### А. Питьевая вода. Для очищения питьевой

В. применяются следующие способы: 1) отстаивание в специальных отстойных бассейнах, играющих также роль сборников воды,



Фиг. 2.

2) фильтрование с предварительным отстаиванием или с предварительным коагулированием и отстаиванием и 3) обезжелезивание воды; последнее производится в случаях заметного содержания железа в питьевой воде. Кроме того в целях полной дезинфекции В. нередко подвергается обработке раз-

личными реактивами (хлором, хлорной известью, перекисью водорода и пр.), ультрафиолетовыми лучами или озонем.

1) Отстаивание—см. *Водоснабжение*.

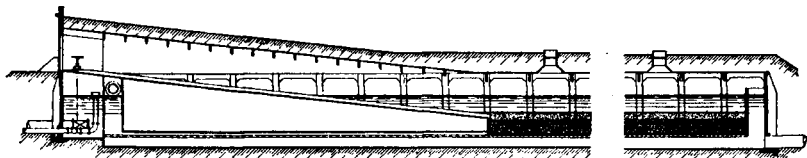
2) Фильтрование питьевой В. Различают медленное (английское) и быстрое (американское).

Английское медленное фильтрование. Более крупные установки англ. песочных фильтров имеют отстойные бассейны, рассчитанные на 12—24-часовое пребывание в них осветляемой воды. Сущность процесса фильтрования заключается в том, что сырая В. после той или иной ее подготовки пропускается через промытый речной песок, состоящий из крупинки, размеры которых постепенно увеличиваются сверху вниз. На фиг. 2 приведены высоты напора и мощности слоев фильтрующего песка, кварца и подпорного камня, применяемые в водоснабжениях различных городов. Фильтр удерживает не только механические примеси, но и до 99% всех содержащихся в сырой воде бактерий; из воды удаляется при фильтровании также часть растворенных органических веществ. После правильно поставленного фильтрования получается прозрачная вода, и если она имела какую-либо окраску, то нередко теряет ее и обесцвечивается. Как показали опыты Пиффе, этими ценными свойствами фильтр обязан в значительной мере бактериям и другим низшим животным и растительным организмам, содержащимся как в сырой воде, так и в особенности в илистой пленке, образующейся на поверхности фильтрующего песка, а также в иле самого песчаного слоя. Эти бактерии и низшие организмы играют существенную роль в процессах окисления органических веществ и вообще в химических реакциях, которые сопровождают фильтрацию В. и сводятся в своей основе преимущественно к процессам брожения. Работа фильтра ухудшается от размножения водорослей (альг), многочисленные виды которых (до 160) обнаружены в иле фильтров. Т. н. зеленые водоросли, сообщаящие воде неприятный рыбный запах, удаляются из воды прибавлением очень слабого раствора (1:4000000) сернокислой меди. Из других видов водорослей особенно быстро закупоривают фильтр диатомовые, или кремневые, водоросли, образу-

ющие плотную пленку. Протязодействием против них служат: обильный свет, энергичная жизнедеятельность низших организмов и обильное выделение кислорода. Песочные фильтры работают главным образом своей поверхностью, где образуемая фильтрующая пленка служит местопребыванием для

полезных бактерий и других микроорганизмов. Раньше ей придавали исключительное значение при фильтровании воды, однако позднее признали, что действие фильтрующей пленки не имеет такого решаю-

открыт. фильтрах; кроме того их устройство обходится значительно дороже. Различают мнимую и действительную скорость фильтрования. Первая представляет отношение часовой производительности фильтра (в м<sup>3</sup>)



Фиг. 3.

щего значения. На фиг. 3 схематически изображен английский песочный фильтр. Песочные фильтры имеют обыкновенно форму прямоугольника, ограниченного кирпичными или каменными стенками и наполненного гравием или песком (фиг. 4). В нижней части фильтра находится несколько слоев гравия: нижний слой — размером ореха (30—60 мм), следующие — размером боба (20—30 мм), гороха (10—20 мм) и т. д., уменьшаясь под конец до размера крупы (3—5 мм). Над слоем гравия находится слой песка, а над последним — определенный слой фильтруемой воды, необходимый для создания гидравлического напора. Слои гравия и песка могут



Фиг. 4.

иметь различные высоты. Средняя мощность слоев водяного столба, песка и гравия — 600 мм каждый. Профильтрованная вода спускается вниз и собирается в бассейне для чистой воды.

Городские водопроводы снабжены обыкновенно многими подобными фильтрами. По Гагену, невыгоднейшая площадь одного отделения фильтра прямоугольной формы: 2 100—2 400 м<sup>2</sup> для закрытых и от 3 300 до 4 250 м<sup>2</sup> для открытых фильтров, а по Кенни-гу, в среднем, от 2 000 до 3 000 м<sup>2</sup>. Устройство

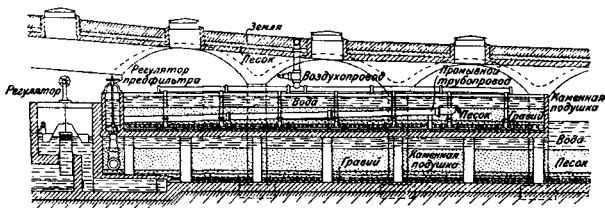
английских фильтров должно позволять самостоятельное наполнение, опорожнение и чистку каждого отделения. Для правильной работы фильтра необходим песок, однородный и по размерам и по форме. Сувелчением размеров зерен песка скорость фильтрования воды увеличивается, но грубый песок не дает прозрачной

воды, свободной от зародышей, а при более мелком песке быстрее образуется фильтрующая пленка. Боковые стенки английск. фильтров снабжены вытяжными трубопроводами для отвода воздуха, накопление которого могло бы разорвать фильтрующую пленку. Англ. фильтры бывают двух типов: открытые и закрытые; последние не замерзают зимой, но в них фильтрующая пленка образуется медленнее и менее совершенно, чем в

Q к площади поперечного сечения фильтра (в м<sup>2</sup>) F над поверхностью фильтрующего песка:  $v = \frac{Q}{F}$ . Т. к. площадь пор, образуемых фильтрующим песком, составляет примерно около одной трети поперечника фильтра, то действительная скорость фильтрования соответственно больше мнимой скорости (пределы последней 50—100 м.м/ч). Работа фильтра признается удовлетворительной, если в 1 м<sup>3</sup> профильтрованной воды содержится не больше 100 бактерий.

Очистка и промывка фильтров производится периодически. Применяемые для этого аппараты основаны на принципе бесконечного винта или эжектора. После промывки фильтр работает не совсем удовлетворительно до восстановления разрушенной при промывке пленки и достаточного заиливания фильтрующего песка. Для восстановления надежной работы фильтра (для его с о з р е в а н и я) требуется продолжительное время.

Недостатки англ. фильтров следующие: громоздкость и дороговизна зданий для фильтров, огромный расход песка, большие потери его (равно как и промывных вод) при чистках и промывках и трудность самих чисток. Кроме того существенным недостатком является ненадежность работы, особенно в половодье, когда сырая вода сильно загрязнена илом и бактериями; эти примеси



Фиг. 5.

либо прямо проходят через фильтр либо остаются в фильтре и затем постепенно извлекаются оттуда водой. При мутной или жесткой воде английск. фильтры также дают неудовлетворительные результаты. Созревание фильтра часто связано с большими потерями времени и большим расходом воды.

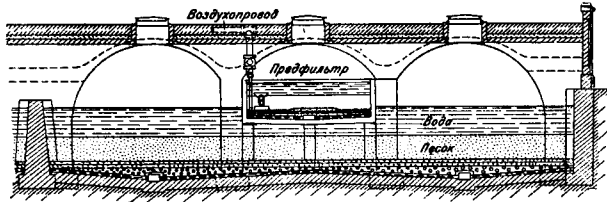
Англ. система получила в последние десятилетия значительное усовершенствование. Так, вместо естественного отстаивания В. в



осветлительных бассейнах стали прибегать к предварительному искусственному осветлению сырой В. путем обработки ее коагулянтом (см. *Водоснабжение*). Существенным успехом явился также переход к многократному фильтрованию, при котором

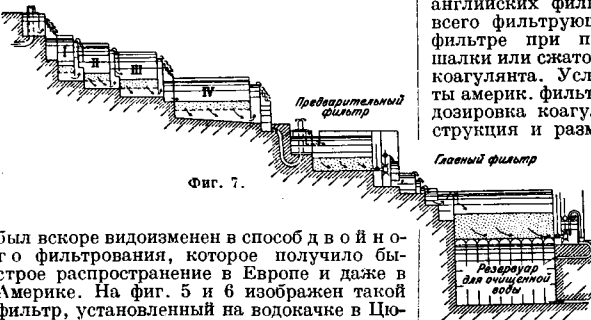
ха и света. Английские фильтры, снабженные предварительными фильтрами и иногда (в паводки) применяющие коагулирование, установлены на моск. Рублевской водоканале.

Американское быстрое фильтрование связано прежде всего с применением коагуляции (см. *Водоснабжение*), к-рая быстро осветляет В. и облегчает работу фильтра. В отличие от англ., при американск. способе фильтрующая пленка образуется искусственно в течение нескольких минут при помощи прибываемого ко очищаемой воде реактива. Отличительные особенности американск.



Фиг. 6.

стало возможно значительно увеличить скорость фильтрования. Принцип многократн. фильтрования, предложенный Гальбертсма,

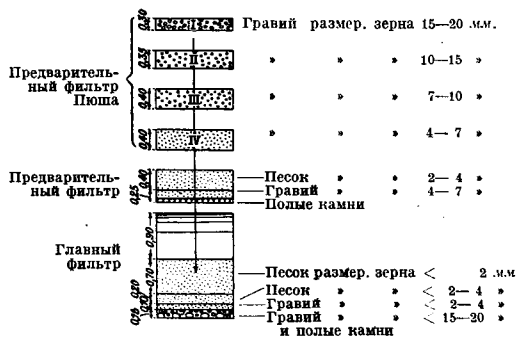


Фиг. 7.

ских фильтров: 1) скорость фильтрации (4—5 м/ч), 2) малая фильтрующая поверхность (в 40—50 раз меньше, чем в обыкновенных английских фильтрах), 3) легкая очистка всего фильтрующего материала в самом фильтре при помощи механической мешалки или сжатого воздуха и 4) применение коагулянта. Условиями правильной работы америк. фильтров являются: правильная дозировка коагулянта и надлежащие конструкция и размеры отстойного резервуара и фильтра. Фильтрующий материал — по преимуществу дробленый кварц. Толщина фильтрующего слоя не менее 30 см. Фильтр снабжен манометром, показывающим гидравлич. напор слоя В. над песком. На фиг. 9 изображен открытый фильтр наиболее известной системы Дженула. Между фильтрующим материалом коробки В и наружным кожухом С поступает через вентиль А подготовленная В., к-рая подни-

был вскоре видоизменен в способ двойного фильтрования, которое получило быстрое распространение в Европе и даже в Америке. На фиг. 5 и 6 изображен такой фильтр, установленный на водоканале в Цюрихе. В бассейне, на столбах главного фильтра, установлен предварительный фильтр, площадь к-рого составляет  $\frac{1}{20}$ — $\frac{1}{10}$  площади главного. Фильтрующий материал — крупный песок (размер зерен 1—3 мм) — по-

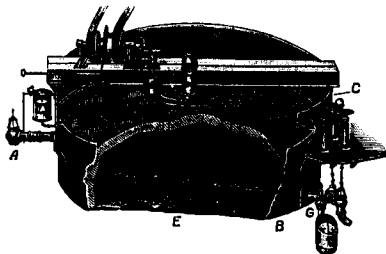
коится на слое гравия. Скорость фильтрования — от 2 до 3 м/ч. Очистка фильтра производится сжатым воздухом и водой. Предварительный фильтр задерживает до 80% механич. примесей, ок. 50% бактерий и большую часть альбуминоидного аммака. Работа фильтра между двумя чистками продолжается до 3—4 месяцев, в то время как старый тип фильтра требует чистки уже через несколько недель (от 2 до 6) после пуска его в работу. Дальнейшие преимущества двойн. фильтров заключаются в уменьшении расходов по эксплуатации и более простом уходе. На фиг. 7 и 8 приведен ступенчатый фильтр Пюша (Париж); здесь вода, благодаря переливам, подвергается действию возду-



Фиг. 8.

мается вверх и переливается через края внутрен. коробки на фильтр. В. проходит через слой песка, а затем через полые колпачки

дренажных трубок *E*—в сборную трубу *G* и отсюда через особый регулятор—в резервуар для очищенной воды. На фиг. 10 показана деталь дренажных трубок. Другие системы быстрых фильтров изображены на фиг. 11—фильтр Бреда, на фиг. 12—фильтр



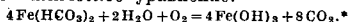
Фиг. 9.

Рейзерта. На фиг. 13 представлен быстродействующий фильтр Сандфильда, близ Лондона, который состоит из 10 фильтров с общей фильтрующей поверхностью в 300 м<sup>2</sup>; емкость отстойника—1 600 м<sup>3</sup> на 2,5 часа отстоя; резервуар чистой воды—950 м<sup>3</sup>; скорость фильтрации 2,5 м/ч. На фиг. 13 показаны: 1—отстойник, 2—резервуар для коагулирования и отстойника, 3—здание фильтра, 4—резервуар для чистой воды, 5—бак с водой для промывки фильтра, 6—лаборатория, 7—помещение хлораторов, 8—помещение для хранения хлора.

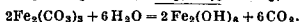
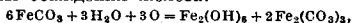


Фиг. 10.

3) Обезжелезивание В. Искусственное удаление железа из В. в крупных водоканках производится обыкновенно при содержании железа более 2 мг на л. О процессе выделения железа из воды дает представление следующее химическое уравнение:



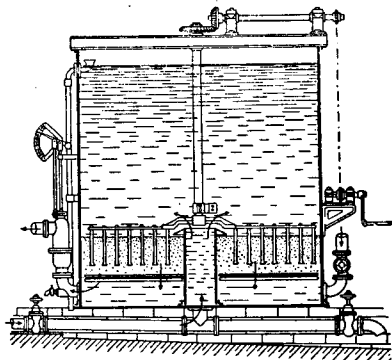
Бунте и Шмит предложили следующие ф-лы осаждения железа:



Большинство применяемых способов обезжелезивания воды основано на аэрации воды с последующим ее фильтрованием. На фиг. 14 показана установка системы Эстена в Фрейенвальде: В. падает с высоты 2 м в виде мелкого дождя из 18 душей на зеркало В. фильтра; при этом она приходит в тесное соприкосновение с воздухом и затем фильтруется через слой гравия, толщиной 30 см, лежащий на перфорированных пластинах, покрытых латунной сетчатой тканью и покоящихся на свободно лежащих бетонных балках. Фильтр промывается обратным током воды и при этом механически разруляется граблями. Часовая производительность фильтра 1 м<sup>3</sup> В. на 1 м<sup>2</sup> поверхности фильтра. Другой известный конструктор

\* В этой формуле и в дальнейшем тексте соединения, выпадающие в виде осадка, подчеркнуты сплошной линией (нерастворимые осадки) или пунктирной (частично растворимые).

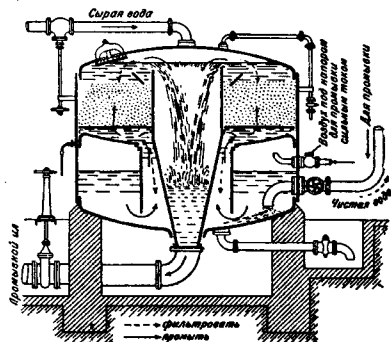
Пифке скомбинировал устройство для получения дождя с градирней, или воздушной камерой, наполненной кулачным коксом (фиг. 15), особенно хорошо способствующим перемешиванию воды с воздухом; здесь—*a*, *b*—устройство для получения дождя, *G*—скруббер, *s*—труба, всасывающая воздух, *d*—выход В. на песочный фильтр. На фиг. 16



Фиг. 11.

показано весьма простое устройство для обезжелезивания воды, т. н. бочка Дунбара.

Озонирование В. Озон действует разрушающим образом на патогенные бактерии. Ольмюллер, Проскауер, Вант-Гоф, Шрейбер и др. считают обработку воды озоном наиболее надежным способом обезвреживания питьевой воды. Озон прежде всего

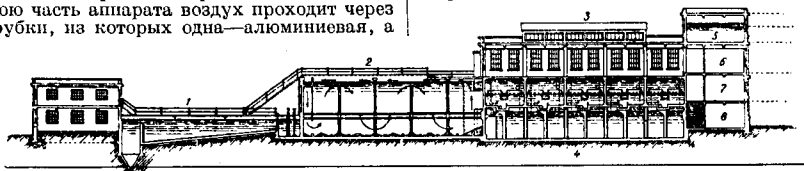


Фиг. 12.

реагирует окисляющим образом на содержащиеся в воде неорганические окисляемые соединения и органические вещества и лишь после того действует на бактерии, уничтожая их. Это обстоятельство необходимо учитывать при выборе источника для водоснабжения и обработки В. озоном. Осадки и взвешенные вещества д. б. удалены из В. быстрым фильтрованием до озонирования, тем более, что заключенные в твердых частицах бактерии менее доступны для воздействия озона. В Германии первые опыты озонирования

воды были произведены фирмой Сименс и Гальске. Сконструированный ею озонатор показан на фиг. 17. Проникающий в нижнюю часть аппарата воздух проходит через трубки, из которых одна—алюминиевая, а

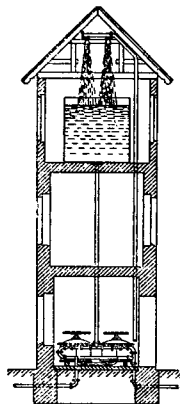
нием озона. Озонированный воздух движется по замкнутому кругу через озонаторы и стерилизаторы. Израсходованный кислород



Фиг. 13.

другая—стеклянная; между ними происходят постоянные тихие разряды электрического тока высокого напряжения (от 6 000 до 8 000 V). Полус высокого напряжения, укрепленный на стеклянных трубках, заземляется через охлаждающую воду и чугунный

лижик, вследствие чего аппарат во всех своих наружных доступных частях совершенно безопасен для обслуживающего персонала. Расход электрич. энергии 17—20 kWh на 1 кг озона. Стерилизатор фирмы Сименс и Гальске представляет собой градирию, или скрубберную башню, наполненную слоем камня, через который текут навстречу друг другу В. (сверху) и озонированный воздух (снизу). Такая установка (в Палеборне) показана на фиг. 18. Стерилизационные каменные башни, высотой в 4 м, состоят из верхнего бака для сырой В., стерилизатора, напол-



Фиг. 14.

ненного гравием (размер зерна—голубиное яйцо), и сборного бассейна для озонированной В. в нижней части башни. Стерилизатор разделен взаимно перпендикулярными стенами на 4 самостоятельных шахты, куда сырая вода подается по общему трубопроводу, снабженному запорным клапаном. Каждая шахта делится колосниковыми решетками на 2 части: верхнюю, наполненную гравием, слоем в 1 м, и нижнюю часть—сборник очищенной В. Сырая В. течет по общей линии через четырехлепестчатый распределитель в отдельные колонны или шахты, проходит через частые сита и затем в виде мельчайшего дождя падает на слой гравия. Через каждую шахту поперечным сечением в 1 м<sup>2</sup> пропускается в 1 час 15—20 м<sup>3</sup> воды и 30—40 м<sup>3</sup> озонированного воздуха с определенным содержа-

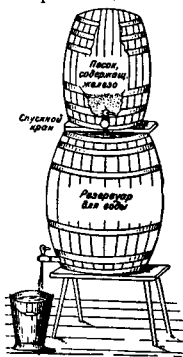


Фиг. 15.

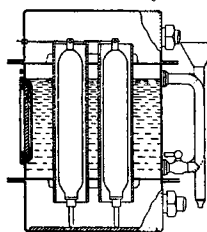
нием озона. Озонированный воздух движется по замкнутому кругу через озонаторы и стерилизаторы. Израсходованный кислород

воздуха восполняется через воздушный кран, установленный на всасывающей линии. Из отдельных нижних камер озонированная вода течет в общий сборник, а оттуда накачивается в сеть. Каждая стерилизационная башня снабжена сбоку каскадами, где очищенная вода, подвергаясь аэрации, терлет последние следы озона. Стоимость очистки 1 м<sup>3</sup> В., включая и фильтрацию через быстрый фильтр, ок. 3 pf. Для домашнего употребления применяют небольшие аппараты, получающие разряды от осветительной сети. При употреблении эмульсаторов для смешивания воды с озоном (фиг. 19) стерилизация происходит почти мгновенно. Озонирование В., при относительно невысоких эксплуатационных расходах, требует крупных первоначальных затрат на оборудование, в виду чего этот чрезвычайно ценный способ борьбы с патогенными бактериями применяется преимущественно на крупных водоканках.

Стерилизация В. ультрафиолетовыми лучами. Ультрафиолетовые лучи быстро и надежно стерилизуют только совершенно прозрачную и притом бесцветную В. не содержащую осадков и взвешенных веществ. Мутная В. должна быть осветлена и освобождена от железа до воздействия ультрафиолетов. лучей. Другим условием успеха стерилизации является соприкосновение воды с лучеиспускающим прибором, мимо к-рого она должна циркулировать медленной и тонкой струей так, чтобы каждая молекула воды могла освещаться ультрафиолетовым светом в активной лучистой зоне не меньше 7 сек., по Шварцу, и ок. 1 мин.—по Валле; для этого приемник д. б. надлежащей емкости. Стери-



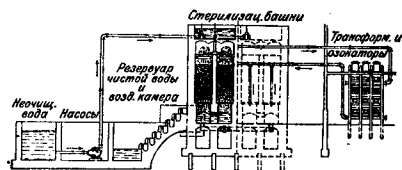
Фиг. 16.



Фиг. 17.

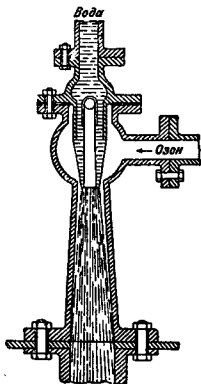
ци является соприкосновение воды с лучеиспускающим прибором, мимо к-рого она должна циркулировать медленной и тонкой струей так, чтобы каждая молекула воды могла освещаться ультрафиолетовым светом в активной лучистой зоне не меньше 7 сек., по Шварцу, и ок. 1 мин.—по Валле; для этого приемник д. б. надлежащей емкости. Стери-

лизационный аппарат Westinghouse-Cooper-Hewitt Co показан на фиг. 20; ртутная лампа с кварцевой оболочкой и светящейся кварцевой трубкой хотя и не погружена в В.,



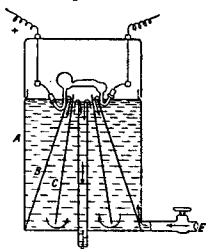
Фиг. 18.

но находится на очень близком расстоянии от ее поверхности. Внутри цилиндрического эмалированного сосуда А помещаются влетые одна в другую воронки В и С, благодаря которым сырая вода, поступающая в стерилизатор через Е, течет зигзагообразно по удлиненному пути, показанному стрелками, протекая повторно мимо самой лампы. Прибор строится на часовой производительности от 600 до 122 л В. В аппарате с производительностью в 600 л лампа работает при 110 В и 3,5 А постоянного тока, что дает расход энергии 0,6 Wh на 1 л. Для озонирования 1 м<sup>3</sup> В. расходуется от 60 до 100 Wh, в зависимости от загрязнения сырой В.; стерилизация же ультрафиолетовыми лучами требует от 100 до 300 и даже до 600 Wh. Поэтому последний способ пока применяется лишь в небольших установках, для домашних потребностей и т. п. установок, где расходы на очистку играют второстепенную роль.



Фиг. 19.

Дезинфекция хлором и другими реактивами. Применение хлорной извести, предложенное Траубе в 90-х гг. прошлого в., нашло быстрое распространение в Америке. Но этот метод недостаточно надежен в смысле уничтожения болезнетворных бактерий, т. к. споры бактерий при хлорировании воды не погибают; бактерии, содержащиеся во взвешенных твердых частицах, также



Фиг. 20.

не уничтожаются при обработке воды хлорной известью. Кроме того при хлорировании питьевая вода не становится прозрачной; содержание осадков и взвешенных ве-

Табл. 13.— Стоимость очистки питьевой воды (в марках).

Род установки	Стоим. всей установки, отнес. к 100 м <sup>3</sup> сточн. производительности	Эксплоатат. расходы, отнес. к 100 м <sup>3</sup> сточн. производительности
Медлен. фильтрование озерной воды через песок в г. Цюрихе без предварительного фильтра . . . . .	2 400	0,65
Предварител. фильтр для озерной воды в г. Цюрихе	260	0,088
Медленное фильтрование с предварительным фильтром в г. Цюрихе . . . . .	2 680	0,488
Ступенчатый фильтр Пюш-Шабали со скорым песочным фильтром, $v=10$ м/ч. То же с медленным песочным фильтром, $v=3$ м/ч . . . . .	2 000 4 400	0,55 0,95
Коагулирование с расходом коагулянта (сульфата алюминия) около 30 г на 1 м <sup>3</sup> воды; сюда же включены отстойники, общей емкостью равной 8-часовой производительности установив . . . . .	350	0,28
Предварительная очистка при помощи марганцево-кислого калия (2 г на 1 м <sup>3</sup> ); отстойники—на 2-часовую производительность . . . . .	80	0,206
Американск. быстрейшую фильтр Дигуэла; коагулирование сульфатом алюминия—30 г на 1 м <sup>3</sup> . . . . .	1 500	0,81
Фильтр Максонта в комбинации с предварител. фильтра; простое фильтрование, $v=24$ м/ч . . . . .	1 667	0,91
Обработка воды хлором без осветления и фильтрования . . . . .	—	0,01—0,03
Озонирование воды без осветления и фильтрования	1 500	0,60
Озонирование воды с коагулированием сульфатом алюминия, фильтр Дигуэла	4 000	1,48
Стерилизация воды ультрафиолетовыми лучами без осветления и фильтрования; расход электрической энергии 370 Wh на 1 м <sup>3</sup> воды . . . . .	800	0,51
Стерилизация воды ультрафиолетовыми лучами в комбинации с предварител. фильтром и скорым песочным фильтром, $v=10$ м/ч . . . . .	3 000	1,08

ществ в ней не уменьшается; окраска воды, обусловленная присутствием коллоидальных веществ, также не изменяется, и наконец не исчезают ни тухлый запах ни неприятный вкус. Расход хлорной извести колеблется от 2 до 10 г (иногда и больше) на 1 м<sup>3</sup> воды в зависимости от загрязнения последней. При предварительном осветлении В. коагулированием и фильтрованием расход хлорной извести значительно уменьшается и действие реактива становится более надежным. Названный способ дезинфекции воды должен рассматриваться как временная мера, пригодная там, где отсутствуют более совершенные способы стерилизации и где последние повелительно диктуются

угровой эпидемий тифа, холеры и других инфекционных заболеваний и отсутствием удовлетворительной питьевой В.

Из других реактивов, применяемых для дезинфекции питьевой В., следует упомянуть четырехокись хлора  $Cl_2O_4$ , бром, гипохлорит натрия, перекись водорода, перекись натрия, марганцевоокислый калий. Они имеют при стерилизации питьевой В. лишь весьма ограниченное применение.

Стоимость очистки питьевой воды. По статистическим данным Циглера, стоимость устройства 7 самых больших установок англ. фильтров, отнесенная к суточной производительности в 1 000 м<sup>3</sup> профильтрованной В., составляет 34 560 мар.; для 6 больших и 2 средних установок америк. фильтров—12 800 марок. Эксплуатационные расходы, не считая процентов на затраченный капитал, составляют для америк. фильтров 4,26 мар., а для англ.—2,92 мар. Но если считать хотя бы 5% на затраченный капитал (отнесенный к суточной производительности в 1 000 м<sup>3</sup>), то картина получается совершенно иная, а именно в пользу скорых фильтров: суточная производительность в 1 000 м<sup>3</sup> в английских фильтрах обходится в 2,92+4,80=7,72 мар., тогда как в америк. фильтрах 4,26+1,77=6,03 марки. Так. обр. в большинстве случаев скорые фильтры, хотя и требуют расходов на реактивы и обученный персонал, в конечном итоге обходятся дешевле медленных фильтров. В иных случаях, наоборот, более дешевыми являются английские фильтры, комбинируемые с предварительным фильтрованием воды. В табл. 13 приведены сравнительные данные стоимости очистки и стерилизации воды в более или менее крупных установках.

**В. Вода в технике и промышленности.** Технически чистую В. можно встретить только в редких случаях. Сюда относятся: дождевая В., поскольку ее удается собирать чистой; В., которая берет начало в горных хребтах и протекает через трудно растворимые горн. породы (гранит, гнейс и др.), и наконец родниковая, или ключевая В. песчаных местностей. Подобного рода вода отличается большей частью прозрачностью, малой жесткостью и малым плотным остатком. Состав В., вообще говоря, зависит от местных геологических условий. В меловых районах она всегда содержит более или менее значительные количества солей кальция и магния (накипеобразователи). Грунтовая В. низменностей имеет самый разнообразный состав в зависимости от почвенных, климатич. и иных условий,

в числе к-рых близость населенных пунктов, наличие промышленных предприятий и т. п. играют значительную роль. Вещества, обыкновенно встречающиеся в В., см. в табл. 14. В., применяемая в различных производствах, нуждается или в осветлении, или в умягчении, или же и в том и другом.

1. В. для питания паровых котлов. Вред, приносимый В. для питания паровых котлов, м. б. двоякого рода: а) В., обладающая повышенной жесткостью, выделяет в паровых котлах твердую накипь и мягкие отложения; б) В., содержащая химически активные газы и неудовлетворительная по химич. составу, может действовать на материал котла разъедающим образом, производя протравление его стенок и арматуры. Чаще всего неудовлетворительная вода причиняет вред в обоих отношениях.

Накипеобразующие соединения показаны в вертикальной графе II табл. 14. Однако при известных обстоятельствах и некоторые из легко растворимых солей, упомянутых в графе III табл. 14 ( $MgSO_4$ ,  $FeSO_4$ ,  $MgCl_2$  и другие), могут дать отложения в котле. Если бикарбонаты магния и кальция (временная жесткость) могут выделяться в паровом котле в виде ила, то некарбонатная жесткость приводит к образованию твердой накипи. Особенно силикаты и сульфаты способствуют накипи вредные свойства, усиливающиеся в присутствии органич. веществ. Получающаяся в этом случае твердая накипь уже при толщине слоя в 1 мм может вызвать, согласно новейшим данным немецкой практики, не только значительное понижение коэф-та теплопередачи поверхности нагрева котла, но и образование выпучин в кипяточных и жаровых трубах и стенок цилиндрич. корпуса котла, в особенности при форсированной работе. Еще более вредное действие обнаруживают накипь или мягкие отложения, пропитанные маслом или

Табл. 14.—Растворимые в воде вещества.

I Растворимые газы	II Трудно растворимые вещества	III Легко растворимые соли	IV Продукты местных загрязнений почвы и воды
$CO_2$	Соли кальция, в виде двууглекислого кальция, $Ca(HCO_3)_2$	Хлористый натрий, $NaCl$ [Хлористый кальций, $CaCl_2$ ]	Аммиак, $NH_3$ Азотистая кислота, $N_2O_3$
$O_2$	Магnezия, в виде двууглекисл. магнезия, $Mg(HCO_3)_2$	[Хлористый магний, $MgCl_2$ ]	Азотная кислота, $N_2O_5$ (в виде солей)
$N_2$ и пр.	Гипс, $CaSO_4$ [Силикаты, $SiO_2$ , глинозем, $Al_2O_3$ ] [Двууглекислые закисное железо, $Fe(HCO_3)_2$ ] [Двууглекислый марганец, $Mn(HCO_3)_2$ ]  Органические вещества и пр.	[Сернистый магний, $MgSO_3$ ] [Серникокислое железо, $FeSO_3$ ]	Хлор (хлористый натрий) Органические вещества  Сероводород, $H_2S$ , и др.

Взяты в кв. скобки соединения обыкновенно встречаются в небольших количествах и не во всех пресных водах. Кроме хлористого натрия иногда встречаются в пресных водах сернистый натрий,  $Na_2SO_3$ , и редко—двууглекислый натрий,  $NaHCO_3$ .

жирами. Присутствие масла в питательной В., хотя бы в незначительном количестве, абсолютно недопустимо. Масло должно быть удалено предварительным очищением воды.

К вредным газам, растворенным в В., относятся кислород и угольная кислота, которые отличаются сильными протравлятельными свойствами, в особенности когда оба газа присутствуют одновременно. Угольная к-та освобождается также в работающем паровом котле из бикарбонатов, причем из последн. образуются карбонаты, и частью из карбонатов, к-рые превращаются при этом в гидрат окиси соответствующего металла, напр.  $\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{H}_2\text{O} = 2\text{NaOH} + \text{CO}_2$ .

Кроме газов сильными разъедающим действием отличаются свободные минеральные кислоты (напр. свободная серная к-та, которая нередко встречается в шахтных В.), далее хлориды, особенно хлористый магний, сульфаты (серноокислый магний и серножелезные соли) и продукты местного загрязнения почвы—соли азотистой и азотной кислот, сероводород и сульфиды, органич. вещества (особенно гуминовые к-ты). Разъедающее действие средних солей (наприм. хлоридов или нитратов магния, кальция и др.) вначале, при малом нарастании их концентрации в воде, несколько даже ослабевает, но затем оно увеличивается и достигает максимального значения при так наз. критич. концентрации; перейдя последнюю, оно быстро падает, но не исчезает полностью. В этом отношении упомянутые соли отличаются от другой группы солей (уксусонатриевая соль, хроматы, хлораты и вообще соли кислородсодержащих к-т) или же от щелочных растворов (соды, едкого натра, фосфорнокислого натрия и т. п.). Протравляющее действие этой группы веществ также достигает максимального значения при критич. концентрации, но вслед за ней чрезвычайно быстро падает и совершенно прекращается при достижении т. н. предельной концентрации этих соединений. Поэтому они (особенно натровая щелочь) находят большое применение в качестве защитного средства против протравляющего действия вредных составных частей питательной воды.

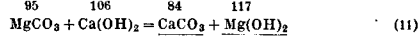
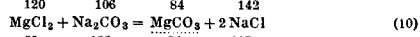
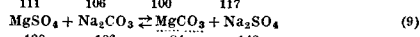
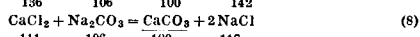
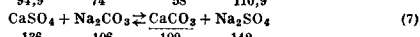
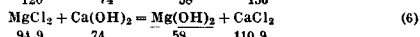
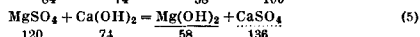
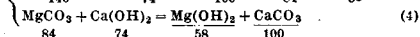
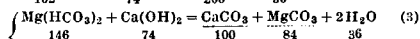
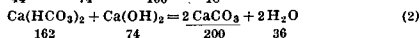
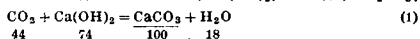
В наиболее промышленных странах Э. Европы почти все котельные оборудованы водоочистительными установками. Различают два рода очистки питательной В.: очистку в самом паровом котле и очистку до ее поступления в котел. Первая заключается в применении либо коллоидального либо электролитического способа; но она оказалась на практике нерациональной и потому применение ее определено не рекомендуется.

Очистка питательной В. до ее поступления в котел может быть производима разными способами. На первом плане стоит химическое очищение, которым достигается как умягчение, так и осветление В.; попутно же происходит и обезвреживание В. от протравляющих свойств. Бикарбонаты кальция и магния, гипс, силикаты щелочноземельных металлов в вообще все соли, показанные в графе II и частью в III табл. 14, а также органич. вещества удаляются из В., полностью или большей частью, в процессе химич. водоочистения.

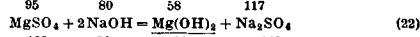
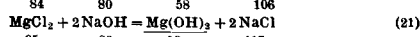
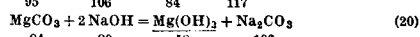
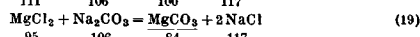
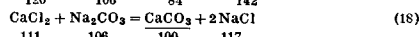
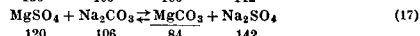
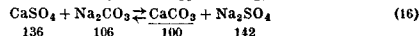
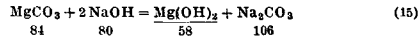
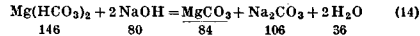
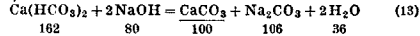
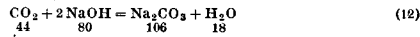
Реактивами для этого служат следующие: едкая известь,  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ , едкий натр,  $\text{NaOH}$ , углекислый натрий,  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ , в редких случаях углекислый или едкий барит, фосфорнокислый натрий и др., причем они применяются или порознь или в известных группировках, в зависимости от состава В. В табл. 15 приведены химич. реакции водоочистения.

Табл. 15.—Химические реакции водоочистения.

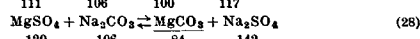
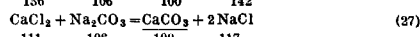
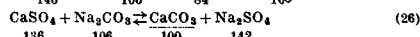
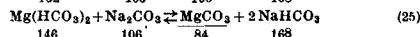
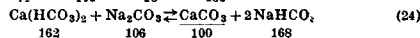
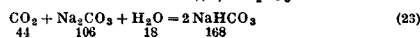
II. Содо-известковый способ; реактивы: едкая известь,  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ , и сода,  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ .

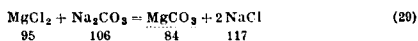


II. Реактивы: сода,  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ , и едкий натр,  $\text{NaOH}$ .

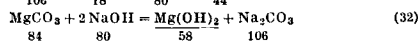
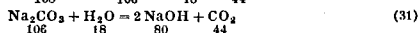
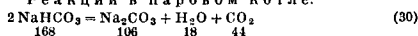


III. Реактив: сода,  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ .

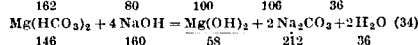
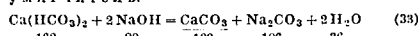




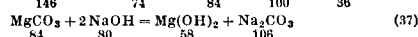
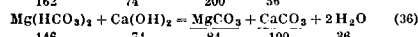
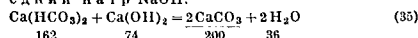
Реакции в паровом котле:



Реакции при непрерывной продувке и отводе котловой воды в водопумпачитель:

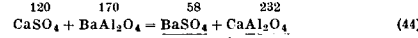
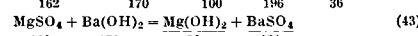
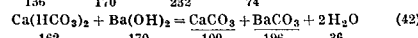
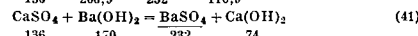
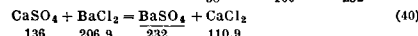
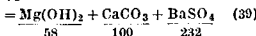
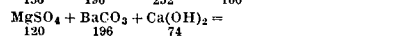
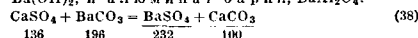


IV. Реактивы: едкая известь,  $\text{Ca(OH)}_2$ , и едкий натр  $\text{NaOH}$ .

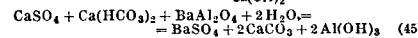


Образовавшаяся сода реагирует вышеуказанным образом с солями бикарбонатной жесткости.

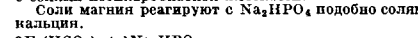
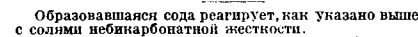
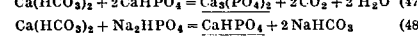
V. Реактивы: соли бария,  $\text{BaCO}_3$ ,  $\text{BaCl}_2$ ,  $\text{Ba(OH)}_2$ , и алюминат бария,  $\text{BaAl}_2\text{O}_4$ .



Алюминат  
кальция,  
с водой дает  
 $\text{Ca(OH)}_2$

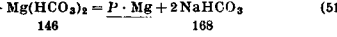
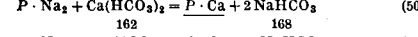


VI. Способ «тартицидний»: реактивы: фосфорнатр, соль,  $\text{Na}_2\text{PO}_4$ , или  $\text{Na}_2\text{HPO}_4$ .

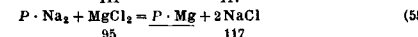
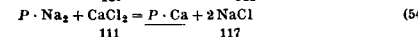
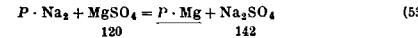


Образовавшаяся сода реагирует, как указано выше, с солями бикарбонатной жесткости.

Соли магния реагируют с  $\text{Na}_2\text{HPO}_4$  подобно солям кальция.

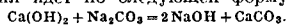


VII. Пермутитовый способ водопумпачения.

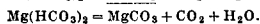
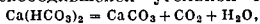


В ур-нях, выражающих эти реакции, числа, поставленные под химич. формулами, означают соответственные молекулярные веса или кратные их. Чтобы получить возможно больше нерастворимых осадков, т. е. чтобы возможно полнее удалить накипеобразователи из исправляемой воды, нужно прибавлять реактивы с некоторым избытком против теоретических количеств, приведенных в таблице. Это нужно иметь в виду при определении расходов реактивов. Из таблицы видно, что все соли кальция в результате реакции водоочистки переводятся в нерастворимые соли кальция, дающие осадок; в растворе остается его от 12—20 до 36 мг в 1 л, в зависимости от избытка реактива и от  $t^\circ$ , при к-рой происходит умягчение В. Магнезальные соли д. б. превращены в гидратокиси магния,  $\text{Mg(OH)}_2$ , чтобы выделиться из воды в виде нерастворимого осадка. При правильной постановке водоочистки следует стремиться, чтобы в растворе оставалось от 4 до 10 и не свыше 12 мг гидрата окиси магния в 1 л очищенной В. При выборе растворов необходимо учитывать состав очищаемой В. Если в последней содержится гипс,  $\text{CaSO}_4$ , то необходимо применить соду или барит. Углебариевая соль еще более пригодна, чем сода, т. к. она, согласно ур-ию (38), полностью удаляет гипс, тогда как при воздействии соды в В. образуется растворимая сернонатриевая соль, поступающая в паровой котел. Барит является также превосходным реактивом при удалении из воды сернокислого магния, как видно из ур-ий (39) и (43) [ср. с уравнениями (5), (9) и (22)]. Согласно ур-ию (39) кроме углебариевой соли прибавляется к воде также гидроксид кальция. Другим преимуществом названного реактива является то обстоятельство, что вследствие его нерастворимости не требуется его точно дозировать. Однако барит мало еще доступен по цене; кроме того реакции с баритом идут медленно и потому требуют больших отстойных баков. Как видно из таблицы, одной известью удаляются из В. бикарбонатная жесткость и свободная углекислота [уравнения (1)—(4)]; для удаления же постоянной кальциевой жесткости  $[\text{CaSO}_4, \text{CaCl}_2, \text{Ca(NO}_3)_2]$  требуется сода. Для удаления постоянной магниевой жесткости требуются два реактива: едкая известь и сода [ур-ия (9)—(11)] или же один едкий натр. При воздействии едкого натра при бикарбонатной жесткости в очищенной воде образуется сода, реагирующая с гипсом или вообще с постоянной жесткостью [ур-ия (13)—(17) и др.]. Если однако последней не содержится или содержится очень мало, то сода остается в очищенной В. и переходит с ней целиком в котел. Но т. к. слишком большое накопление соды в котле может повлечь нежелательное вспенивание и разрывзгивание и вызвать разедание бронзовой арматуры, то способ очистки В. одним едким натром пригоден лишь для таких В., в которых наряду с бикарбонатной жесткостью имеется и значительная некарбонатная жесткость. Кроме того едкий натр может быть с успехом заменен более дешевыми едкой известью и содой, при взаимодействии которых и образуется едкий натр.

Реакция идет по следующей формуле:



Применение едкого известия и соды (т. н. содово-известковый способ) является универсальным и в то же время наиболее дешевым способом химич. очистки В. В случае применения подогрева в водоумягчителе расход известия уменьшается против показанного в таблице, так как при  $t^\circ$  очищаемой В. 60—70° происходит частичное разложение бикарбонатов кальция и магния с выделением в осадок углекислой соли и реже (при значительной магниезальной жесткости)—углекислой соли, с выделением оседающей угольной кислоты:

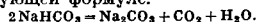


Содержащаяся в В. свободная углекислота при высоком подогреве также б. ч. удаляется, соответственно уменьшая потребный для ее связывания расход едкого известия. Выше было упомянуто, что для полноты реакции реактивы должны прибавляться к В. с небольшим избытком. Но если избыток будет слишком велик, то ясно, что в очищенной воде будет избыток едкого известия или большой избыток соды. О нежелательности большого избытка соды уже упоминалось выше; избыток же едкого известия недопустим даже и в самом ничтожном количестве, т. к. гидроокиси кальция легко выкристаллизовывается в котле, способствуя образованию твердой, трудно удалимой накипи. Если же одновременно с избытком известия к В. прибавлено достаточно соды, то образуется гидрат окиси натрия; последний допустим в очищенной В. не больше 0,5 нем. градуса. Если же, наоборот, известия подано меньше соответствующего содержания в В. бикарбонатов, магнесия и свободной углекислоты, то в воде остаются бикарбонаты, дающие в котле углекислый газ разъедающий котельное железо особенно энергично в момент своего образования. Кроме углекислоты из бикарбоната кальция выделяется карбонат кальция, сильнее пристающий к котельным стенкам в виде твердой накипи также в момент своего образования. Если наконец подано соды меньше потребного количества, то вода—недоочищена и в ней остается соответственная часть небикарбонатных накипеобразователей, что так же вредно, как и избыток едкого известия. Отсюда ясно, что водоочиститель должен обеспечивать постоянство и правильность подачи реактивных растворов в тех весовых взаимоотношениях, которые показаны в табл. 15. Это является одним из основных требований правильной постановки водоочистения. При целесообразном применении перечисленных выше реактивов можно в подавляющем большинстве случаев получить безкоррозивную питательную воду.

Едкий натр редко комбинируется с известью; чаще он применяется в комбинации с содой. В последнем случае едкий натр реагирует со свободной углекислотой и с бикарбонатами, причем в осадке выделяются  $\text{CaCO}_3$  и  $\text{Mg(OH)}_2$  и образуется сода [ур-ия (12)—(15)]. При взаимодействии же едкого натра с минеральными соединениями маг-

ния также в осадок переходит  $\text{Mg(OH)}_2$ , а в растворе остается соответствующая минеральная соль натрия:  $\text{NaCl}$ ,  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  или, в редких случаях,  $\text{NaNO}_3$  [ур-ия (21) и (22)]. Что касается минеральных солей кальция, то они требуют для своего осаждения соды: прежде всего с ними реагируют те количества соды, которые вновь образовались согласно ур-иям (13)—(15); эта сода должна приниматься в расчет при вычислении необходимых прибавок соды для умягчения В. Различие между последним способом и содово-известковым практически заключается в том, что при применении соды и едкого натра в водоочистителе получается меньше осадков. Поэтому в случаях очень жестких вод, с большой магниезальной жесткостью, этот способ является пригодным, но он дороже содово-известкового.

При применении одной соды получают, как уже сказано, хорошие результаты с гипсом или же с хлористым кальцием, — вообще с минеральными соединениями кальция. Химич. реакции соды с солями магния [ур-ия (17) и (19)] не протекают количественно полностью и в питательной В. могут остаться напр. хлористый или серноокислый магний, чрезвычайно опасные для парового котла. По Мразеку, серноокислый магний разъедает железо. Получающийся в результате этих реакций углекислый магний [см. также ур-ия (28), (29)] тоже остается в большинстве случаев в растворе и поступает в котел, где он, главн. обр. под действием едкого натра, поступающего вследствие гидролиза соды, дает обильные осадки. Что касается реакций соды со свободной углекислотой и бикарбонатами кальция и магния [ур-ия (23)—(25)], то при них образуется бикарбонат натрия, разлагающийся в котле с выделением вредного углекислого газа по следующей формуле:



Кроме того реакции (24) и (25) протекают удовлетворительно при высоком подогреве В. и большим избытке соды. Отсюда ясно, что применение одной соды для водоумягчения вне котла можно рекомендовать только в редких случаях, —гл. обр. тогда, когда в очищаемой воде сильно преобладает гипс, мала бикарбонатная жесткость и ничтожно содержание магния. В практике этот способ комбинируется с постоянными продувками котла, причем котловая В. полностью или частью отводится в водоумягчитель (аппараты Неккар и др.); при этом частью утилизируются содержащиеся в котловой воде в избытке реактивы (едкий натр, сода) и тепло. За последние годы, вследствие многих присущих указанному способу недостатков, преимуществу стали отдавать содово-известковому способу в комбинации с постоянными продувками котлов.

Необходимо упомянуть еще о т а р т р и ц и д н о м способе умягчения В., заключающемся в прибавлении к ней фосфорнонатриевой соли:  $\text{Na}_2\text{HPO}_4$  или  $\text{Na}_2\text{PO}_4$  [ур-ия (46)—(49)]. Названный способ привлек к себе в последние годы, главным образом в США, большое внимание и ему с распространением высокомошных котельных установок повидимому предостит значительная роль.



Из различных соединений фосфорной кислоты наибольшее применение получил фосфорнокислый натрий,  $\text{Na}_2\text{PO}_4$ , как наиболее дешевый реактив; в последнем отношении он правда уступает кальцинированной углекислой соде, будучи у нас значительно дороже последней. Тем не менее оба названных реактива могут рационально дополнять друг друга, когда химической очистке подлежат значительные количества воды; в таких случаях в качестве основных реактивов можно употребить как наиболее дешевые известь и соду или (в случае малой бикарбонатной жесткости воды) едкий натр, а фосфорнонатриевую соль прибавлять к воде вслед за ними. При этом рекомендуется работать без избытка соды. Преимущество фосфорнокислого натрия перед углекислой содой заключается прежде всего в том, что сода, как было упомянуто выше, в работающем паровом котле гидролизуетеся на едкий натр и углекислоту, причем уже при 15 атм избыточного давления получается около 65% едкого натра. Т. к. при содово-известковом способе избыток необходим также и в котловой В. (напр. во избежание регенерации гипса за счет извести и ионов серной кислоты), то, чем выше рабочее давление и чем форсированнее работает котел, тем больше требуемый избыток. Но при этом больше нарастает и концентрация едкого натра как продукта гидролитической разложения соды, так что требуются более частые и продолжительные продувки котлов, чтобы избежать вредного или даже угрожающего накопления гидроксида натрия. Фосфорнокислый натрий значительно устойчивее против высоких температур и его требуется меньше для воспрепятствования образованию в котле гипса, дающего твердую накипь.

Для определения количества в потребных реактивов наиболее надежным является производство опытной лабораторной очистки В. При теоретич. подсчете кладут в основание следующие числовые отношения. Для умягчения 1 м<sup>3</sup> В. на 1 нем. градус карбонатной жесткости требуется 10 г 100%-ной окиси кальция. Кроме того прибавляют по 1,4 г того же реактива на каждый г окиси магнезия, содержащейся в 1 м<sup>3</sup> очищаемой В. Для связывания каждого мг свободной углекислоты, содержащейся в 1 м<sup>3</sup> той же В., прибавляют 1,27 г 100%-ной окиси кальция. Наконец для удаления из 1 м<sup>3</sup> В. одного нем. градуса некарбонатной жесткости прибавляют 18,9 г химически чистой кальцинированной соды,  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  (100%-ной), или 51 г кристаллическ. соды,  $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ . Вместо 10 г СаО берут 14,29 г NaOH. Образующиеся при реакциях с бикарбонатной жесткостью количества соды принимают в расчет при вычислении необходимых добавок последней для удаления некарбонатной жесткости.

Выше было упомянуто, что сода подается к очищаемой В. с нек-рым избытком. Часть последнего идет на осаждение силикатов (кремнезема) и органич. веществ. По исследованиям Гольдберга, силикаты накипеобразователей либо совсем не удаляются либо удаляются в очень ничтожной степени при прибавлении едкого кальция. Кокенгаузен рекомендует делать прибавки реактивов

Пфейфера по следующим ф-лам (в г на л):

$$\text{окись кальция} = \frac{a + 1,1b}{0,786},$$

$$\text{сода} = 18,9N - 2,41a,$$

где  $a$ —число мг связанной углекислоты в 1 л,  $b$ —число мг MgO в 1 л и  $N$ —общая жесткость в нем. градусах. Шиллитгер предлагает для расчета немного видоизмененные ф-лы Гундесагена (в г на м<sup>3</sup>):

$$\text{едкая известь} = 10,0(K + Mg + C),$$

$$\text{сода} = 18,9N,$$

где обозначают (в нем. градусах):  $K$ —карбонатную жесткость,  $Mg$ —магнезиальную жесткость,  $N$ —некарбонатную (постоянную) жесткость и  $C$ —т. н. эквивалент жесткости для свободной углекислоты (т. е. содержание свободной  $\text{CO}_2$  в мг на л, умноженное на коэф-т 0,127). При применении для водоумягчения едкого натра и соды Шиллитгер предлагает следующие видоизмененные ф-лы Гундесагена (в г на м<sup>3</sup>):

$$\text{NaOH} = \frac{10,0(K + Mg + C)}{0,7} = 14,3(K + Mg + C),$$

$$\text{Na}_2\text{CO}_3 = 18,9(N - K - Mg - C),$$

$$\text{или, т. к. } N = Ca + Mg - K, \\ \text{Na}_2\text{CO}_3 = Ca - 2K - C$$

( $Ca$  здесь обозначает известковую жесткость, остальные же обозначения—прежние). При умягчении воды одной содой прибавляют по 18,9 г на каждый нем. градус удаляемой жесткости, считая на 1 м<sup>3</sup> умягчаемой В.

При применении постоянных продувок количество прибавок реактива проще всего определять на основании анализа очищаемой В. из водоочистителя после ее смешения в аппарате с продувочной котловой В. Такие анализы воды должны периодически производиться в заводской лаборатории и служить основой для всех мероприятий по очистке В. При этом для вычисления прибавок могут служить упомянутые ф-лы, или же прибавки устанавливаются на основании опытной очистки. Для определения количества NaOH, попадающего в водоочиститель вместе с продувочной котловой В. и образующегося в ней вследствие гидролитическ. разложения  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ , могут служить средние значения, приведенные в табл. 16.

Табл. 16.—Содержание NaOH в % к содержанию  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  в котловой воде.

	Давление пара в котле в атм					
	3	12	15—16	20	30	50
Начало гидролитическ. разложения $\text{Na}_2\text{CO}_3$	50	65	78	85	100	

Для упрощения расчетов все содержащиеся в В. соединения, а равно и требующиеся для водоумягчения реактивы м. б. вычислены в одних и тех же единицах, напр. в нем. градусах жесткости, причем одному нем. градусу жесткости соответствуют, или эквивалентны (в мг на 1 л воды):

$$\begin{aligned} & 7,14 \text{ Са} & 13,21 \text{ Са(ОН)}_2 & 17,88 \text{ СаСО}_3; \\ & 28,38 \text{ Са(НСО}_3)_2 & 24,29 \text{ СаSO}_4 & 18,82 \text{ СаCl}_2; \\ & 4,98 \text{ Mg} & 7,14 \text{ MgO} & 10,36 \text{ Mg(OH)}_2; & 15,10 \text{ MgCO}_3; \\ & 26,07 \text{ Mg(НСО}_3)_2 & 21,43 \text{ MgSO}_4 & 16,96 \text{ MgCl}_2; \\ & 14,29 \text{ NaOH}; \\ & 18,93 \text{ Na}_2\text{CO}_3 & 30,00 \text{ NaHCO}_3 & 19,65 \text{ Na}_2\text{PO}_4; \\ & 35,18 \text{ BaCO}_3. \end{aligned}$$

Что касается кислотных ангидридов  $\text{CO}_2$ ,  $\text{SO}_2$ ,  $\text{Cl}$  и др., то одному нем. градусу соответствует, или эквивалентно, такое количество их, которое связывается с 10 мг  $\text{CaO}$ . Так, одному немецкому градусу карбоната эквивалентно содержание 7,86 мг  $\text{CO}_2$  или 10,7 мг  $\text{CO}_3$  на 1 л; 1 нем. градусу сульфата эквивалентно содержанию 14,29 мг  $\text{SO}_2$  или 17,1 мг  $\text{SO}_3$ ; 1 немецкому градусу хлорида— 12,68 мг  $\text{Cl}$ .

Вместо того чтобы найденные анализом числа мг оснований и кислотных ангидридов делить на вышеприведенные коэф-ты с целью выражения их в единицах жесткости (в нем. градусах), еще проще, для достижения той же цели, умножать их на коэф-ты, приведенные в табл. 17.

Табл. 17.—Коэффициенты для перевода веса оснований и кислотных ангидридов в единицы жесткости.

Название основания или ангидрида	Коэф-т
Окись кальция, $\text{CaO}$ . . . . .	0,10
Кальций, $\text{Ca}$ . . . . .	0,14
Окись магния, $\text{MgO}$ . . . . .	0,14
Магний, $\text{Mg}$ . . . . .	0,23
Сернистый ангидрид, $\text{SO}_2$ . . . . .	0,07
Сульфат, $\text{SO}_4$ . . . . .	0,059
Углекислый газ, $\text{CO}_2$ . . . . .	0,127
Карбонат, $\text{CO}_3$ . . . . .	0,093
Хлор, $\text{Cl}$ . . . . .	0,079
Карбонат кальция, $\text{CaCO}_3$ . . . . .	0,056
Сульфат " $\text{CaSO}_4$ . . . . .	0,041
Хлористый кальций, $\text{CaCl}_2$ . . . . .	0,050
Углекислая соль, $\text{MgCO}_3$ . . . . .	0,067
Сернистая соль " $\text{MgSO}_4$ . . . . .	0,047
Хлористый магний, $\text{MgCl}_2$ . . . . .	0,059

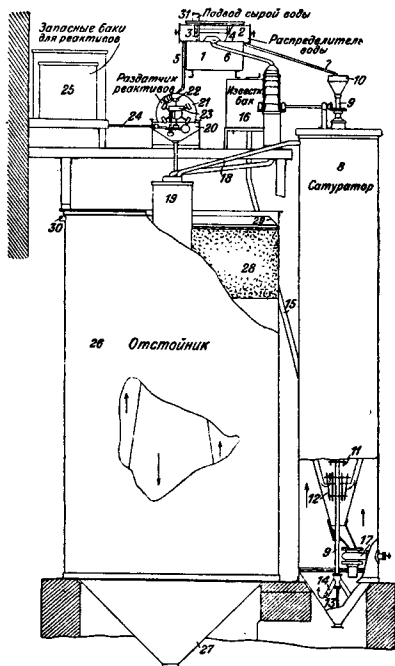
Пользуясь этими коэффициентами, можно с достаточным для практич. целей приближением судить о правильности произведенного полного анализа воды. Дальнейшим упрощением является пересчет данных химического анализа на миллиграмм-эквиваленты, так как последними пользуются и при изготовлении титрованных растворов для объемных анализов В. Приведенные числовые значения для различных химическ. соединений, выраженные в нем. градусах, были получены делением соответствующих миллиграмм-эквивалентов на децимиллиграмм-эквивалент  $\text{CaO}$  (28 мг : 10 = 2,8 мг  $\text{CaO}$ ). Миллиграмм-эквиваленты некоторых наиболее часто встречающихся в водоочистении соединений приведены в табл. 18.

Табл. 18.—Миллиграмм-эквиваленты важнейших соединений.

Соединения	Мг-эквиваленты	Соединения	Мг-эквиваленты
$\text{CaO}$ . . . . .	28	$\text{MgSO}_4$ . . . . .	60
$\text{CaCO}_3$ . . . . .	50	$\text{MgCl}_2$ . . . . .	47,5
$\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ . . . . .	81	$\text{NaOH}$ . . . . .	40
$\text{Ca}(\text{OH})_2$ . . . . .	37	$\text{Na}_2\text{CO}_3$ . . . . .	53
$\text{CaSO}_4$ . . . . .	68	$\text{Na}_2\text{SO}_4$ . . . . .	71
$\text{MgO}$ . . . . .	20	$\text{NaCl}$ . . . . .	58,5
$\text{MgCO}_3$ . . . . .	42	$\text{CO}_2$ . . . . .	22
$\text{Mg}(\text{HCO}_3)_2$ . . . . .	73		

Химические водоочистители. Для русских техников небезынтересны бу-

дут некоторые сведения о работе водоочистителей в СССР. На фиг. 21 показан водоочистительный аппарат системы автора. Водоочиститель может быть снабжен специальным водоподогревателем. Сырая вода поступает в бак 1, имеющий водосливное устройство, разделяющее при помощи передвижных дисков всю воду, соответственно ее составу, на отдельные струи, направляемые трубой 7 в сатуратор, трубой 5 на малое гидравлическое колесо раздатчика реактивных растворов 20 и трубой 6 на большое гидравлическое



Фиг. 21.

колесо, а при отсутствии последнего—непосредственно в смеситель 19 (гидравлический привод может быть заменен электрическим, для чего достаточно  $1/4$  HP). Сатуратор 8 служит для приготовления насыщенного профильтрованного известкового раствора. Сатуратор имеет внутри одну или несколько конических перегородок, разделяющих его на отдельные камеры. В верхней части его помещен фильтр. Из воронки 10 через полый вал 9 и его ответвления 14 вода вытекает вблизи дна сатуратора, где тщательно перемешивается с известью, подаваемой в верхнюю его камеру в виде известкового молока. Перемешивание производится мешалкой 13, ответвлениями 14, а также действием струй, вытекающих через ответвления. Известковый раствор, заполнив нижнюю камеру сатуратора, попадает в нижнюю часть средней камеры, где он встречается

со свежей загрузкой реактива, с которым раствор тщательно перемешивается мешалками 11 и 12. Насыщенный реактивом раствор проходит после этого снизу вверх через фильтр и по трубе 18 попадает в воронку смесителя. Из смесителя вода течет вниз по центрально расположенной в отстойнике и книзу ушибряющейся трубе; скорость В. постепенно убывает и потому наиболее значительное выделение осадков происходит уже в нижней части отстойного резервуара. Осадки сползают по конусному днищу 27 и отсюда периодически удаляются продувкой. Умягченная вода поднимается вверх по отстойнику опять со все уменьшающейся скоростью и уже в совершенно спокойном состоянии доходит до фильтра 28, выше которого расположен открытый сверху кольцевой жолоб 29, куда и сливается совершенно прозрачная и мягкая вода, удаляющаяся через трубу 30. Раздатчик реактивов 20 состоит из небольшого сосуда, разделенного на отделения вертикальными перегородками. В одном отделении вращается маленькое гидравлическое колесо, а в других помещаются реактив. растворы. Малая струя из водослива по трубе 5 направляется на водное колесо, с которым связаны маленькие черпачки 21, забирающие реактив. раствор из одного отделения и выливающие его через воронку 23 в другое отделение сосуда, в котором реактив разбавляется неочищенной водой, стекающей с гидравлического колеса. Количество подаваемой сырой воды, а следовательно и числа оборотов малого гидравлического колеса и самые подачи реактивных растворов регулируются передвижением диска.

Пуску в действие водоочистительной установки предшествует приготовление реактивных растворов. Прежде всего производится зарядка сатуратора, для чего предварительно готовится известковое молоко. Отвешенное количество негазированной известки (примерно от 15 до 200 кг в зависимости от состава В. и производительности установки) подается в известковый бак 16 и заливается В. По окончании гашения известь перемешивается с В. в густое молоко и к последнему доливают В. до наполнения бака. Содержимое бака по трубе 15 пропускают в верхнее отделение сатуратора, а от туда — в нижнюю камеру, для чего открывают клапан 17. Когда сатуратор загружен известью, пускают в него В., причем приводят в действие мешалки. Тем временем в запасных бачках 25 заготавливают растворы соды и других реактивов. Концентрацию соды выбирают от 1 до 10% в зависимости от состава воды и производительности аппарата. При отсутствии паропровода для нагревания баков растворение соды облегчается примешиванием к ней горячей В. Когда растворы приготовлены, то часть их переводят в соответствующие рабочие отделения раздатчика, для чего открывают вентили соединительной линии 24. Если требуется коагулирование В., то кроме обыкновенных реактивов применяют также сернистый глинозем в комбинации с известью и содой, чаще всего для осветления речных или прудовых вод во время весенних или осенних

паводков. Прибавка коагулянта определяется в каждом случае опытным путем в зависимости от свойств и состава очищаемой воды. Когда прибавки реактивов точно установлены и все растворы их приготовлены, можно приступить к предварительной установке водораспределительного прибора и к пуску аппарата. Эта установка состоит в соответственном расположении вертикальных дисков 3 и 4 в жолобе 2 по длине водосливного порога, снабженного миллиметровой шкалой. Деление шкалы, на к-ром ставится указатель диска 4, отделившего воду в сатуратор, определяется простым арифметическим расчетом: найденное теоретически или опытной очисткой потребное количество известки, выраженное в нем. градусах, умножается на общую длину водосливного порога в мм и произведение делится на число, обозначающее в нем. градусах крепость известкового раствора над фильтром сатуратора. Если напр. прибавка известки определена в 25 нем. градусах, общая длина водосливного порога 500 мм, а крепость известкового раствора 125 немецких градусов, то получается  $\frac{25 \cdot 500}{125} = 100$  мм, т. е. диск 4

должен быть поставлен на расстоянии 100 мм от начальной точки водослива со стороны сатуратора. Эта установка диска является предварительной; более точная дозировка производится после пуска водоочистителя и контрольного анализа очищенной воды и известкового раствора. Предварительная установка раздатчика легко растворимых реактивов заключается в закреплении ковшиков в таком числе и при таком угле, чтобы общая подача ими раствора соответствовала требующимся на основании лабораторного опыта или расчета количествам прибавок. Когда подачи всех реактивных растворов отрегулированы и произведена прибавка фильтров отстойника и сатуратора древесной шерстью, водоочиститель пускают в ход открытием крана в приточном трубопроводе 31 для неочищенной воды, устанавливая кран в соответствии с расходом очищенной В., однако в пределах допускаемой производительности водоочистителя. При этом одновременно и автоматически приводятся в действие все распределительные органы аппарата: водораспределитель, сатуратор, раздатчик легко растворимых реактивов, гидравлический привод.

Колебания состава сырой воды вызывают необходимость периодич. регулировки аппарата, которая сводится к изменению подачи известки или легко растворимых реактивов. Изменение подачи известки достигается передвижением диска 4; изменение подачи соды и т. п. реактивов достигается изменением скорости вращения колеса раздатчика, для чего переставляется диск 3. Для предварительного, грубого регулирования подачи можно пользоваться также способом, заключающимся в изменении числа ковшиков и угла их.

Обслуживание описанного водоочистителя заключается в следующем: а) пуск и остановка его достигаются открытием и закрытием приточного крана для очищаемой воды (при применении подогрева очищаемой В.

перед пуском водоочистителя открывают соответственный паровой вентиль); б) приготовление растворов легко растворимых реактивов производится периодически—один раз в сутки или в двое суток; в) зарядка сатуратора известковым молоком производится раз или же два раза в сутки или еще реже. Зарядка сатуратора производится следующим образом: за несколько минут до продувки сатуратора останавливают мешалку, затем открывают продувной кран на 5—10 ск. и удаляют таким обр. из нижней камеры сатуратора отработанную известь вместе с образовавшимися в ней осадками; после этого открытием задвижки 17 переводят полупользованный реактив из средней камеры в нижнюю для его окончательного использования; наконец отводят из известкового бака в верхнее отделение сатуратора свежую загрузку известкового молока. Все эти операции требуют от 10 до 15 м., после чего аппарат снова готов к работе. Продувка отстойника по накоплению осадков производится открытием продувного крана. Эта операция, к-рую следует производить не реже одного раза в сутки, продолжается 1—2 минуты.

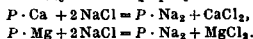
Пермутитовый способ умягчения В. Этот способ заключается в том, что неочищенная В. после предварительной ее подготовки фильтруется через определенный слой цеолитного или же пермутитового песка со скоростью от 2 до 8—10 м/ч (в среднем—3÷4 м/ч) в зависимости от ее состава и жесткости. Процесс очистки протекает на холоду, т. к. при подогреве фильтруемой В. цеолит разрушается. Различают цеолит натуральный и искусственный. Последний, под названием пермутита, получается сплавлением каолина, кварца и соды в примерном отношении 3 : 6 : 12. После плавления получается стекло, слабозеленоватого цвета, состава  $Al_2O_3 + 10 SiO_2 + 10 Na_2O$ ; сплав измельчается до зерен размером 0,5—1 мм, после чего обрабатывается В., поглощаемой при этом пермутитовой массой. Приблизительный состав получающегося пермутитового песка следующий: 46%  $SiO_2$ , 22%  $Al_2O_3$ , 13,6%  $Na_2O$  и 18,4%  $H_2O$  (натрий-алюминий-силикат). Рыночный продукт промыской и центрифугированием очищается от щелочных растворов. Сокращенная формула натриевого пермутита  $P \cdot Na_2$ . Как и натуральные цеолиты, пермутиты легко вступают в обменные реакции [ур-ия (50)—(55)]. Умягченная вода имеет т. о. больший плотный остаток, чем неочищенная В., т. к. в ней кальций и магний замещены натрием, связанным с соответствующими анионами ( $SO_4^{--}$ ,  $HCO_3^-$ ,  $Cl^-$  и др.). В этом отношении пермутитовый способ далеко уступает другим хим. способом водоумягчения, при которых (особенно при содово-известковом) бикарбонатная жесткость удаляется из воды в виде осадков и плотный остаток очищенной воды соответственно уменьшается, а свободная углекислота удаляется полностью без того, чтобы в очищенной В. появилось равное ей количество двууглекислого натрия. К недостаткам пермутитового способа кроме того относятся: 1) необходимость предварительной подготовки В. до пуска ее на пермутит;

2) быстрая засориваемость пермутита, если в умягчаемой В. содержится железо, марганец или механич. примеси (последние д. б. удалены предварительным фильтрованием); 3) быстрое разрушение пермутита свободной углекислотой (для связывания последней пермутитовый фильтр снабжают префильтром из мрамора); 4) сильное загрязнение умягченной В. двууглекислым натрием, образующимся в результате обменных реакций  $P \cdot Na_2$  с бикарбонатной жесткостью и свободной  $CO_2$ ; 5) сильное загрязнение котла содой, едким натром и свободной углекислотой, влекущее за собой затрудненное парообразование, вспенивание и кидание воды и образование протравливания; 6) возможность образования тонкой твердой силикатной накипи или же, наоборот, геля кремневой кислоты, что сильно понижает коэф. теплопередачи поверхности нагрева котла и создает опасность протравливания котельных стенок. Положительная сторона пермутитового способа заключается в сравнительной простоте устройства и в том, что для умягчения В. не требуется реактивов.

Обменная способность пермутита определяется следующей формулой:

$$\frac{\text{вес } CaO, \text{ поглощенный пермутитом,} \times 100}{\text{вес всего пермутита}}$$

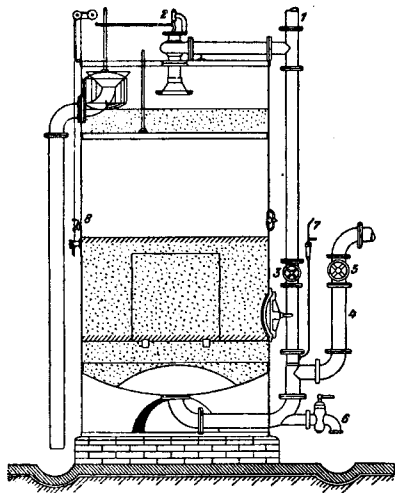
и колеблется от 1,8 до 2%. Обменная способность не одинакова для кальция и магния. Для магниевых солей она в 2,8 раза меньше, чем для кальциевых соединений, т. е. для поглощения магния требуется в 2,8 раза больше пермутита, чем для поглощения такого же количества извести. Во столько же раз меньшей является и скорость обменной реакции магния на натрий. Реакции пермутитов обратимы. На обратимости этих реакций основан применяемый на практике способ их регенерации поваренной солью, согласно следующим формулам:



Поваренная соль берется при этом в очень большом избытке, а именно в 8—10-кратном размере против теоретич. количества, в виде 10%-ного подогретого раствора. Регенерация пермутитового фильтрующего песка производится еще до того, как весь натрий пермутита замещен кальцием и магнием. Период работы пермутитового фильтра между двумя регенерациями продолжается обыкновенно от 10 до 16 часов. Поэтому при непрерывной работе котлов в течение круглых суток необходима установка двух комплектов пермутитовых фильтров.

На фиг. 22 изображен открытый пермутитовый фильтр. Пермутит помещается между слоями гравия для предохранения его от уноса током В.; верхний слой гравия служит вместе с тем фильтром для взвешенных веществ. Сырая В. поступает сверху по трубе 1; напор В. регулируется шаровым клапаном 2. Мягкая В. выпускается через трубу 4 и кран 5. Во время работы фильтра краны 2 и 5 открыты, а краны 3, 6, 7 и 8 закрыты. Когда пермутит сработался, закрывают кран 5 и проточный кран для умягчаемой В. Пермутит разрыхляют сильным током В. через кран 3. Затем выпускают В.

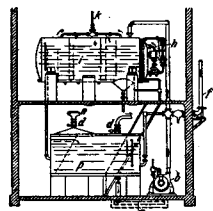
над пермутитом через кран 8 и пускают определенное количество 10%-ного раствора поваренной соли в течение 2—4 ч. Скорость пропускания раствора д. б. в 2—4 раза меньше против скорости фильтрования В.



Фиг. 22.

По прекращении притока соли пермутит остается под раствором еще от 4 до 8 ч. После этого кран 7, к-рый служит для спуска раствора поваренной соли при регенерации, закрывают и открывают кран 6. Током воды вытесняют поваренную соль из пермутита (лучше всего употреблять не жесткую, а умягченную В.) и после промывки, продолжающейся 5—10 м., кран 6 закрывают, предварительно убедившись титрованием  $\frac{1}{10} N$  раствором азотнокислого серебра пробы В., взятой ниже пермутитового фильтра, что поваренная соль полностью удалена. После этого фильтр снова готов к работе.

Удаление вредных газов. Агрессивное действие вредных газов—кислорода и свободной угольной кислоты—на котельный материал особенно возрастает, если питательная В. служит поверхностный конденсат паровой турбины, не содержащий солей.

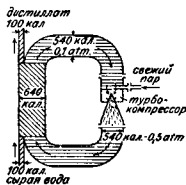


Фиг. 23.

боятся о том, чтобы резервуары, где хранится чистый конденсат, были надежны. Удаление газов из В. может производиться

химич., механич. или термич. путем или же комбинацией механич. и термического способов. Для последних способов применяются специальные аппараты—дегазеры, или деаэраторы, разных систем. Дегазер завода Балке схематически показан на фиг. 23. Здесь обозначают: а—всасывающая труба для сырой В., б—паровая турбина, i—бакгазоочиститель, d—предохранительные клапаны, f—выхлопная к последним труба, h—регулятор уровня воды, n—окислительный фильтр, поглощающий  $O_2$  и  $CO_2$  из воздуха, проникающего в корпус р при конденсации в нем паровой подушки; k—труба для отсасывания выделившихся из воды газов.

Очистка В. путем испарения. Полное удаление из питательной воды растворенных в ней веществ возможно путем ее испарения и последующей конденсации образовавшихся паров. Практически однако конденсат, получаемый в испарительных установках, всегда содержит незначительные количества щелочей и некоторую жесткость, величина к-рых колеблется в зависимости от типа установки и от того, подвергается ли вода предварительной обработке или нет. Необходимыми предпосылками правильно работающей установки являющиеся достаточные размеры испарителя и тщательный уход за ним. Практика показала, что за исключением тех случаев, когда в распоряжении имеется совсем мягкая питательная В., требуется предварительная химич. очистка последней. В противном случае, при загрязнении поверхности нагрева испарителя накипью и осадками, паропроизводительность его сильно падает. От старых опреснителей незамкнутого цикла, обладавших весьма низким кпд, в последнее десятилетие стали переходить к более совершенным испарителям замкнутого цикла. Значительный успех был достигнут применением работающего на остром паре пароструйного насоса, который отсасывает вторичный пар, образующийся в первом корпусе, и направляет его в последующие корпуса испарителя уже в виде рабочего пара для подогрева испаряемой воды.



Фиг. 24.

Такой замкнутый тепловой процесс наглядно показан на фиг. 24. Притекающий острый пар расширяется в компрессоре приблизительно до 0,5 атм избыт. и засасывает вторичный пар низкого давления из испарителя, приобретающий при этом то же давление. Скомбинированный с подобным тепловым компрессором испаритель называют испарителем низкого давления. Его кпд значительно выше, чем у опреснителей незамкнутого цикла, но самый цикл, с термич. точки зрения, имеет лишь теоретич. значение, т. к. на практике: 1) часть тепла теряется через лучеиспускание, особенно вследствие значительных удельных объемов испарителя; 2) часть тепла теряется при очень частых продувках испарителей; 3) значительная часть тепла теряется также при частых

остановках испарителей для чистки, причём из них выпускается вся горячая вода.

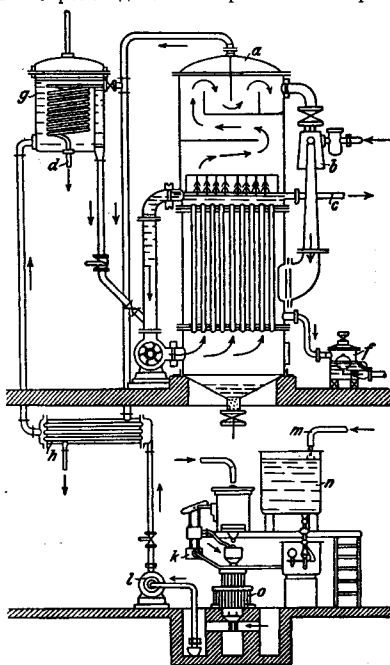
Новейшие конструкции з-да Бальке дают от 3,5 до 4 кг дистиллата за счёт 1 кг острого пара, при условии предварительной очистки воды от механич. примесей и бикарбонатов. Обыкновенно соединяют последовательно несколько испарителей, и только первый испаритель обогревается острым паром или даже мятым паром из турбин и паровых машин; образующийся в нем испарением воды вторичный пар подогрывает В. во втором испарителе и т. д. Из последнего испарителя пар (в отличие от опреснителя незамкнутого цикла) отсасывается пароструйным насосом в первый испаритель. Расход пара на 1 кг дистиллата при трехкорпусном испарителе достигает 0,35 кг, при двухкорпусном—0,6—0,7 кг, а при однокорпусном—0,9—1,1 кг. Испарители мало доступны по цене, отличаются сложной конструкцией, требуют сложного ухода и контроля и вследствие своей громоздкости нуждаются в обширных помещениях. При таких условиях конденсат обходится очень дорого, и потому испарители находят ограниченное распространение; они устанавливаются преимущественно на крупных электрических станциях, где для питания паровых котлов имеется чистый турбинный конденсат в количестве 95—97% всей потребности и где следовательно очистке подлежит лишь незначительное количество добавочной В.

На фиг. 25 показан схематически испаритель завода Бальке с устройством для предварительной обработки испаряемой воды соляной к-той; обозначения: *a*—испаритель, *b*—пароструйный насос (термокомпрессор), *c*—выход шелока, образующегося при сгущении воды испарением, *d*—выход дистиллата, *f*—отвод дистиллированной воды, *g*—дегазер, *h*—трубчатый подогреватель, работающий паром из испарителя, *k*—насос для соляной к-ты, *l*—раздатчик соляной к-ты, *m*—выход сырой воды, *n*—резервуар для соляной к-ты, *o*—ороситель.

2. В. в производстве. Кроме основных требований чистоты, прозрачности, бесцветности, отсутствия запаха и т. п., к В., применяемой в производствах, предъявляются специальные требования в зависимости от того назначения, к-рое В. имеет в данном деле. Для многих производств требуется, чтобы употребляемая В. содержала органических веществ и соединений железа.

На шерстомойнях требуется мягкая В., т. к. при жестких В. образуется известковое и магниевое мыло, плотно отлагающееся на волокнах и затрудняющее дальнейшую обработку шерсти, особенно при крашении. При мойке жесткой В. выделяются с мылом обильные жирные осадки, шерсть при сушке теряет свою мягкость и нередко плохо нахнет; при этом естественно теряется много мыла: один немецкий градус жесткости обуславливает потерю 120 мг хорошего ядрового мыла; на 1 м<sup>3</sup> В., имеющей 25 нем. градусов жесткости, теряется 3 кг мыла. На шелкопрядильных и шелкопрядильных фабриках также требуется мягкая В., не оставляющая известки в волокнах, так как известь затрудняет крашение и

трудно поддается удалению. Особенно опасно загрязнение В. солями железа, а также красящими органическими веществами, вызывающими образование пятен на готовом фабрикате. Загрязнение В. железом вредно также и в п и с ч е б у м а ж н о м производстве вследствие образования на товаре пятен. Загнивающие органические вещества в В. могут повлечь за собой образование грибка в бумаге. При проклейке бумажной массы на 1 нем. градус бикарбонатной жесткости непроизводительно теряется 50 г серно-



Фиг. 25.

кислого алюминия на 1 м<sup>3</sup> воды. Для крахмального производства требуется В., совершенно свободная от частиц гравы, листьев, водорослей (диатомей), т. к. все эти растительные остатки вызывают побурение крахмала при сушке. Недопустимо также присутствие в В. различных грибов, как *Sclerotrix*, *Cladotrix*, а равно и солей железа, к-рое восстановительным действием грибов отлагается на их поверхности и вызывает желтоватое окрашивание крахмала. В. должна быть также свободна от дрожжевых и спорных грибов, возбудителей брожения, не содержать аммиака и азотной к-ты и значительных количеств окисляющихся органических веществ (требующих для окисления больше 10 мг на 1 кислорода). Наконец вода не должна содержать много известки и магнезии, во избежание увеличения зольности крахмала. В сахарном производстве предъявляются к воде приблизительно

аналогичные требования. Гниющие вещества В. могут вызывать разложение в диффузорах, а солевой состав — затруднить варку и кристаллизацию и увеличить зольность фабрика; последние, как известно, при анализе продукта на содержание сахара вычитается в пятикратном размере из показаний полиметра. Для пивоваренного производства свойства В. имеют колоссальное значение. Типические сорта пива можно получать только при соответственных водах. При воде, содержащей много гипса, понижается коэф. использования солода; при большой бикарбонатной жесткости затрудняется засахаривание солода и сильно уменьшается прочность пива; для устранения последних недостатков применяется кипячение или прибавление к-ты. В винокурении предвзывает в существующем те же требования. Кроме того В. с большим содержанием бикарбонатной жесткости мало пригодна в качестве охлаждающей В. в холодильниках. Для производства дрожжей вредно присутствие хлористых кальция и магния. На заводах ликерных и т. п. для растворения сахара и разбавления спирта должна применяться мягкая В. во избежание мутности растворов. В кожевенном производстве для мочки сырых кож необходима мягкая В., при к-рой кожа становится тонкой и эластичной, легко поддается очистке от жиров и других загрязнений; напротив, при жесткой В. жировые вещества и пристающая к коже грязь трудно удалим, а бикарбонатная известь прочно связывается с кожей тканью. Жесткая В. требует поэтому большого расхода сернистого натрия В., содержащая гниющие загрязнения, гнилостные бактерии и грибки и т. п., особенно сточные В. из крахмальных з-дов, содержащие *Vastegium thegatharium* и т. д., сильно уменьшают прочность кожи, вызывая образование в ней рубцов, канавок, трещин и грязнобурых жил. При жесткой В. использование дубильных материалов значительно ухудшается и расход их соответственно увеличивается.

Лит.: Тимонов В. Е., Водоснабжение и водосток, СПб, 1904—06; Черепанинский М., Водоснабжение, СПб, 1905; Сурица А., Курс водоснабжения, Л., 1926; его же, Улучшение качества воды, употребляемой в промышленности и для питья, СПб, 1910; Гейдельрих С., Очистка воды для питания паровых котлов, М., 1900; Гордон И. Л., Вода и ее очистка для питания паровых котлов, и т. д., Москва, 1927; Гордон В. Л. и Гордон И. Л., Обслуживание паровых котлов и очистка воды, вод паровых котлов, М., 1928; Гордон И. Л., Очистка воды для питья, «Техн. и экон. вып. сообщ.», М., 1923, т. 2, 5; его же, Питательная вода паровых котлов, «Тепло и сила», Москва, 1924, 7—12, 1925, 2—3; «Вестник Московск. об-ва тех. наук», М., 1925, 8—11, 1926, 2—4; его же, Очистка воды на Владимирской ж. д., «Техника и экономика путей сообщения», Москва, 1922, т. 1, 6; Юшневич С. Ф., Смягчение жестких вод, М., 1925; Кларк и Рауф Н. А., Современные способы очистки воды, Помск, 1912; Блэкберн Р. и Шеллс Э., Труды 43 съезда инженеров Международного союза об-ва надзора за паровыми котлами, пер. И. Л. Гордона, Москва, 1913; Потресов М. И., Цеолитный способ исправления жестких вод, М., 1912; Изгарышев Н. А., Пассивность металлов, «Технико-экономический вестник», М., 1925, 8—9; Труды II Всеросс. теплотехнического съезда, т. 4, вып. I, Доклады проф. Вологодина С. П. и вник. Гордона И. Л., М., 1925; «Тепло и сила», М., 1924; «Труды русского физическ. об-ва», 1914; «Известия Моск. об-ва для надзора за пар. котлами», М., 1914—17; Lunge v. B. Berlin, Handbuch d. chemisch-technischen Untersuchungsmethoden, В. 4, В., 1924; Fischer F., Chem. Technologie. Das Wasser, Leipzig,

1914; Ziegler E. P., Schnellfilter, ihr Bau u. Betrieb, Lpz., 1919; Herryn E. und Bauer O., Über d. Angriff d. Eisens durch Wasser und wässrige Lösungen, Mitteilungen des Materialprüfungsamtes und d. K. Wilhelm Inst. f. Metallforschung, H. 1—2, В., 1908; Blacher S., Das Wasser in d. Dampf-u. Wärmetechnik, Lpz., 1925; Herberg G., Handbuch der Feuerungstechnik und des Dampfkesselbetriebes, 3 Aufl., В., 1928; Nernst W., Theoretische Chemie, Stuttgart, 1921; Dubbel H., Taschenbuch für den Fabrikbetrieb, Berlin, 1923; Obering K. und Schmidt K., Reinigung und Untersuchung des Kesselwassers, В., 1921; Paul J. H., Boiler Chemistry a. Feed Water Supplies, L., 1923; Bunde und Eltner, Berichte über Geheimmittel, welche zur Verhütung und Beseitigung von Kesselstein dienen sollen, Hamburg, 1905; Zsigmondy R., Lehrbuch d. Kolloidchemie, Lpz., 1925; Ostwald L., Grundriss d. Kolloidchemie, Lpz., 1923; Freundlich H., Kolloidchemie u. Biologie, Dresden—Lpz., 1924; Tillman J., Die chemische Untersuchung v. Wasser u. Abwasser, Halle a/S., 1915; Tillman J., Wasserreinigung und Abwasserbeseitigung, Halle a/S., 1912; Gauss R., Zeolite u. ähnl. Verbindungen, ihre Konstitution und Bedeutung für d. Technik, В., 1906; Sahlhauer S. und Kollmann R., Die Dampfkessel, 2 Aufl., В., 1924; Wehrhennig E., Über d. Untersuchung und d. Weichmachen d. Kesselwassers, 2 Aufl., Wiesbaden, 1905; Hausbrand E., Verdampfen, Kondensieren und Kühlen, Berlin, 1924; «Gesundheits-Ingenieur», München, 1902—1927; «Deutsche Medizin Wochenschr.», Lpz., 1898; «Ztschr. f. Hygiene u. Infektionskrankheiten», Berlin, 1874; «Gesundheit», Charlottenburg, 1905; «Z. ang. Chem.», 1912, 1917, 1919, 1920, 1923; «Ch.-Ztg.», 1904, 1907, 1908, 1910, 1917; «Ztschr. f. physik. Chemie», Leipzig, 1904, 1911, 1914; «Ztschr. d. anorg. u. allgem. Chemie», Leipzig, 1919; «Archiv f. Warmewirtschaft u. Dampfkesselwesen», В., 1922—25; «Feuerungstechnik», Lpz., 1926; «Brennstoff und Warmewirtschaft», Halle, 1926; «Mittel der Vereinigung d. Grosskesselbesitzer», В., 1925—26; «Mittel d. Materialprüfungsamtes u. d. K. Wilhelm Inst. f. Metallforschung», В., 1915; «Ztschr. f. Metallkunde», В., 1923; «Journal für Gasbeleuchtung», Melb., 1891, 1897, 1898, 1899, 1901, 1906, 1907, 1910, 1912; «Wochenschrift f. Brauerei», В., 1910; «Ztschr. f. d. ges. Brauerwissenschaften», Nürnberg, 1912, 1914; «Ztrbl. f. d. Zuckerindustrie», Magdeburg, 1905; «Bull. de la Société d'encouragement pour l'industrie», P., 1891; «Chaleur et industrie», P., 1925; «GC», 1910. И. Гордон.

**ВОДКА**, смесь винного спирта с водой, содержащая часто естественные неспиритические примеси, сообщающие ей характерный вкус и аромат.

Обыкновенная В., или хлебное вино, готовится смешением в разных пропорциях чистого ректификованного спирта с водой. В СССР В. установлена законом крепость в 40°, т. е. она должна содержать 40% (по объему) чистого этилового спирта. Т. к. примеси, содержащиеся в сыром спирте, более ядовиты, чем этиловый спирт, то на приготовление хлебного вина идет только ректификованный спирт, удовлетворяющий стандартным нормам (см. **Ректификация**). Вода, применяемая для приготовления В., должна удовлетворять санитарным нормам и иметь постоянную жесткость не выше 30° немецких (1 немецкий градус соответствует содержанию 1 ч. СаО в 100 000 ч. воды); если последняя выше 40°, то вода подвергается предварительной очистке содой,  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ , и известью. Смесь хотя бы и чистого ректификата с чистой водой обладает некоторой густотой вкуса, а иногда имеет и различные, удивимые только вкусовыми органами, неприятные вкусовые оттенки, обуславливаемые повидимому неопределимыми химическими количествами посторонних примесей. Для облагораживания вкуса водку фильтруют через березовый или липовый уголь, к-рый адсорбирует эти примеси, а может быть действует и химически (по проф. Глазенапу) образуя, небольшое

количества эфиров. Кроме того водка извлекает из угля немного поташа, который смягчает жгучесть вкуса. Угля, в форме кушочков величиной от горошины до ореха, берут 400 г и больше на 12 л вина. Его загружают в высокие медные (или железные) цилиндры, соединенные трубами по несколько штук (5—6) в батареи т. о., что первый фильтр содержит уголь, уже почти истощивший свою адсорбционную силу, а в последнем находится свежий уголь. Продолжительность соприкосновения с углем сортировки (смеси спирта с водой)—около суток. После того как первый фильтр окончательно потеряет свою поглощающую способность, его выключают и вводят свежий фильтр, к-рый устанавливают на последнее место, а первым становится фильтр, бывший раньше вторым. Из выключенного фильтра остатки спирта отгоняют паром. В последнее время предложено заменить обыкновенный уголь активированным (норит), адсорбционная способность к-рого настолько значительнее, что его требуется всего 4—10 г на 12 л вина (см. *Активированный уголь*). При таком малом количестве угля применение угольных фильтров становится излишним. Для очистки достаточно пропустить сортировку к у, смешанную с активированным углем, через песочный фильтр; т. о. вся работа весьма упрощается и ускоряется. Кроме того для смягчения и улучшения вкуса водки к сортировке можно прибавлять на каждый литр 300 мг двууглекислого натрия и 1,6 г свекловичного сахара.

Виноградная В. приготавливается перегонкой виноградных вин, б. ч. белых, молодых, слабых или бездрожжевых, и виноградных выжимок и дрожжей (см. *Коньяк*).

Вишневая В., кишассер, весьма распространенная в Германии, получается подобным же образом, перегонкой перебродившего вишневого сусли, приготовленного б. ч. из диких (иногда и садовых) вишен. При раздавливании вишен для сусли раздроблению подвергается также и часть косточек (ок.  $\frac{1}{2}$ ). Первый погон подвергают вторичной перегонке, отбрасывая конечную (хвостовую) фракцию, которая прибавляется к новой бражке. Вишневая водка имеет слабый аромат горького миндаля от присутствия в зернах косточек *амигдалина* (см.). При продолжительной выдержке вкус вишневой В. становится мягче.

Ром—В., приготавливаемая сбраживанием и перегонкой сока сахарного тростника, выварки из отжатого тростника, тростниковой мелассы и др. отбросов тростниковосахарного производства. Свой тонкий вкус и аромат ром получает после долгого выдерживания в дубовых бочках. Бурая окраска рома достигается прибавкой сахарного кулера (подожженного сахара). Ром выдвывается в странах, где развито производство тростникового сахара. Лучший ром доставляется с о-ва Ямайки. Подобным же образом на о-вах Яве и Цейлоне и в южной части Азии получают арак перегонкой перебродившего сока цветочных початков пальмы Toddy.

Вискити—очень распространенная в Англии и Америке В., приготавливаемая перегонкой перебродившего сусли из ячменного

(иногда из ржаного) солода, ржи, маиса или овса. Первый погон подвергают вторичной перегонке, отбрасывая головную и хвостовую фракции, к-рые прибавляются к новой бражке. Для улучшения вкуса и аромата виски выдерживают 4—8 лет в бочках из под хереса или в сильно обугленных внутри дубовых бочках. Сущность процесса, протекающего при выдержке, до сих пор недостаточно выяснена. Известно, что при этом происходят процессы окисления и этерификации и образующиеся в ничтожном количестве сложные эфиры улучшают вкус и аромат водки.

Лит.: Раковский А. В., О хлебом 40° вине, «Пищев. промышл.», 7—8, М., 1926. А. Шустов.

**ВОДНОЕ ХОЗЯЙСТВО** составляет совокупность технич., экономич. и админ.-правовых мероприятий, имеющих целью наиболее рациональное использование природных водных ресурсов. Водой пользуются для питья, водопоя, домашних, промышленных и с.-х. нужд, сплава, судоходства, рыболовства и рыбоводства. Водные запасы приходится при этом перерабатывать, доставляя воду туда, где ее недостает, отводя излишки воды и изменяя природн. условия, в которых находятся водные ресурсы.

По роду использования воды водное хозяйство включает в себя: 1) *мелиорации* (см.) сел. хозяйства, или коренные улучшения, связанные с улучшением естественных, по преимуществу почвенных и водных, условий сельского хозяйства (осушение, орошение); 2) внутренние водные пути сообщения, устраиваемые для улучшения, оборудования и создания водного транспорта; 3) мелиорации заселенных мест, обеспечивающие водоснабжение, канализацию, защиту от наводнений, оползней; 4) использование наличной гидравлич. энергии (см. *Белый уголь*).

В основу мероприятий во всех этих областях д. б. положено систематич. и планомерное изучение наличных водных ресурсов, т. к. только знание их позволяет рационально поставить водное хозяйство. Земельные мелиорации имеют в виду коренные улучшения водных условий сел. хозяйства. Естественные водные условия местности могут быть неблагоприятны для успешного произрастания растений вследствие недостатка влаги или избытка ее. В первом случае путем орошения почва увлажняется и обогащается питательными веществами, во втором же, через осушение, избыток влаги собирается и отводится. Необходимость орошения, а также интенсивность его определяются климатом местности, главным образом влажностью воздуха и отношением между выпадением осадков и испаряемостью в течение вегетационного периода. Возможность орошения обусловливается наличием достаточно мощных водных запасов, не разобраных на другие цели, и определенным рельефом местности. Производство мелиораций требует предвзятельных изысканий, состоящих в выяснении водных запасов, выяснения рельефа местности (план в горизонталях), климатических (температура и осадки) и почвенных (плодородие, влагоемкость и водопроницаемость) условий, а также режима грунтовых вод.



Водные пути сообщения должны обладать постоянной минимальной глубиной, обуславливающей надежность и непрерывность сообщений, а при искусственных водных системах д. б. обеспечено их достаточное питание водой. Здесь опять необходимы исследования условий стока и его распределения по временам года, а также сьемка русла реки и промеры глубин. Для утилизации запасов белого угля необходимо знание стока, продольных уклонов реки и геологич. строения долины, обуславливающих возможности устройства плотин и водохранилищ. Поэтому необходимой частью правильно поставленного В. х. является организация постоянных и систематич. гидрометрич. и метеорологич. наблюдений, в результате к-рых можно было бы иметь гидрографию края и составить кадастры запасов воды и белого угля. Не менее важной предпосылкой В. х. является организация целого ряда опытных работ, имеющих целью выявить наиболее целесообразные при данных условиях нормы орошения и осушения (см. *Гидромодуль*), типы гидротехнич. сооружений и отдельные эмпирич. коэф-ты для гидрологич. и гидравлических расчетов. Чем обширнее, в смысле полноты и длительности непосредственных и опытных наблюдений, будет материал, тем обоснованнее можно составить общий план В. х. данного района и тем полнее можно использовать наличные водные ресурсы. На основании общего плана В. х. производят детальные изыскания и составляют проекты отдельных сооружений, а затем производят и самое строительство, по окончании к-рого сооружения переходят в текущую эксплуатацию. Таким образом по признаку последовательности работ В. х. включает в себя: 1) постоянные гидрометрические, метеорологические и опытные наблюдения и исследования; 2) составление общего плана В. х.; 3) изыскания, составление проектов и строительство отдельных сооружений и 4) эксплуатацию сооружений.

В. х. не ограничивается только технич. стороной использования водных запасов. Не менее важную роль играют и те юридич. и админ. нормы, к-рые регулируют водопользование, источники финансирования В. х. и наконец те организационные взаимоотношения, какие складываются между отдельными водопользователями. В водном праве основным является вопрос о принадлежности вод. Гражданский кодекс РСФСР устанавливает (ст. 52), что «воды могут быть исключительно собственностью государства». Во всех странах, где широко развита мелиорация (Италия, Испания, США, Канада, Индия, Египет), право распоряжения водами изыато от береговых владельцев в пользу государства. То же самое имело место и на окраинах царской России—в Туркестане и Закавказьи.

Не менее важное значение имеет и вопрос о том критерии, к-рый д. б. положен в основу распределения воды в соответствии с общими интересами и нуждами В. х. Америк. водный закон устанавливает, что «основанием, мерилом и пределом права пользования водами является полезное применение их». В других странах пытаются заранее

предопределить известную градацию в водопользовании, основанную на бычае, давности пользования или судебных постановленииях. Закавказский водный закон 1890 г. установил следующую постепенность водопользования: 1) питье, домашние нужды населения, водопой, 2) орошение, 3) вододействующие и промышленные заведения. Во всяком случае во всех новейших водных законодательствах проводится мысль о предоставлении преимущественного права надобностям государственного и общественного значения перед частными и о допущении принудительного отчуждения всяких имуществ и прав как ныне существующих, так и могущих возникнуть в будущем, поскольку это окажется необходимым в интересах государства. Наконец водное законодательство проводит принцип прикрепления воды к определенному имуществу или предприятию с тем, чтобы вода производительно использовалась по тому именно назначению, на которое отпущена.

Вопросы финансирования составляют также неотъемлемую часть В. х. Мелиоративные работы, произведенные во многих странах и британских колониях, потребовали затраты колоссальных средств. Так напр.: в Италии мелиоративные работы, произведенные за последние 50 лет, оцениваются не менее чем в 1 млрд. лир; регулирование среднего течения Рейна обошлось ок. 30 млн. мар.; на 39 больших ирригационных систем Индии, орошающих свыше 4 млн. га, затрачено около 23 млн. фн. ст.; на орошение Египта в долине Нила—7,2 млн. фн. ст.; в США—свыше 100 млн. долларов. Производство таких больших работ не под силу частным землевладельцам и требует определенного содействия со стороны правительства. История мелиораций указывает, что это содействие выражалось в двух направлениях. Прежде всего правительства отдельных стран брали на себя организацию и производство крупных мелиораций. Еще в 18 в. в с.-в. Пруссии правительство произвело в значительной степени осушение болот, что содействовало быстрому росту сель. хозяйства. В Италии, Индии и Египте крупные мелиорации произведены также государством. С середины прошлого столетия намечаются новые формы финансирования В. х. Самостоятельное производство мелиораций самой государственной властью заменяется целой системой мероприятий, имеющих целью облегчить производство работ самим населением. На первом месте в числе этих мер надо поставить организацию особого мелиоративного кредита и фонда. Такие фонды были созданы в Германии, Австрии и в США (по «Мелиоративному акту» 1902 года). Из этих фондов выдавались особые ссуды, обеспечением которых считался тот прирост ценности земель, который получался вследствие произведенных коренных улучшений и мог быть сравнительно точно учтен заранее, до производства самих работ. Закладные на имущество, полученные с целью увеличения его первоначальной ценности, или мелиоративные ссуды, используются повсюду юридич. приоритетом перед ипотеками и другими заклад-

ными, лежащими на том же имуществе. При этом тем не менее признание за судами мелиоративного характера обуславливается утверждением со стороны уполномоченного на то органа управления проекта и сметы мелиорации и контролем над израсходованным судами по прямому назначению. В тех случаях, когда государство само строит оросительные системы, оно вводит платность водопользования (Индия) или же устанавливает особый водный налог (Египет).

Следующей мерой, способствующей развитию В. х., является организация водных или мелиоративных товариществ. Основное отличие их от других товариществ заключается в принудительном характере их образования. Самый характер В. х. требует распространения его на возможно большее число владений. Поэтому, если большинство землевладельцев данной местности желает произвести ту или иную мелиорацию ее, то водное законодательство большинства стран разрешает ему при содействии власти принудить несогласное меньшинство принять участие в осуществлении мелиорации, если только последняя является экономически выгодной для меньшинства. Законом последней мерой для содействия В. х. является организация особых правительственных технич. бюро для содействия населению в его мелиоративных и других гидротехнических работах. Почти во всех а.-европ. странах существуют такие бюро. В царской России В. х., за исключением годов, непосредственно предшествовавших войне 1914—1918 гг., играло очень незначительную роль. Впервые русское правительство обратило внимание на мелиорации в 70-х годах прошлого столетия в результате работ валуевской «комиссии для исследования положения сел. хозяйства и сел. производительности в России». Были образованы две осужительные экспедиции — в Полесье и на севере, а в 1880 г. — третья, «для орошения юга России». За 27 лет своего существования экспедициями было осужено свыше одного млн. га, г. о. земель крупных помещиков, а оросительных работ и совсем не было произведено: дело ограничилось одними проектами. В 1903 году экспедиции были уничтожены, и в губерниях были созданы должности гидротехников. После революции 1905 г. земельная политика Столыпина, с одной стороны, и стремление создать свои хлопковые районы, — с другой, поставили на очередь вопрос о заселении русскими переселенцами окраин и в частности пустынных, но пригодных под разведение хлопка полупустынь Закавказья и Туркестана. На В. х., в особенности на орошение хлопковых районов, были отпущены в разное время большие суммы; достигшие уже в 1904 г. 13,5 млн. р., а в 1913 г. был создан особый мелиоративный, «романовский», фонд в 100 млн. р. Однако царскому правительству не удалось осуществить ни одной крупной работы. Помимо правительства В. х. все в большей степени стали заниматься и земства. Отпускавшиеся ими средства были крайне незначительны (от 12 до 25 тыс. р. на губернию), но они обнаруживали тенденцию к быстрому росту. Кроме того боль-

шинство земств организовывало свои гидротехнич. бюро. Непосредственно перед войной в России стали созываться районные мелиоративные съезды из представителей государственных и общественных организаций, но большого значения для развития В. х. они не получили.

В Союзе ССР значение В. х. учитывается в полной мере. Целый ряд крупных работ по орошению и белому углю завершен или еще производится (орошение Голодной степи, Мугани, Волховская и Днепровская гидростанции и др.). Мысль о единстве и целостности всего В. х. получила полное признание, и в союзных республиках, где вода играет первостепенную хозяйственную роль (Ср. Азия, Закавказье), образованы особые управления В. х. По государственному бюджету СССР образован особый ирригационный фонд (в 1925/26 г. капитальные вложения в В. х. составили 31 млн. р., в 1926/27 г. — 42 млн. р.) на производство крупных работ в хлопковых районах. Поскольку В. х. составляет неотъемлемую часть всего народного хозяйства, планы развития В. х. согласуются в Госплане СССР с общим планом всего народного хозяйства.

Лит.: Скворцов К. Е. Е., Орошение и колонизация пустынных государственных земель США, СПб, 1911; е г о ж е, Оросит. предприятия правит. США, СПб, 1913; Е п а и ч и н Н., Орошение и колонизация черноз. степей дальнего Запада Канады, СПб, 1913; Э с с е н А., Водное хозяйство Грузии, «Эконом. жизнь Кавказа», Тифлис, 1921, 4; К а ц е н е л е в Б а у м З. Е., Мелиорации, мелiorat. ирриг. и товарищества, СПб, 1912. А. Эссен.

**ВОДНЫЕ СВОЙСТВА ПОЧВЫ** характеризуют ее способность воспринимать влагу, перемещать и отдавать ее. Сюда относятся:

- 1) Гигроскопичность почвы, т. е. способность поглощать водные пары из воздуха и конденсировать их на поверхности своих частиц. Ее выражают обычно отношением веса гигроскопической влаги к весу взятой навески сухой почвы. Гигроскопичность зависит от удельной поверхности почвы, т. е. суммы поверхностей всех ее частиц, деленной на их объем. Чем мельче частицы почвы, тем выше ее удельная поверхность; в связи с этим глинистые почвы обладают большей гигроскопичностью, чем песчаные. Еще большей гигроскопичностью обладают торфяные почвы и вообще почвы, богатые перегноем. По Митчеллху, гигроскопичность чистого кварцевого песка 0,12, песчаных почв 1,03—1,23, супеси 1,71, легкого суглинка 2,27—2,64, среднего суглинка 3,07—3,09, тяжелого суглинка 4,12, глинистой почвы 5,97, торфа верхового болота 21,7. Гигроскопичность почвы имеет большое значение, т. к. установлено, что гигроскопич. влага удерживается частицами почвы с такой силой, что является недоступной для растений; этим объясняется то, что на болотистых почвах, содержащих большое количество влаги, растения часто страдают от ее недостатка и природная растительность торфяных болот бывает снабжена приспособлениями для уменьшения испарения влаги. Величина гигроскопичности почвы как производная ее удельн. поверхности позволяет судить о степени коллоидальности почвы.
- 2) Влагоемкость почвы, т. е. способность поглощать капельножидкую влагу и

удерживать ее; она выражается отношением веса влаги, находящейся в почве, к весу сухой почвы. Особенно большое практическое значение имеет капиллярная влагоемкость почвы, характеризующая количество влаги, заполняющей почвенные капилляры. Такое насыщение почвы влагой является оптимальным, т. к. только в этих условиях мы имеем в почве то соотношение между анаэробными и аэробными условиями, при котором обеспечивается благоприятный ход биологич. процессов. Влагоемкость почвы тесно связана с запасом органич. вещества в ней; последнее, набухая, способно поглощать огромные количества влаги. По Митчерлиху, влагоемкость песчаной почвы составляет 18,8%, легкого суглинки—20,2%, тяжелой глинистой почвы—80,9%, торфяной почвы—126%. Для определения капиллярной влагоемкости образец почвы обычно насыщается влагой снизу до постоянного веса.

3) Водопроницаемость и водопроводимость почвы; первая характеризуется способностью почвы воспринимать влагу, поступающую в нее сверху, а вторая—способностью почвы пропускать через себя влагу. Водопроницаемость определяется обычно в полевых условиях (методы Нестерова-Доярнко, Качинского и др.) и выражается количеством воды, поглощаемым определенной площадкой почвы в единицу времени. Водопроводимость определяется в лабораторных условиях и выражается количеством влаги, проходящей через столбик почвы определенной высоты в единицу времени. Водопроницаемость и водопроводимость тем выше, чем больше в почве промежутков, по которым влага может передвигаться вниз, подчиняясь силе тяжести (т. е. некапиллярных промежутков). Наиболее пронизываемы структурные почвы, содержащие некапиллярные промежутки между своими структурными отдельностями; при этом решающую роль играет прочность почвенной структуры. На почвах с непрочной структурой все структурные отдельные размыываются первыми же порциями воды, и почва после этого теряет все преимущества структурности. Для водопроницаемости почвы в естественных условиях решающее значение имеет характер подпочвенного слоя. При его непроницаемости влага застывает на поверхности и заполняет на продолжительный срок некапиллярные промежутки пахотного слоя; вытесняя воздух из почвы, влага создает такой воздушный режим, к-рый сказывается неблагоприятно как на ходе микробиологических процессов в почве, так и на развитии растений, причиняя вымочки и т. п. На таких тяжелых непроницаемых почвах приходится отводить влагу искусственными мерами, устраивая дренаж (см.).

4) Водоподъемная способность почвы, т. е. способность подавать влагу из своих нижних слоев в верхние, откуда влага подвигается испарению (и с паромость почв). Поднятие воды при этом происходит по капиллярным промежуткам, по которым движение воды происходит независимо от силы тяжести. Бесструктурная почва при уплотнении представляет собою по-

добие фитиля, непрерывно подающего влагу из более глубоких слоев. На структурных же почвах испарение происходит медленно вследствие разрыва капилляров. Водоподъемная способность почвы м. б. изучается путем наблюдения за высотой и скоростью поднятия влаги в стеклянных трубках. Испаряемость почвы м. б. определяется различными методами в полевых и лабораторных условиях и выражается обычно количеством влаги, испаряемой единицей площади почвы в единицу времени. Регулирование испаряемости почвы имеет большое практическое значение, так как запылившая (бесструктурная) почва в жаркую погоду может потерять огромное количество влаги. В виду этого появившаяся летом на поле после дождя корка должна быть немедленно уничтожаема путем боронования (см.). Получившийся в результате этого рыхлый слой изолирует почвенные капилляры от наружного воздуха. Точно так же не следует оставлять неспаханной почву после уборки растений (живые).

В. с. п. выражают ее водный режим, или водный баланс, определяемый: 1) поступлением влаги и 2) отдачей влаги.

То постоянно меняющееся количество влаги, которое находится в данный момент в почве, называется влажностью почвы—весовой или объемной, в зависимости от того, выражается ли она в % от веса сухой почвы или от ее объема. Почвенная влага м. б. в различных состояниях: 1) гравитационная влага, заполняющая некапиллярные промежутки и передвигающаяся, подчиняясь силе тяжести; 2) капиллярная влага, заполняющая капиллярные промежутки и при своем передвижении не подчиняющаяся силе тяжести; 3) гигроскопич. влага, представляющая молекулы воды, удерживаемые частицами почвы вследствие молекулярного притяжения. Гигроскопич. влага передвигается только под влиянием  $H_2O$  недоступна для растений. Влажность почвы имеет очень большое практическое значение, являясь одним из основных факторов роста растений, потребляющих за время своего развития огромное количество влаги (в 200—500 раз больше веса создаваемого ими сухого вещества).

В засушливых районах проблема борьбы за влагу является одной из самых важных проблем научного земледелия. Южными и юго-восточными с.-х. опытными станциями СССР (а также с.-х. опытными станциями США) разработан ряд приемов обработки почвы (чистые пары, осенняя вспашка, введение пропашного клина и др.), позволяющих получать более или менее удовлетворительный урожай даже в засушливые годы. Основное требование при борьбе за влагу—это необходимость создания прочной структуры почвы. Все приемы, которые не ставят этого момента во главу угла, являются паллиативами. Осуществление же этого требования возможно лишь при переходе к травопольной системе земледелия. При замене его теперешнего стихийного хозяйства, основанного исключительно на зерновых хлебах, очень многие районы перестали бы быть засушливыми. Вспомогательную роль

в сбережении почвенной влаги может также сыграть селекцию засухоустойчивых с.-х. растений. В тех районах, где количество осадков недостаточно, необходимо прибегать к искусственному орошению (см.). Сроки и нормы орошения необходимо согласовывать с потребностями растений во влаге.

Если влажность почвы часто является решающим и непосредственным фактором для развития растений, то не меньшее влияние она имеет и на микробиологич. деятельность почвы. На высохшей почве в жаркую погоду всякая микробиологич. деятельность приостанавливается, происходит прямое сгорание органич. вещества, в результате чего неизменно теряется нужный для растений азот. При избыточной влажности в почве идут неблагоприятные анаэробные процессы, связанные как с потерей азота, так и с накоплением в почве закисных соединений, вредно влияющих на растения. Влажность почвы оказывает также влияние на ее физич. свойства, уменьшая связность почвы. Переходящая уплотненная почва бывает иногда настолько связной, что невозможно обработать ее, влажная же почва не оказывает такого сопротивления орудиям обработки и легче крошится на отдельные. Обратное влияние оказывает влажность на прочность почвенной структуры. Непосредственными наблюдениями установлено, что сухая почва легче подвергается размыванию водой, чем влажная почва. Динамика влажности почвы во времени протекает различно в зависимости от растительного покрова почвы и ее культурного состояния. Изучение динамики почвенной влажности производится путем взятия проб почвы с определенной глубины и определения количества влаги. Для этого определения существует несколько методов: 1) определение разницы в весе до и после высушивания пробы почвы в сушильном шкафу; 2) ликнометрический, спиртовой (по изменению крепости спирта, в который помещается влажная навеска почвы); 3) карбидный (по количеству ацетилена, выделившегося от реакции почвенной влаги с карбидом кальция); 4) электрометрический (по изменению сопротивления в цепи тока) и др. Электрометрич. метод применяется также для определения влажности почвы непосредственно в полевых условиях.

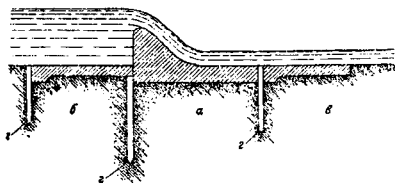
Лит.: Вильямс В. Р., Общее земледелие с основами почвоведения, М., 1927; Глинка К. Д., Почвоведение, 3 изд., М., 1927; Коссович П. С., Краткий курс общего почвоведения, 2 изд., П., 1916; Лебедев А. Ф., Переваливание воды в почвах и грунтах, Ростов н/Д., 1919 (с нов. дополн. на нем. яз. в журн. "Ztschr. f. Pflanzenzucht. Düngung u. Bodenkunde", Лpz., 1927, т. А, в. 19, № 4); Невкрасов П. А., Водный режим почвы. Итоги работ русских опытных учреждений, М., 1924, 4; Russell E. J., Soil Conditions and Plants Growth, L., 1927; Mitscherlich A., Bodenkunde für Land- und Forstwirtschaft, 4 Aufl., Berlin, 1923.

Н. Соколов.

**ВОДНЫЙ ГОЛУБОЙ**, трифенилметановый краситель, сульфированный трифенилрозанилин. См. *Красящие вещества синтетические*.

**ВОДОБОЙ**. 1) В., или водобойная часть, в гидротехнике представляет собою: при глухой плотине водосливную часть, а также и ту часть, к-рая воспринимает падающую с водосливной части струю

воды; при разборчатых плотинах он составляет порог плотины, а В. в тесном смысле слова служит для расположения подвижной части плотины и восприятия падающей с нее струи. При хороших грунтах, если нет оснований ожидать фильтрации под плотиной и размыва грунта падающей водой, можно ограничиться одной лишь водобойной



Фиг. 1.

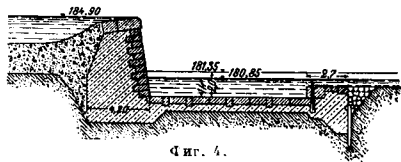
частью; в противном случае перед В. а устраивают понур б для укрепления подхода к В. и для удлинения фильтрационного пути, а ниже В.—риберму (или слив) в для защиты грунта от размыва (фиг. 1). Обе эти части в месте сопряжения с В. обычно ограждаются шпунтовыми рядами г. Водобой плотины или водоспуска устраивают из дерева, каменной или бетонной кладки, железобетона. Водосливную часть глухих плотин устраивают различных типов (см. *Водослив*), в разборчатых же (напр. Пуаре, вальцовый, сегментный) форма ее и форма порога водослива обуславливаются типом разборчатой части.

В водосливах глухих плотин грань, обращенная к верхнему бьефу, обычно имеет вертикальное или слегка наклонное направление, но затем, от гребня плотины, ей придают профиль, отвечающий форме стекающей с гребня струи. Нижн. часть водослива или продолжается по наклонной прямой или же закругляется для отклонения падающей струи; в других же типах плотин (железобетон., железных и других) струя после схода с гребня имеет свободное падение (см. фиг. 2 и 3).

В последнем случае вода оказывает значительное действие на подошву водослива. Если стенка водослива, по которой стекает вода, имеет угол наклона к горизонту  $\alpha$ , то при расходе  $Q$  и скорости  $u$  места падения  $v$  сила удара

$$P = (1 - \cos \alpha) \frac{v}{g} Q \lambda,$$

где  $\lambda = 1000 \text{ кг в } 1 \text{ м}^3$  и  $g$  — ускорение силы тяжести. Давление на грунт у подошвы  $\sigma = \frac{P \cos \alpha}{f}$ , где  $f$  — площадь действия слоя падающей воды. Напр. при  $Q = 1000 \text{ м}^3/\text{сек}$ ,  $\alpha = 52^\circ$  и напоре 50 м, при длине водослива 150 м давление составляет 3,0 кг/см<sup>2</sup>. Поэтому, если толщина слоя воды ниже плотины мыла, то устраивают т. н. водобойный колодец (фиг. 4; размеры в м), чтобы ослабить



Фиг. 4.

влияние удара струи при падении. В разборчатых плотинах на судоходных реках обычно слой воды в нижнем бьефе достаточен, чтобы уменьшить силу удара при падении воды, и здесь необходимости в устройстве колодцев нет; длина В. обуславливается лишь конструкцией разборчатой части и развитием пути фильтрации. Обычно ставят требование, чтобы длина водобойной части была не меньше суммы высот ограждающих ее шпунтов (от нижней грани флюгбета).

Часть В., лежащую ниже поверхности дна, фундамента плотины, устраивают в соответствии с условиями грунта дна, в соответствии с требованиями устойчивости и прочности, а также достаточного развития пути фильтрации. Для плотины длина фильтрационной линии обычно определяется по формуле Бляй (Bligh) для линейного падения напора:  $L = cH$ , где  $H$  — напор, или разность горизонтов бьефов,  $L$  — длина фильтрационной линии и  $c$  — коэффициент, зависящий от характера грунта (от 6 до 18).

Водобойную часть деревянных разборчатых плотин устраивают в виде ростверка на сваях, ограниченного с верхней и нижней сторон шпунтовыми рядами. Пространство между сваями заполняют глиной или камнем и ростверк покрывают дощатым настолом. В бетонных плотинах В. делают в виде бетонной массивной плиты, составляющей одно целое с порогом плотины. Водобойные части глухих плотин представляют продолжение фундамента водосливной части и иногда в нижней части или приподняты по плавальной линии или имеют стенку для образования гидравлич. подушки. Вообще же конструкции водобойных частей весьма различны и зависят как от типа плотины, так и от высоты падения воды, материала плотины, условий грунта, а также от местных условий.

2) В. в горном деле, брызгаломонитор, — прибор, применяющийся при гидравлическ. разработках полезных ископаемых, служащий для подачи струи воды под сильным напором для разрушения, промывки и транспортирования пород, а также и торфа (см. *Гидроторф*). В. применяется гл. обр. при разработке золотых россыпей (напр. в Калифорнии). На забой направляется при помощи водобоя сильная струя воды под давлением нескольких атмосфер; вода раз-

рушает, размывает и сносит золотосодержащую породу, направляемую далее на золотоуправляющие аппараты. См. *Гидравлические разработки*.

Лит.: Анисимов В., Плотины, Москва, 1928; Иодарев В. В., Гидротехнич. сооружения, М., 1925; Акчулов К., Бриллиант Е., Козлов и Мавриц и С., Курс мостов, водн. сообщ., т. 2, Москва, 1928; Rehbock Th., Talsperrenbau, Handbuch der Ingenieurwissenschaften, T. 3, — Wasserbau, Leipzig, 1911—1924; Ziegler P., Der Talsperrenbau, Lpz., 1925.

**ВОДОИЗМЕЩЕНИЕ**, количество вытесненной судном воды, соответствующее, согласно закону Архимеда, весу судна. Различают объемное В. и весовое. Первое равно объему подводной части судна, включая судла не только корпус, но и все выступающие части судна: руль, киль, гребные винты или колеса и т. д.; измеряется оно в м<sup>3</sup> или фт.<sup>3</sup> и выражается произведением из длины судна  $L$ , ширины его  $B$  и углубления  $T$  на коэфф. полноты  $V$ , а, т. е.  $V = \alpha \cdot L \cdot B \cdot T$ , где  $\alpha$  равно 0,4—0,55 для очень острых судов, 0,55—0,65 для судов средней полноты и 0,65—0,80 для полных судов. Весовое В., равное весу судна, измеряется произведением объемного В. на плотность воды и дается в метрич. или англ. т (1016 кг), причем объем английской т можно считать 36 фт.<sup>3</sup> пресной или 35 фт.<sup>3</sup> соленой воды. Для одного и того же судна В. не является постоянной величиной, так как нагрузка судна все время меняется или вследствие приема тех или иных грузов, или расхода на судне провизанта, горючего, боевых припасов (на военных судах) и т. д. Изменение веса судна отражается на его объемном В., следовательно — на углублении судна в воде. Разницу в углублении можно определить (при сравнительно небольших изменениях) как частное от деления разницы между В. на величину В. для единицы углубления (напр. для 1 дм. или 1 см), которая соответствует В. слоя воды при площади, равной площади грузовой ватерлинии. Для отдельных судов В. бывает очень различно, начиная от нескольких м<sup>3</sup> (для шлюпок и других мелких судов) и доходя до 50 000—60 000 м<sup>3</sup> (для крупнейших трансатлантич. пароходов) и до 35 000 м<sup>3</sup> (для военных судов).

Лит.: Нэтте С., Справочная книга для инженеров, т. 2, Берлин, 1926; Доливо-Добровольский Б., Воевой флот, М., 1925; Крылова А., Теория корабля, СПб, 1907; Шершов А., Практика кораблестроения, СПб, 1912.

**ВОДОК**, в текстильном производстве, механизм для направления нити при наматывании ее на мотовило, катушку, бумажную гильзу (для образования бобины) и пр. См. *Кокономотание, Ткацкое производство*.

**ВОДОЛАЗНОЕ ДЕЛО**, исполнение работ под водой водолазами по возведению гидротехнич. сооружений, работ по их ремонту, а также по оказанию помощи судам, потерпевшим аварии (заделка пробоин) и по подъему затонувших судов (см. *Судоподъем*). Наиболее часто применяются работы водолазов в портовом строительстве для равнения постелей каменной наброски, при кладке из массивов, при мелких работах по уборке грунта, камня, при очистке судоходных фарватеров (удаление камней, затонувших судов, карчей и т. п.), прокладке трубопроводов и кабелей через водные преграды, для

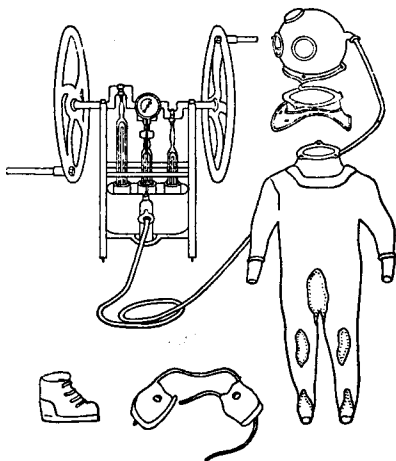
очистки водоприемников водопроводов, порогов и камер шлюзов, порогов доков, при ремонте ступеней и т. д.

Производительность водолазных работ зависит от глубины, скорости течения воды, ее прозрачности и  $t^{\circ}$ , удобного положения водолаза в воде у объекта работы, опытности и добросовестности самих водолазов. Рекордными по глубине являются работы америк. водолазов в обыкновенном снаряжении у о-ва Гонолулу при подъеме лодки F-14, прозвонившиеся в 1916 г. на глубине около 80 м. Нормальными можно считать для водолаз. работ глубины до 20 м, а предельной глубиной для продуктивной работы являются примерно 40 м. Работа водолазов при скорости течения воды свыше 1,5 м/сек весьма затруднительна, а при скорости 2 м/сек достигнуть дна могут лишь исключительно сильн. водолазы и при условии увеличения веса балласта, обычно надеваемого на водолаза. В случае мутной воды даже сильные источники света приносят сравнительно мало пользы: видимость весьма ограничена. В воде большинства рек на глубине 6—8 м уже сумерки, особенно при облачном небе; на реке Неве и в Финском заливе на глубине 15 м водолаз едва видит свои руки; на Черном и Белом морях условия гораздо лучше, и до глубины 20 м естествен. света еще достаточно. Удобство положения работающего во время работы всегда играет большую роль; еще большее значение это имеет для водолазов, особенно в том случае, когда работа производится между дном и поверхностью воды: здесь должно быть обязательно применение люлек, как для строительных работ на фасаде домов.

Водолазное снаряжение состоит из скафандра—одежды самого водолаза, воздухопроводного шланга, воздухонагнетательного насоса и подсобного оборудования (телефона для сношения с водолазом, лампы подводного освещения и т. п.). Одежда водолаза (фиг. 1) состоит из шлема, рубахи, галаш, пояса с ножом, грузов переднего и заднего.

Обычными насосами, применяемыми в водолазной практике, являются насосы с ручным приводом; они легки, портативны и удобны в обращении. В тех случаях, когда требуется более значительная подача воздуха и притом более сжатого (при работах на очень глубоких местах), употребляются два насоса ручного действия или насосы с механич. приводом (нефтяные, паровые или электрические). Из насосов ручного действия в СССР имеют наибольшее распространение трехцилиндровые системы Денейруза, улучшенные русской водолазной школой. Эти насосы подают не менее 30 л/мин сжатого воздуха при работе водолаза до 50 м глубины. На таких больших глубинах требуется не менее четырех качальщиков в смену. Несколько менее распространен тип насоса Зибс-Гормана, имеющий незначительное отличие от описанного выше. Еще реже встречаются в водолазной практике облегченные двухцилиндровые и даже одноцилиндровые водолазные насосы: Их применение ограничивается только работами на глубинах от 10 до 20 м. К новейшим образцам водолазных насосов следует отнести

двухцилиндровый насос двойного действия, имеющий широкое применение в Англии, а также четырехцилиндровый насос обыкновенного действия, дающие возможность достижения больших глубин. Эти насосы при помощи особых патентованных распределительных кранов позволяют каждой паре цилиндров обыкновенного действия или одному цилиндру двойного действия работать независимо от других; т. о. от этих насосов можно одновременно спускать двух водолазов. Водолазные насосы с механич. приводом бывают с гибкой передачей или представляя собой воздушные компрессоры, нагнетающие воздух в особые воздухохранители. Воздухопроводные шланги—трубки



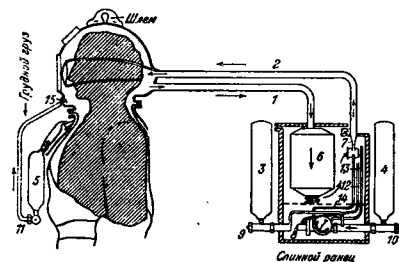
Фиг. 1.

по 20 м длины каждая, с внутренним диам. 15 мм, при толщине стенок ок. 8—8,5 мм составлены из пяти концентрических слоев, из к-рых три резиновых и два парусиновых. В среднем внутреннем резиновом слое по всей длине шланга навита упругая железная спираль. При испытании шланга на прочность предъявляются следующие требования: при давлении груза в 180 кг на шлангах длиной 10 см не должно быть заметных на глаз изменений в поперечном сечении воздухопроводного отверстия и остаточных деформаций; кроме того шланги испытываются внутренним давлением в 30 atm. Колена шлангов сращиваются между собой при помощи медных соединений.

Шлем из цельнотянутой красной меди состоит из верхней части, котла, и нижней—маньшки. Эти части соединяются различно в разных системах: в СССР приняты в гражданском ведомстве шлемы 12-болтовые (прототип их—Зибс-Горман), в которых котел соединяется с маньшкой помощью навинчивания поворотом на 45° и закреплением котла на маньшке специальн. винтом—стопором. В трехболтовом шлеме (прототип Денейруза), изображенном на фиг. 1, применено более надежное соединение—трема

болтами. В шлеме справа сзади имеется для выпуска воздуха клапан с пружиной, головной золотник, на который водолаз действует головой. Натяжением пружины регулируется величина разности давления на головной золотник снаружи и изнутри, при к-рой он сам открывается. Сзади же имеется в шлеме рожек для прикрепления воздухопроводного шланга, снабженный автоматически закрывающимся клапаном на случай разрыва шланга или порчи насоса. Шлем имеет два глухих иллюминатора по бокам: один передний, обычно вывинчивающийся, и иногда один верхний, застекленные неколющимся стеклом толщиной в 5—6 мм. Водолазная рубашка (дресс) для каждой системы шлема шьется из особой материи, состоящей из трех слоев: наружного из прочной хол.-бумажной ткани («стифтик»), среднего из каучуковой пластины 0,3—0,5 мм толщиной и внутреннего из более тонкой ткани. Все три слоя склеиваются резиновым клеем. Рубахи испытываются нагнетанием воздуха при давлении в 0,3 атм. Галоши кожаные со свинцовыми подошвами или целиком из чугуна, каждая весом ок. 9 кг, служат для облегчения сохранения водолазом вертикального положения. Свинцовые грузы на груди и спине весят до 18 кг каждый. Водолаз в полном снаряжении (с грузами) весит в воде ок. 7—8 кг. Сигнал—веревка в 5 см в окружности, опоясывающая петлей водолаза, служит для спуска его в воду и для передачи условных сигналов. Пояс—кожаный, с ножом, ввинчивающимся в металлические ножны.

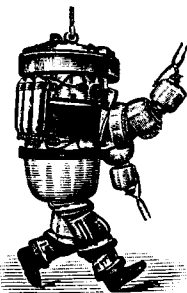
В последние годы появилось несколько систем водолазного снаряжения, в которых насос и шланги заменены баллонами со сжатым воздухом и кислородом, прикрепляемыми на водолазе в виде ранца (аппараты Дрегерера, Бутана, Зибс-Гормана). На фиг. 2



Фиг. 2.

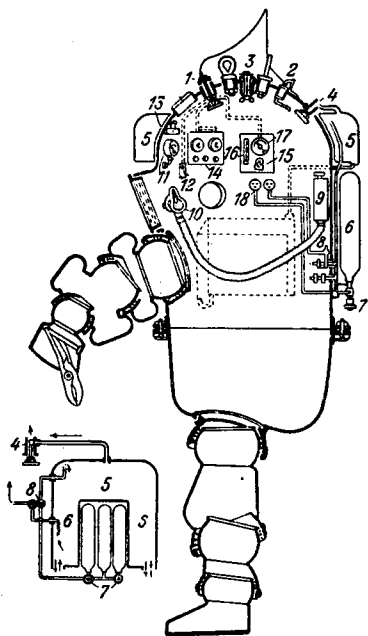
указана схема циркуляции воздуха в аппаратах систем Дрегерера, где 1 и 2—циркуляционные шланги; 3, 4 и 5—баллоны со сжатым воздухом и кислородом; 6—очистительный патрон; 7—инжектор; 8—редукционный клапан; 9, 10 и 11—перекрывающие вентили; 12, 13—трубки, выравнивающие давление; 14—трубка, подающая свежий воздух; 15—распределительный клапан. Основным в них является питание водолаза воздухом или кислородом от баллонов через детандер (понижающий давление клапан) и очистка выдыхаемого водо-

лазом воздуха путем пропускания его через щелочи или щелочной раствор. Засывание воздуха из рубахи производится инжектором, работающим от тех же баллонов. Такого типа аппараты конструируются для работ до 40 м глубины и допускают работу без перезагрузки до 4 часов. Ранец стесняет работу водолаза, особенно при течи, сложная аппаратура с мелкими воздухопроводными трубочками легко м. б. засорена и требует тщательного содержания и проверки; последнее отнимает много времени на приготовление к работе. Специальное водолазное снаряжение для глубоководных спусков появилось 10—15 лет тому назад. В этих аппаратах водолаз находится под обыкновенным атмосферным давлением, а давление воды воспринимается жестким костюмом, представляющим как бы латы; таковы аппараты Ливитта, Макдуфи, Бушмана, Неуфельда и Кунке. Последний, наиболее совершенный, был испытан в 1924 г. на одном из озер баварского Тироля на глубине 200 м, и в нем в 1926/27 г., на глубине 100 м, производились работы по подьему груза с затонувшего парохода у берегов итал. Ривьеры. Модель водолажного аппарата системы Неуфельда и Кунке P-VII показана на фиг. 3 и 4, где 1—ввод телефонного провода, 2—прикрепление подъемного троса, 3—выпускной клапан, 4—вентиляционный клапан, 5—верхний погружательный резервуар, 6—баллон с кислородом, 7—запирательный клапан, 8—распределительный клапан (кислорода), 9—фильтрующий патрон, 10—маска для дыхания, 11—манометр глубины, 12—звонок, 13—компас, 14—телефон, 15—лампа накаливания, 16—термометр, 17—барометр и 18—манометр. Практическое значение такие аппараты имеют лишь при подьеме затонувших грузов большой ценности, так как сам аппарат очень дорог и работа в нем весьма мало продуктивна. Для глубоководных спусков и работы на больших глубинах в обычной мягкой водолазной одежде имеются двойного рода затруднения. С одной стороны, с увеличением глубины повышается давление, а следовательно и воздух должен подаваться водолазу под большим давлением—соответственно глубине погружения. Физическое действие изменения давления переносится водолазом сравнительно легко и ограничивается преимущественно ощущением давления в ушах в первые моменты повышения давления. При быстром спуске давление может вызвать разрыв барабанной перепонки. Исследования различных авторов показывают, что сжатый воздух является вредным, особенно начиная с давлений в 8—9 атм и выше (в зависимости от продолжительности пребывания); это вредное действие зависит от



Фиг. 3.

повышения парциального давления кислорода. Поэтому работа на глубинах более 50 м не м. б. продолжительной. Другим препятствием для работы на больших глубинах является то, что переход от повышенного



Фиг. 4.

давления к нормальному, т. е. подъем водолаза вверх, требует продолжительного времени, во избежание заболеваний. Заболевания эти, называемые декомпрессионными, усиливаются с глубиной погружения и зависят от освобождения в крови и тканях свободного азота в виде пузырьков при поспешной и неправильной декомпрессии. В настоящее время применяется ступенчатый (этажный) способ подъема, разработанный Англ. адмиралтейской комиссией. Способ этот принят у нас в правилах по охране труда при водолазных работах, утвержденных НКТ в 1924 г. Он состоит в том, что подъем производится быстро, но с остановками на некоторых глубинах, на которых водолаз остается от 3 до 20 м. и более в зависимости от времени его пребывания на большей глубине. Места остановок назначены с таким расчетом, чтобы за один прием абсолютное давление не понизилось более чем вдвое: например, при подъеме с глубины 40 м (абсол. давление 50 м вод. ст.) первая остановка на глубине 15 м (абсолют. давление 25 м вод. ст.). Работа на больших глубинах (до 80—90 м) возможна, помимо применения жесткого скафандра, подачи водолазу в мягкой рубашке газа особого состава с пониженным %-ным содержанием

кислорода и заменой азота другим газом, менее растворимым в крови, например гелием; такие опыты ведутся в Америке.

К опасным работам относятся такие, когда водолаз может легко запутаться в сигнале и шланге: внутри затонувшего корабля или на его палубе, на ряжах, подо льдом и на морозе, когда от замерзания шланговых соединений возможна закупорка воздухопроводных шлангов, при работе водолаза на весу в люлке (беседке) под днищем плавающего судна и т. п. Последние работы опасны тем, что водолаз может упасть, причем на небольшой глубине, если соответственно не будет усилена подача воздуха, водолаз м. б. раздавлен наружным давлением воды; тут важно не абсолютное, а относительное повышение давления, почему падение на глубине 5—10 м опаснее, чем на 30-метровой. При избыточной подаче воздуха, вследствие усиленного раздувания костюма водолаз может всплыть на поверхность; при малой глубине это сопряжено с риском, что он разобьется обо что-либо при всплывании, при большой—опасна кроме того быстрая декомпрессия. Трудность работы водолаза под водой, кроме плохой видимости, значительного сопротивления среды движению, неудобного, стесняющего движения костюма, состоит еще в том, что вес изменяется в зависимости от объема воздуха, содержащегося в костюме. Ц. т. перемещается не только от изменения положения корпуса, но и от перемещения воздуха в мягкой оболочке, рубашке. Смена из 3 водолазов, по правилам, работает 6 ч. и из них 4 ч. под водой. Для сношений с водолазом применяется сигнализация условными знаками—подергиванием и встряхиванием веревки. Сношения по телефону применяются при работах, требующих особой осторожности, и при обледенениях, когда нужны непрерывная связь и руководство действующими водолаза сверху.

Инструмент, применяемый для работы водолазом: топор, одноручная пила-ножовка и зубило с молотом для работы по металлу, рычажные ножницы для резки тросов, разные ключи для гаек, скребки для очистки подводной части судна. В последнее время находят все большее применение пневматич. молот, пневматич. сверлилка и автогенные резаки для резки металла под водой. Реверсивные сверлилки м. б. применены и для срезывания толстых свай сверлением дыр в них одной рядом с другой, а молотки—для рубки железа, заклепок и т. п. Автогенные кислородно-водородные резаки системы Флор отличаются от обыкновенных тем, что кроме газов, нужных для резки, подается еще через концентрич. сопло сжатый воздух или кислород, вытесняющие воду впереди резака. В освобожденном от воды пространстве и происходит горение и резка металла. Более или менее точные данные получены при резке упавших в воду пролетных стальных мостов. На 1 м. резки фасонного прокатного железа и клепаных балок можно считать: 2,8 м<sup>3</sup> водорода, 4 м<sup>3</sup> кислорода, 1 рабочий день водолаза, 1/2 рабочего дня инструктора для управления аппаратурой наверху и 1 1/2 чернорабочих для качения на водолазном носсе и для других работ.



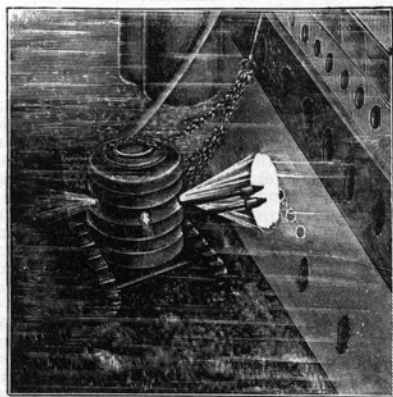
Во всех случаях, когда к тому представляется возможность, ручные работы водолаза под водой д. б. заменены подрывной работой. Наибольшее применение при подводных взрывных работах имеют динамит и аммонал. Форма зарядов и способы их взрывания, правила размещения зарядов и т. д. не отличаются от таковых при надводных взрывах, но размеры зарядов м. б. уменьшены примерно в 2 раза. При подводных взрывных работах заряды преимущественно располагаются непосредственно на поверхности взрывааемых предметов в виду трудности подготовки для них скважин, камер и т. п. Следует обращать внимание на возможно плотное прилегание заряда к поверхности взрываемого предмета. При взрывах на небольшой глубине и необходимости бурить скважины выгоднее бурение производить с поверхности, лишь направляя бур водолазом. При бурении в камне мягкой породы водолазом производительность работы не более 100—200 мм/ч. При производстве взрывов, даже самой небольшой силы, водолазы д. б. удаляются из воды. Взрывы значительные оглушают водолаза и на больших расстояниях: заряд в 100 кг опасен на расстоянии в несколько км. Подрывные работы под водой с успехом м. б. применены при срезывании отдельных свай и кустов их, разборке подводной кладки, расчистке фарватера обжим углублением и взрывом отдельных камней, при работах по извлечению затонувших деревянных и железных судов, обрушенных пролетных строений мостов и т. д. Процент неудачных взрывов под водой несколько выше, чем на сухопутьи, и составляет 10—15%.

Лит.: Курдюмов В. И., Основания и фундаменты, СПб, 1888; Бреннеке Л., Устройство оснований и фундаментов, пер. с нем., СПб, 1901; Кононов А., Учебник по водолазному делу, СПб, 1902; Аинин В. П. и др., Руководство по водолазному делу, Москва, 1927; его же, Глубоководные спуски на внешнем Ревельском рейде, «Морской врач», П., 1917; его же, Патология и гигиена водолазного дела, Л., 1928; Сакович А., Водолазные работы по подъему подводной лодки «Камбала», «Морской сборник», СПб, 1910; Завацкий С. В., Подъем золота с «Лаврентика», «Водный транспорт», Москва, 1928, I; его же, Подводная автомобильная река, «Водный транспорт», Москва, 1924; Дачис К. Н., A Diving Manual and a Handbook of Submarine Appliances, London, 1924; Report of Committee upon the Effects of Deep Water Diving, London, 1908. С. Завяцкий.

Одной из наиболее характерных подводных работ, сопряженных с водолазным обследованием, является удаление скал без помощи взрывов. С этой целью употребляются тяжеловесные ударные приборы, р а с к а л ы в а т е л и. Прибор состоит из массивного стального овального цилиндра, снабженного на конце съемною частью, похожей по форме на голову артиллерийского снаряда, выделываемого из броневой закаленной стали. В нек-рых случаях, при встрече с очень крепкой скалой, вместо остроконечной части употребляют ударную часть по форме зубчатых ударников; такие ударники с зубьями практикуются тогда, когда имеется большое течение, мешающее точно направлять последовательные удары в одну и ту же точку. В обоих случаях ударные приспособления устроены так, что головная часть может заменяться новой без затруд-

нения. Состав стали в этих наконечниках варьирует в зависимости от твердости пород скал. Принцип, по которому работает раскальватель, состоит в том, что сильным паровым шпилем поднимают цилиндрообразный массивный раскальватель на определенную высоту и затем предоставляют ему свободно падать вниз, причем такие удары производят столько раз, сколько требуется для получения нужного эффекта. Средний вывод из многих работ, при крепкой скале, будет около 0,06 м<sup>3</sup> в один удар; принимая в среднем 150 ударов в час, можно считать, что одна машина с раскальвателем в состоянии разбить 7,5 м<sup>3</sup> за час работы, включая сюда время, потребное водолазу на осмотр результатов производящихся разрушений. Вес раскальвателя варьирует в зависимости от твердости грунта. Пятнадцатитонный раскальватель, поднимающийся на высоту 3 м, вполне удовлетворителен при ломке гранита. В сравнительно более мягкой скале, при небольшой глубине, 6-тонный раскальватель дает хорошие результаты. Признаются более действительными тяжелые раскальватели, падающие на короткие расстояния; они лучше легких, падающих с большой высоты. Места для нанесения ударов определяются обыкновенно водолазом и, в зависимости от породы грунта, бывают расположены друг от друга на расстоянии от  $\frac{3}{4}$  до 1 $\frac{1}{4}$  м для плитняка или песчаника, а для гранита около  $\frac{1}{2}$  м. Вся паровая установка раскальвателя обычно ставится на специально приспособляемый плот.

**Водолазные работы при помощи самодвижущегося подводного танка.** К новейшим достижениям в области водолазной техники д. б. отнесено изобретение американск. инж. Джемсона Рено подводного танка



Фиг. 5.

(фиг. 5). Публичные испытания, произведенные на Лонг-Айлендской отмели в Нью-Йорке, а затем подъем с помощью танка канонерской лодки «Scally» дают основание видеть в этом снаряде способ разрешения проблемы глубоководных спусков и подводных работ на сильном течении. Устройство

самого танка представляет собою следующее: это—стальная корпус, нечто в роде рубки подводной лодки, рассчитанный на давление воды около 10—15 *atm*, таких размеров, что внутри могут поместиться электромоторы, телефоны, различные приборы управления, четыре прожектора и два человека команды. Рабочая палуба—2,1 м diam. и 2,7 м высотой; водоизмещение—около 10 т. Стальная корпус танка помещается на платформе, приводимой в движение гусеничным тракторным приводом. Энергия для моторов подается с судна-базы при помощи четырехжильного кабеля. Общий вес танка на воздухе 18 т, после погружения на дно он весит 8 т. Танк опускается с особого лихтера на стреле, трос от которой прикреплен к крыше танка при помощи трех крепких цепей. Питание воздухом аналогично тому, как это делается на подводных лодках, т. е. внутри танка имеются резервуары с сжатым воздухом и с кислородом, к-рые добавляют часть воздуха, израсходованного при дыхании. Впрочем расход этот по существу незначительный, так как имеются очистители воздуха от углекислого газа ( $CO_2$ ), который содержится в продуктах выдыхания. Работа электромоторов сводится к приведению в движение гусеничного тракторного привода, к действию сверл и к работе лебедки. На хорошем грунте работа трактора протекает хорошо и не представляет ни малейших затруднений для маневрирования в желаемом направлении, причем трактор разворачивается на протяжении не многим более своей длины.

Подводная работа состоит в следующем. После погружения танка на дно люди, в нем находящиеся, направляют его параллельно борту затонувшего судна, приблизительно на расстоянии 1,2 м. Если пасмурно или на грунте темно вследствие большой глубины погружения, то пускают в действие прожекторы. Выключают сверла, и их стержни выдвигаются вперед до соприкосновения с бортом поднимаемого судна. Сальники предохраняют от попадания воды через отверстия штоков сверл. Обычно дыры высверливаются 127 мм diam., причем на каждое высверливание тратится не более 9 м., включая сюда передвижение самого танка. Точность работы такова, что ошибка в промежуток высверливаемых отверстий не превосходит 25 мм. Дыры в борту судна засверливаются группами по четыре—так, чтобы в каждой шпации (пространство внутреннего борта судна, ограниченное двумя шпангоутами) находилось по две дыры и вся подъемная тяга понтона принималась участком, ограниченным тремя шпангоутами. Когда танк обойдет кругом всего судна и выполнит свою работу по сверлению, он переходит к новой задаче—соединить затонувшее судно с вертикальными понтонами, служащими для подъема. От каждого понтона идет вниз стальной тросовый канат, конец к-рого заканчивается 4 крюками. При помощи особого подхвата танк забирает все 4 крюка сразу и вставляет их в 4 высверленные отверстия. Благодаря некоторой положительной пловучести, имеющейся у понтона, получается достаточное натяжение ка-

ната и сцепление с затонувшим судном. При операции вставления крюков в высверленные дыры кроме подхвата участвует еще лебедка, стоящая на платформе в задней части танка. На барабане лебедки навит трос, конец которого прикреплен к полкаву. Когда танк занимается сверлением, полкавок туго подтянут к барабану лебедки, но когда приступают к присоединению понтона, то дают вращение лебедке, развивают трос, и буюк всплывает на поверхность. Пока наверху присоединяют понтон к тросу от лебедки, танк маневрирует таким образом, чтобы стать к борту судна тыльной стороной, на одной линии с группой дыр, и подтянуть своей лебедкой трос: крюки окажутся вдетыми в особые Т-образные подхваты, управляемые изнутри танка. Танк передвигается до тех пор, пока крюки не окажутся у самих дыр, и тогда подхваты вталкивают их туда. Для боковых незначительных перемещений подхваты имеют регулирующие приспособления. Вся операция не составляет трудностей, несмотря на то, что весь комплект крюков и тяг весит больше тонны. Когда т. о. один понтон присоединен, танк переходит на другое место для работы со следующим и т. д., пока не будут установлены все понтоны. Тракторный механизм снабжен такой передачей, что движение танка происходит с весьма небольшой скоростью, всего около 9 м/мин, но это способствует точности манипуляций со сверлами.

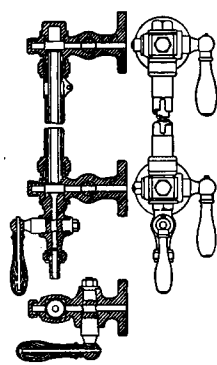
Вертикальные понтоны, употребляемые при работе с подводными танками, изготовляются из стали, подобно цилиндрическим, размерами в diam. 4 м и высотой в 9 м. Водоизмещение такого понтона ок. 100 т. Такие понтоны имеют в верхней части пару обухов, за к-рые их берет кран и опускает в воду в вертикальном положении. При этом воздушный клапан в верхней части понтона открывается для выпуска воздуха до известного предела. Чтобы обеспечить понтон от невольного затопления, в верхней части понтона всегда оставляют определенное количество воздуха. От грузовой ватерлинии по длине понтона проходит Т-образная наделка до той точки днища, к-рая пересекается с его центральной осью. На эту наделку надевается собачка, гибко соединенная с тросом от буйка. Находящимся в танке телефонируют, что они могут начать выбирать трос с буйком. Собачка проскальзывает по Т-образной наделке до дна понтона и останавливается на центральной вертикальной линии. Понтон, заполненный водой почти до предела пловучести, подтягивается лебедкою танка до необходимой глубины, где особый подхват забирает все 4 понтонные крюка с подъемного каната и вставляет их в высверленные отверстия в борту затопленного судна. Танк весит в воде ок. 8 т, и вес его превосходит пловучесть заполненных понтонов только на 2 т, но этого совершенно достаточно, чтобы лебедка могла подтянуть к себе понтон. Стальной канат, к к-рому прикреплены крюки, соединен с понтоном следующим образом: внутри корпуса понтона, ниже его центра тяжести, приклепан и приварен специальный бандаж по всей его периферии. К этому бандажу и

присоединен стальной подъемный канат с крюками. Дальнейшее действие понтонов состоит в том, что от нагнетания в них воздуха компрессорами по воздухопроводным трубкам, прикрепляемым к головной части понтона, они получают пловучесть, всплывают и вместе с собою увлекают затопленное судно. Время, потребное для всей описанной операции, коротко, особенно если сравнить его с тем, что потребно для обычных водолазных работ: сверление дыр быстрое, помещение крючей на место — очень простая операция, а наполнение понтонов воздухом зависит лишь от мощности компрессорной установки. При крупной морской волне спуск и подъем танка с помощью стрелы представляет значительные трудности, что составляет отрицательную сторону пользования этим снарядом.

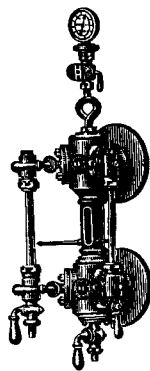
**Техника безопасности.** В виду крайней опасности В. д. правила НКТ СССР ставят ряд определенных требований для производства водолазных работ. К этим работам допускаются только вполне здоровые люди в возрасте от 20 до 40 лет, после медицинского освидетельствования. Не реже двух раз в год и после каждого заболевания водолазы должны подвергаться медицинскому освидетельствованию, результаты которого записываются в имеющуюся у каждого из них санитарную книжку. Устройство и оборудование водолазной станции должно удовлетворять определенным требованиям. При спуске водолаза на баркасе выкидывают днем два красных флага, а ночью — красный фонарь для предупреждения проходящих судов о необходимости соблюдения осторожности. При спуске водолаза под лед д. б. сделана прорубь, укреплен спусковой трап, настланы кругом проруби доски и устроена защита от ветра. Правилами установлены определенные приемы сигнализации веревкой. Нормальное рабочее время водолаза — 6 часов, из которых для работы под водой — не более 4.

**П. Сивов.**  
**ВОДОМЕРНОЕ СТЕКЛО,** прибор для определения высоты уровня воды в котле, состоящий из стеклянной трубки, которая закрепляется между двумя кранами, ввинченными в днище горизонтального или в стенку вертикального котла (фиг. 1). Верхний кран сообщается с паровым пространством котла, нижний — с водяным; уровень воды в В. с., по закону сообщающихся сосудов, будет находиться на той же высоте, как и в котле. Стеклянная трубка закрепляется между двумя кранами для того, чтобы в случае ее поломки краны можно было закрыть и переменить стеклянную трубку. В нижней части В. с. ставится еще третий кран — спусковой. Манипулируя кранами, проверяют правильность действия В. с. Проверка В. с. должна быть производима возможно часто и обязательно при каждой смене кочегаров, т. к. возможное засорение В. с. ведет к неверным показаниям уровня воды в котле и несвоевременному его питанию, что может повлечь накаливание котла и его взрыв. Для предупреждения возникновения опасных напряжений в стеклянной трубке при ее деформации от нагрева на оба ее конца надевают резиновые кольца,

которые и зажимаются в сальниках кранов. Нужно следить за тем, чтобы при зажатии сальника резина не выдавливалась внутрь канала и не закупоривала его; для предупреждения этого в нижней части сальника



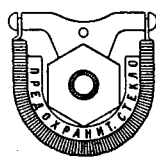
Фиг. 1.



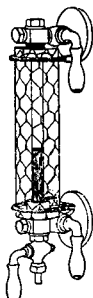
Фиг. 2.

ставят гильзу, к-рая входит внутрь стеклянной трубки. Конструкция кранов должна предусматривать возможность легкой прочистки их. Краны В. с. прикрепляются или непосредственно к котлу или к специальной колонке, на которую также ставят манометр и пробные краны (фиг. 2). Поставленные на колонке стекла не так легко лопаются; кроме того и уровень воды в колонке стоит спокойнее, чем в котле. В случае поломки В. с. для предупреждения ранений персонала, обслуживающего котельную, применяют предохранительные приспособления в виде внешних металлических или стеклянных чехлов, назначение которых состоит в том, чтобы при поломке стеклянной трубки отклонить к фасаду котла осколки стекла и струю вытекающей смеси пара и воды.

Лучшими приспособлениями для этого являются предохранительные стекла, в толще к-рых помещается металлическая сетка; стекла эти, полукруглого сечения, прикрепляются спиральными пружинами к оправе



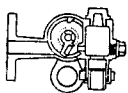
Фиг. 4.



Фиг. 3.

В. с. (фиг. 3 и 4). Кроме того применяются самозапирающиеся краны, изображенный на фиг. 5 и 6. При нормальной работе, под действием тяжести рукоятки, клапан крана находится в положении, указанном на фиг. 5, причем рукоятка расположена вертикально. В момент поломки стекла давлением пара клапан прижимается к отверстию канала крана В. с., как это показано на фиг. 6.

Стенки В. с. испытывают напряжения не только от давления, равного давлению в котле, но также и от деформации из-за неравномерного нагрева стекла, при котором внутренние слои стекла расширяются больше, чем наружные. Это привело Шотта (в Иене)



Фиг. 5.

к мысли изготавливать эти трубки из двух накладных слоев стекла, из к-рых внутренний имеет меньший коэффициент термического расширения, а внешний — больший. Шотт применял для водомерных трубок составы стекла марки 59''' и 16'''; линейный коэффициент термического расширения стекла 59''' равен  $56,7 \times 10^{-7}$ , а стекла 16''' —  $76,9 \times 10^{-7}$ .

Внутренний слой водомерной трубки изготовлен из стекла марки 59''', а внешний слой из стекла марки 16'''.

В 1891 г. появилось стекло Фербанд-Робакс; впоследствии Шотт выпустил стекла под названием Дуракс и Дуробакс. Анализ стекла Дуракс следующий: 75,6% SiO<sub>2</sub>, 3,3% Na<sub>2</sub>O, 0,4% K<sub>2</sub>O, 0,1% CaO, 5,6% Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, 14,3% V<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 0,4% ZnO. Водомерные трубки Фербанд-Робакс лопаются при обрызгивании их холодной водой лишь при давлении в котле 15 atm, водомерные трубки Дуракс — при 27 atm, Дуробакс — при 31 atm.

Помимо указанных конструкций следует отметить В. с. Клингера, которое представляет собою чугунную или латунную коробку со вставленной спереди плоской стеклянной плиткой. К задней стенке коробки прикреплена полированная пластинка, а стеклянная плитка снабжена продольными выступами треугольного сечения, отражающими лучи света. Благодаря этому та часть прибора, которая занята водой, кажется темной, а паровое пространство — блестящим. Прибор Клингера можно включить в имеющиеся опоры кранов для В. с., но при этом высота водяного столба получается малой и наблюдения за правильным уровнем воды затрудняются. В виду этого Клингер предложил специальную опору без сальников. Недостатком водомерного стекла Клингера является постепенное его загрязнение и потускнение вследствие отложения грязи; поэтому прибор снабжается специальной щеткой для прочистки его внутренней поверхности.

В. с. должны удовлетворять следующим утвержденным Научно-техническим комитетом НКПС техническим условиям приемки их: 1) стекла д. б. из плотной, однородной, прозрачной массы и не должны иметь видимых недостатков — пузырей и т. п.; 2) д. б. правильной цилиндрич. формы; правильность наружной поверхности проверяется кронциркулем или шаблоном и линейкой, причем к приемке допускаются стекла со стрелкой прогиба не большей 0,004 от длины стекла; 3) размеры В. с. должны соответствовать размерам заказа с допусками по длине  $\pm 0,5$  мм, по наружному диаметру  $\pm 1$  мм и по толщине стенок  $\pm 0,5$  мм; 4) В. с., работающие под давлением, должны выдерживать давление пара в 10—15 atm.

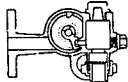
Для осмотра и обмера В. с. делятся на партии по 100 шт., и от каждой партии берется 2% стекол. В. с., работающие под давлением и удовлетворяющие условиям 1—4, в том же количестве подвергаются испытанию на прочность при деформации от разности t°. Испытание производится в продолжение 1 часа, под давлением пара в 10—15 atm, причем стекла при обрызгивании их через каждые четверть часа водой t° ок. 10° не должны трескаться.

Лит.: Г а р л е н к о А., Паровые котлы, Москва, 1907; Д е й л Г. Ф., Паровые котлы, сборник «Охрана жизни и здоровья в пром.», ч. 1, вып. 2, П., 1914; Ш р е т е р В. Н., Паровые котлы и пароприемники, сборник монографий «Безопасность труда», вып. 6, М., 1926; Л о м ш а к о в А. С., Испытание паровых котлов и машин, Л., 1927; Н о е д е г Н., Die Dampfkessel, Wiesbaden, 1923. И. Кнута Городецкий.

### ВОДОМЕРНЫЕ НАБЛЮДЕНИЯ, ПЕРИОДИЧЕСКИЕ ИЗМЕРЕНИЯ ВЫСОТЫ СТОЯНИЯ ВОДЫ

естественных или искусственных водных источников и регистрации состояния их водной поверхности (ледостав, ледоходы, волнение и т. п.). Колебания горизонтов воды обуславливаются метеорологическими данными водного бассейна: t° воздуха и количеством атмосферных осадков. Характер колебаний зависит от рельефа бассейна и условий питания водного источника. В горных реках, берущих свое начало в ледниках, колебания горизонтов воды значительнее, чем в равнинных реках, питающихся грунтовыми водами. Цикл колебаний начинается зимой, когда накапливается снежный запас, питающий собою реки; весной, во время таяния снегов, этот запас в значительной своей части расходуется и вызывает повышение горизонтов, *наводки* (см.); летом, в период жары, наступает время низких межених вод, когда реки питаются главным образом за счет грунтовых вод; наконец осенние дожди вновь вызывают некоторый подъем воды. В горных реках наиболее низкие воды бывают зимой, в период наибольших холодов, а высокие — летом, когда происходит таяние ледников и снега на вершинах гор. В горных реках замечаются кроме того и периодические колебания горизонтов воды в течение суток: после полудня, когда под влиянием солнечных лучей происходит таяние снега и льда, замечается некоторый подъем воды. Графики колебаний горизонтов воды в одном и том же месте какой-нибудь реки за отдельные годы показывают, что помимо годовой цикличности существует еще и многолетняя. Наличие многолетних колебаний уровня воды приводит к необходимости длительных В. н. для получения обоснован. выводов о режиме реки.

Место на водном источнике, где производится В. н., оборудованное для их производства, называется водомерным постом. При гидротехнических работах водомерный пост устанавливается у места расположения отдельных крупных сооружений; при выяснении норм водопользования — выше или ниже отводящих каналов; при изучении общих условий стока и водных



Фиг. 6.

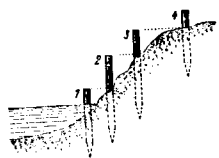


Фиг. 1.

запасов реки—в характерных точках последней (фиг. 1): у образования главного русла *A*, при выходе реки на равнину у впадения крупных притоков *B*, в местах перелома продольного профиля *D* и т. п. Водомерный пост должен быть установлен на участке с возможно более правильным, установившимся режимом водного источника. Для рек условиями такого режима считаются параллельность берегов и струй, неизменчивость русла, а также отсутствие порогов и отмелей.

Наиболее употребительным типом водомерного поста является рейка с нанесенными на ней делениями (обычно в см или сотках), прикрепленная вертикально или наклонно к устью моста, набережной или к вбитой в дно водного источника свае. Такой пост называется речным.

С в а й н ы й водомерный пост (фиг. 2) состоит из ряда свай, забитых на берегу в направлении, нормальном к течению реки, и



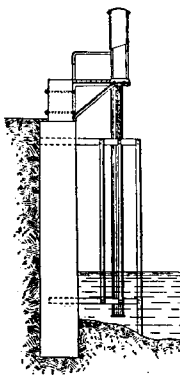
Фиг. 2.

выступающих до 1 м над поверхностью земли. В. н. состоит в измерении осевой переносной рейкой расстояний от горизонта воды до головки ближайшей сваи и записывании номера сваи. Свайные посты устанавливают обычно на реках с большими колебаниями горизонтов, неустановившимися, подмываемыми берегами и с бурными паводками, проносящими карчи. Речной пост при этих условиях может быть легко снесен или же стать недоступным для наблюдения, тогда как снос отдельных свай не лишает возможности продолжать наблюдения.

При обрывистых, недоступных берегах или при наличии мостов В. н. производят часто при помощи особой цепи с грузом, опускаемой от определенной точки берега

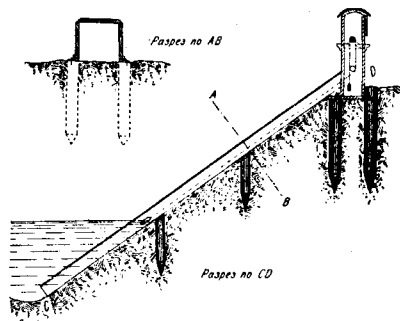
или моста до уровня воды. Такой тип поста называется мостовым или цепным. Если груз заменить полым цилиндром, загруженным дробью так, что его уд. в. немного больше единицы, и подвесить цилиндр к пружинным весам, укрепленным неподвижно, то каждому уровню воды будет соответствовать определенное деление шкалы весов. Такая вешевая рейка сист. Глушкова установлена на Аральском море.

В тех случаях, когда требуется особая точность В. н., устанавливают самопишущ. приборы—лимниграфы (см. *Гидрометрические приборы*). Обычный тип лимниграфа состоит из поплавка, подвешенного на гибкой проволоке к шкиву,



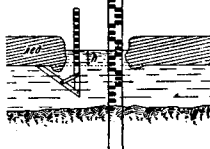
Фиг. 3.

присоединенному посредством передаточного механизма к перу. Последнее чертит в уменьшенном масштабе на графленой бумаге, прикрепленной к вращающемуся с определенной скоростью барабану, диаграмму колебаний горизонтов воды. Поплавок лимниграфа помещается в особой трубе, прикрепляемой на консолях к набережной, к устью моста или к забитой в реке свае (фиг. 3). В зависимости от характера русла и берегов лимниграфы устанавливают еще в особой нише или на берегу, соединяя лимниграф с рекой коленчатой трубой, наклонной подводящей трубой (фиг. 4) или сифоном.



Фиг. 4.

В горных реках, где суточные колебания горизонтов воды достигают значительной величины, но бывают непродолжительны, устанавливают особые приборы для автоматических записей наивысших горизонтов. Это—или поплавки, прикрепленные к рейке и не могущие опускаться от достигнутого ими уровня благодаря действию особых задерживающих механизмов, или же помещаемые в особой трубе рядом с водомерной рейкой бумажные ленты с нанесенной на них гектографич. чернилами или химич. карандашом вертикальной чертой, которая размывается водой и тем показывает наивысший уровень, до которого последняя поднималась. Зимой, при ледоставе, для производства В. н. пробурывают во льду особые лунки. При значительной толщине льда в непосредственные отсчеты по рейке необходимо ввести поправку на высоту слоя воды в проруби от нижн. поверхности льда, которая измеряется особой речечкой (фиг. 5).



Фиг. 5.

Для всех типов водомерных постов необходимо точное установление нуля поста. Для речных постов обычно нуль поста совпадает с нулем рейки, для свайных—с головкой нижней сваи. Обычно при установлении водомерных постов стремятся к тому, чтобы нуль поста был по возможности близок к наиболее низкому горизонту воды.

Частота В. н. колеблется—от непрерывности (при лимниграфе) до одного раза в неделю и реже. Чаще всего В. н. производят ежедневно, один или три раза в сутки. Общепризнанных норм для назначения частоты В. н. не имеется, и она определяется в отдельных случаях в зависимости от цели В. н. и от требуемой точности их. В. н. заносится наблюдателем в постовой журнал и пересылаются, обычно раз в месяц, в центральное учреждение, ведающее В. н. Последнее печатает результаты В. н. в особых периоды. бюллетенях и ежегодниках. Кроме ежедневных отклонений горизонта от нуля поста, приводятся еще наиболее характерные месячные горизонты, как то: нависший и наименьший, средний, наиболее частый и др. (см. *Горизонты воды*). Те же данные приводятся и для целого календарного года (иногда для года гидрологического, т. е. за время с начала зимы—начала накопления снежных запасов, являющихся главным источником питания рек). В. н. позволяют судить о многоводности отдельных водных источников, проходе высоких вод и т. п. Многолетние В. н. дают представление об общем режиме водных источников—на основании их строится *водное хозяйство* (см.) данной территории.

Лит.: Колупайко Ф. И., Матер. для курса гидрометрии, вып. 2 (литогр.); егоров, Укаат, лит. по гидрометрии, Москва, 1921; Handbuch d. Ingenieurwissenschaften, T. 3.—Der Wasserbau, B. 1.—Die Gewässerkunde, Lpz., 1911. А. Фесен.

**ВОДОМЕРЫ**, приборы для измерения расхода воды. Для правильного ведения как в техническом, так и в экономическом отношении водопроводного хозяйства необходимо учитывать воду, подаваемую водоподъемными станциями, и воду, отпускаемую потребителям. Разница между количеством подаваемой воды и количеством отпускаемой потребителю составляет неучитываемый расход воды, т. н. утечку, которая определяет, с одной стороны, технич. состояние водопроводных сооружений, с другой,—экономическ. выгоду эксплуатации. В. служат для контроля технич. состояния водопроводного хозяйства и измеряют потребление и подлежащую оплате воду; они должны иметь достаточно надежную конструкцию, работать с определенной точностью и не понижать значительно нормальн. напора воды в сети. Для измерения больших количеств воды, подаваемых насосными станциями в сеть труб, а также для измерения больших расходов воды в самой сети применяют В. двух систем—Вентури и Вольмана.

В. системы Вентури и (фиг. 1) применяются для измерения расхода воды в трубах диаметром от 150 до 1200 мм и выше. Действие В. основано на том гидравлическом принципе, что при вводе в суженную часть трубы скорость воды в последней увеличивается, а пьезометрическое давление уменьшается по формуле Бернулли:

$$\frac{v^2}{2g} + \frac{p}{\gamma} = \frac{v_0^2}{2g} + \frac{p_0}{\gamma},$$

где  $v$ —нормальная скорость в трубе и

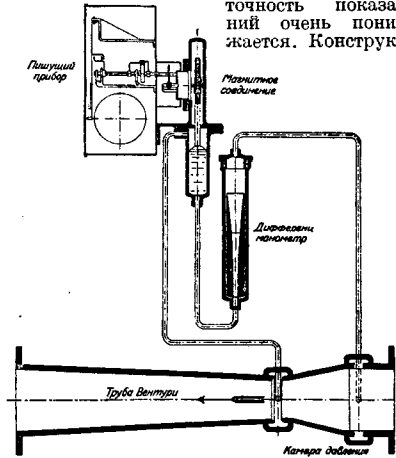
$p$ —давление в ней, а  $v_0$ —скорость в суженной части трубы и  $p_0$ —давление в этом месте,  $\gamma$ —удельный вес воды. На основании этой ф-лы расход воды  $Q = F \cdot v = F_0 \cdot v_0$ , где  $F$  и  $F_0$ —площади сечения трубы нормальной и суженной, определяются по формуле:

$$Q = k \sqrt{p - p_0},$$

где

$$k = F \cdot F_0 \sqrt{\frac{2g}{\gamma(F^2 - F_0^2)}}.$$

Следовательно расход воды в такой трубе будет пропорционален корню квадратному из разности давлений в нормальной и суженной части трубы. Обычно сужение сечения в трубе Вентури делается равным  $\frac{1}{9}$  площади сечения нормальной трубы. В. этой системы учитывают проходящую через них воду с точностью до 3—5%, если соотношения между максимальным и минимальным количеством воды не выходят за пределы 15:1. При малых количествах воды точность показаний очень понижается. Конструк-

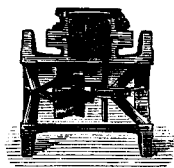


Фиг. 2.

ция водомера представляет конически суживающуюся и затем конически расширяющуюся трубу, вставляемую на фланцах в водопроводную трубу, расход воды по к-рой необходимо учесть (фиг. 2). От суженной и нормальной частей трубы Вентури отводятся пьезометрические трубки к регистрирующему аппарату, показывающему на основании разности давлений в трубках расход воды в трубе Вентури. Регистрирующий аппарат с гидравлич. или электрич. передачей и часовым механизмом показывает обычно как секундный расход воды, так и общий и вычерчивает диаграмму расхода. Производительность водомера системы Вентури характеризуется следующими данными:

Диаметр труб в мм	Макс. час. расх. в м <sup>3</sup>	Диаметр труб в мм	Макс. час. расх. в м <sup>3</sup>
150	80—200	500	700—1800
200	150—350	700	1500—4000
300	300—700	900	2500—8000
400	500—1200	1000	3000—7000

Водомер системы В о л ь т м а н а (фиг. 3), употребляемый также для измерения больших расходов воды, построен по принципу скоростных В. и состоит из короткого цилиндрического корпуса, в к-ром на горизонтальной оси вращается спиральное колесо. Число оборотов этого колеса прямо пропорционально количеству протекающей по



Фиг. 3. Водомер Вольмана.

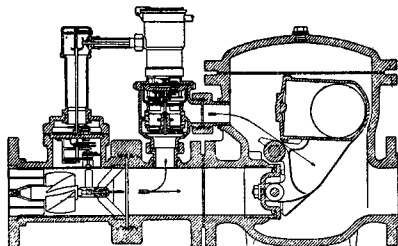
трубе воды, по ф-ле  $Q = F \cdot a \cdot n$ , где  $F$  — площадь сечения трубы,  $a$  — шаг спирального колеса,  $n$  — число об/ск.,  $Q$  — расход воды в ск. Вращение спирального колеса передается посредством винтового зацепления системе колес часового механизма и стрелкам циферблата, на котором и показывается количество пропущенной воды. Вода, проходящая через В., почти не теряет своего первоначального напора, и поэтому В. этой системы могут применяться и при очень малых давлениях воды. Обычно В. ставят меньшего диаметра, чем труба, и соединяют с последней коническ. патрубками. При нормальном расходе воды точность показаний В. довольно высока и ошибки не превышают  $\pm 2\%$ . Водомеры системы Вольмана строятся диаметром от 50 до 750 мм. Размеры и пропускная способность этих водомеров показаны в табл. 1.

Табл. 1.—Размеры и пропускная способность В. системы Вольмана.

Диам. труб в мм	Диам. водомера в мм	Допускаемый расход воды в м <sup>3</sup> в 1 ч.		Миним. расход в м <sup>3</sup> в 1 ч. при предельной точности $\pm 2\%$
		при нормальном продолжительном расходе	при максимальном кратковременном расходе	
50—100	50	13	32	1,2
80—175	80	40	95	2,5
100—225	100	67	158	4,5
150—300	150	160	380	6,5
200—400	200	285	640	10,5
250—500	250	410	1 000	20,0
300—600	300	600	1 400	30,0
400—800	400	1 125	2 700	45,0
500—1 000	500	1 650	4 000	60,0
750—1 200	750	3 650	8 900	125,0

Комбинированные В. При значительном колебании в расходе воды и падении его ниже минимума применяются комбинированные В., представляющие соединение вольмановского В. с малым крыльчатим В.; оба В. связаны особым переключающим приспособлением. Большой и малый водомеры в разных системах работают или параллельно или последовательно. Конструкция комбинированного В. с параллельным соединением состоит из малого В., соединенного с трубой вольмановского В. через переключающий клапан. Действие переключающего клапана заключается в следующем: при малых расходах воды качающийся клапан своим весом закрывает отверстие, сообщающее трубу с В. Вольмана, и вода идет через малый В.; при увеличившемся расходе воды клапан откидывается ее струей и открывает проход В. Вольмана.

Для учета общего колич. прошедшей воды необходимо суммировать показания обоих счетчиков. В другой конструкции (фиг. 4) соединены главный и вспомогательный В. последовательно, и переключающий клапан помещается за основным В. Оба В. кроме своих контрольных счетчиков имеют общий счетчик, соединенный с В. по принципу

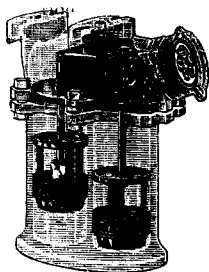


Фиг. 4. Комбинированный водомер с последовательным соединением.

свободного колеса, так что на нем отсчитываются показания только работающего в данное время В. При малых расходах воды последнего, не приводя в движение счетчика главного В., при закрытом шаровом клапане, изменяет свое направление и проходит через вспомогательный В., отсчитывающий показания на главном счетчике. При больших расходах воды, при открытом клапане, вся вода проходит через главный В.

В. для учета обычных количеств потребляемой воды в пределах от 40 до 20 000 л в 1 час изготовляются самых разнообразных конструкций. Основными группами этих В. являются В. объемные и В. скоростные. Объемные В. конструируются как поршневые, так и дисковые. Скоростные В. основаны на том же принципе, что и В. системы Вольмана, т. е. на принципе вращения протекающей водой крыльчатых колес, турбин и винтовых лопастей.

Поршневой В. системы Фраже (фиг. 5) состоит из двух вертикальных цилиндров, в которых ходят поршни, и из распределительной коробки; сверху все закрывается крышкой, со входным и выходным отверстиями для воды и счетным механизмом. Так. обр. оба поршня, работая последовательно, проталкивают всю учитываемую воду. Один из золотник. штоков соединен собачкой и храповым колесом с механизмом счетчика, отмечая таким образом на циферблате последнего объем четырех ходов поршня. Водомеры этой системы учитывают малейшие расходы воды и являются очень точными и долговечными механизмами. Недостатками их являются: большой вес и громоздкость, сложность

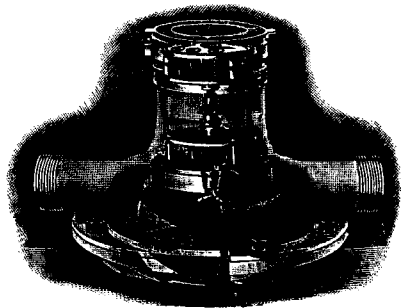


Фиг. 5. Водомер системы Фраже.

механизма, требующего дорогого ремонта, большая цена, возможные случаи самопроизвольного заграждения воды при остановке поршней в мертвом положении и большие потери напора в них. Нормальная суточная производительность водомера системы Фраже при давлении в 3 атм характеризуется следующими данными:

Калибр водомера в мм	Производительность в м <sup>3</sup>
10	0,5—0,8
15	0,8—1,5
20	1,5—4,0
30	4,0—12,0
40	12,0—30,0
60	30,0—80,0

Д и с к о в ы е В. (фиг. 6), относящиеся к типу объемных, состоят из сферической камеры, разделенной пополам подвижным плоским диском, качающимся на шаровой опоре и скользящим своими краями по поверхностям двух усеченных конусов. Вода, проходя через В., поворачивает диск, заполняя



Фиг. 6. Дискный водомер.

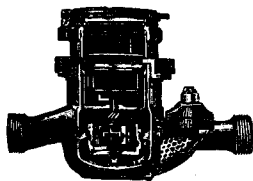
освобожденный им объем в камере; каждый поворот диска передается посредством стержня, укрепленного в шаровой опоре, счетному механизму, отсчитывающему посредством системы шестерен на циферблате количество пропущенной воды. Этот тип объемных В. отличается простотой конструкции, но подвергается быстрому износу, так как плотно пригнанный к гнезду шарик диска и плоскости его при попадании песчинок стираются и начинают пропускать воду в образовавшиеся зазоры. Суточная производительность дискных водомеров характеризуется след. данными:

Калибр водомера в мм	Производительность в м <sup>3</sup>
10	1,0
20	5,0
30	10,0
40	20,0

Степень точности показаний прибора  $\pm 2\%$ .

Самыми распространенными В. как за границей, так и в СССР являются скоростные В. С к о р о с т ы е В. изготавливаются разнообразных систем, но конструкции всех их в общем однородна. В. (фиг. 7) состоит из бронзового корпуса, имеющего входной и выходной патрубки с резьбой, посредством которых он включается в водопроводную сеть. Входной патрубок снабжен сеткой, имеющей назначение задерживать твер-

дые частицы, попадающие в воду; эта сетка может выниматься для чистки. В корпусе В. в особой медной коробке помещается крыльчатое колесо, сделанное обычно из целлюлонда, с несколькими лопастями. Это колесо вращается на вертикальной оси, которая опирается для уменьшения трения на подпятник из агата или эбонита. Ось соединена шестеренной передачей со счетным механизмом, который сконструирован по типу обшк. часового механизма и состоит из системы шестерен, со стрелками на конечных шестернях, показывающими на эмальном циферблате единицы, десятки, сотни, тысячи, десятки тысяч, сотни тысяч м<sup>3</sup>. Во избежание ржавления шестерни и оси делаются из никеля и вращаются в агатовых подпятниках и эбонитовых втулках. Скоростные В., изготавливаемые в Германии, стандартизированы в деталях, и каждый размер В. имеет определенную длину патрубков, чем упрощается перестановка В. на водопроводной сети. Скоростные В. обладают большой точностью показаний; ошибка нормально не более  $\pm 2\%$ . Потеря напора в них минимальная; она почти в 2 раза меньше, чем в объемных В. Пропускная способность водомера характеризуется количеством пропускаемой В. воды в м<sup>3</sup> в 1 час при потере напора в 10 м; по этому характерному расходу В. и классифицируются. В табл. 2 приведены данные для скоростных В.



Фиг. 7. Скоростный водомер.

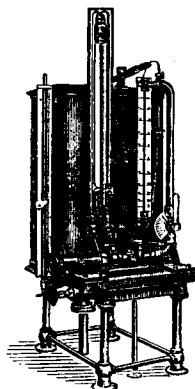
Табл. 2.—Пропускная способность скоростных водомеров.

Характерный расход в 1 ч.	Впускное отверстие водомера в мм	Допускаемая нагрузка в м <sup>3</sup>		Точность показаний $\pm 2\%$ при расходе в л в 1 ч.
		в день	в час	
2	10	4,0	1,0	50,0
3	15	6,0	1,5	70,0
5	20	10,0	2,5	80,0
7	25	14,0	3,5	90,0
10	30	20,0	5,0	140,0
20	40	40,0	10,0	170,0

Для проверки расхода воды в домах в течение суток с целью установления правильного калибра водомера или проверки правильности показаний существующего, а также для проверки исправности водопроводной сети и определения утечки воды в ней употребляются контрольные саморегистрирующие В. Эти В. такой же конструкции, как и В. системы Вольгмана, комбинированные и другие, но снабжены кроме обычного счетчика саморегистрирующим аппаратом в виде барабана, приводимого в движение часовым механизмом и стержнем с пишущим пером, которое передвигается параллельно оси барабана пропорционально прохождению воды через В. Расход воды в течение суток вычерчивается автоматически на бумаге барабана. Водомеры для учета



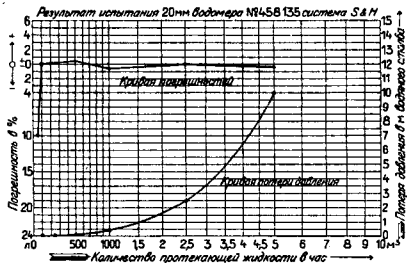
потребляемой в доме воды ставят на подводящей водопроводной трубе в отапливаемом помещении за первой же со стороны входа стеной здания или в специальном колодце. В. считается работающим правильно, если ошибка в показаниях не превышает  $\pm 3\%$  действительного израсходованной воды. Периодически, через 2—3 года, В. поверяют контрольным В. или на месте или в мастерской, для чего В. снимают, с заменой его другим. Показания счетчика В. служат основанием для оплаты потребленной воды. Снимаемые в случае порчи или для периодической поверки В. поступают в ремонтную мастерскую, где разбирают и очищаются от грязи как механич. способом, так и разными химич. составами (едкий натр, соляная к-та). Эбонитовые и целлюлозные части, а также счетный механизм моют только в тепловатой содовой воде. Очищенные части тщательно проматривают, изношенные заменяют новыми или ремонтируют, корпуса испытывают гидравлическим давлением в 15 atm на прочность и непроницаемость. После ремонта и сборки водомер подвергают поверке на контрольных станциях. Контрольный аппарат (фиг. 8) состоит из мерного железного бака с поверочным столом и трубопроводом. Мерный бак снабжен указательным водомерным стеклом со шкалой,



Фиг. 8.

деления которой показывают объемы воды в баке; к баку же прикреплены ртутный и водяной манометры, показывающие давление воды и потери напора. На поверочном столе устроено приспособление для строгозакрепления испытываемого водомера посредством нажимного винта. Через части этого приспособления В. соединяется трубопроводами с мерным баком, причем подводящая труба идет от дна бака, а отводящая поднимается на верх бака, и так. обр. за В. имеется всегда известное противодействие, что необходимо для получения правдивых результатов испытания. Так как В. должен испытываться на переменные расходы воды, то в отводящую трубу включают особые калиберные шайбы с отверстиями, дающими определенный расход при постоянном давлении. Вместо калиберных шайб можно применять особый кран. Поверка В. обычно сводится к следующим операциям: а) определение пропускной способности В. при потере напора в 10 м водяного столба; б) установление точности измерений при разных количествах протекающей воды при полной нагрузке, 50%, 25% и 10% от нее; в) определение предела точности показаний В., т. е. при каком минимальном количестве воды В. показывает с предельной точностью ( $\pm 2\%$ ); г) опреде-

ление предела чувствительности, т. е. при каком минимальном количестве воды В. начинает работать; д) установление постоянства показаний В., т. е. невосприимчивость его к быстрому изменению давления и расхода воды. Для наглядности результаты поверки В. наносят на диаграмму (фиг. 9), по



Фиг. 9.

оси абсцисс которой откладывают количества проходящей воды в час в м<sup>3</sup>, а по оси ординат—потери напора в водомере и процент неточности, соответствующие каждому количеству воды. Применение водомеров на водопроводной сети для расчетов между потребителями и поставщиками воды регулируется особыми правилами, принятыми Главной палатой мер и весов, а также постановлениями водопроводных и санитарно-технических съездов.

Лит.: Каравай С. Л., Водомеры, Москва, 1927; Кашкаров Н. А., Курс водоснабжения, Москва, 1926. Н. Гуцлин.

**ВОДОНАПОРНЫЕ РЕЗЕРВУАРЫ**, для регулирования переменного расхода воды и для поддержания постоянного напора в сети при водоснабжении. Подача воды водоподъемными станциями происходит, в целях наимыгоднейших условий работы насосов, обычно равномерно в течение всех суток или же в продолжение определенного числа часов. Между тем потребление воды в городе постоянно меняется в течение суток, достигая максимума в утренние, дневные и вечерние часы и падая до минимума в ночное время. В зависимости от расхода воды меняется и потеря напора в трубах.

Высота В. р. определяется в зависимости от необходимой высоты свободного напора в сети над уровнем земли, от рельефа местности и величины потери напора в трубах. В. р. строят обыкновенно на наиболее высоких местах города для уменьшения их собственной высоты. Емкость В. р. определяется в зависимости от степени неравномерности расхода воды, от производительности подоподъемных машин и числа часов их работы. Для точного определения емкости В. р. составляют таблицу или график суточного расхода воды по часам суток и подачи воды насосами. Объем В. р. должен быть такой, чтобы при максимальных расходах запас воды в нем не понижался ниже определенного уровня. Обычно полезный объем В. р. равняется объему от полусуточного до суточного расхода воды в городе.

В зависимости от топографическ. условий местности В. р. строят на земле (надземные



**ВОДОНЕПРОНИЦАЕМОСТЬ ГИДРОТЕХНИЧЕСКИХ СООРУЖЕНИЙ** имеет целью свести к минимуму потерю воды в гидротехнических сооружениях, устранить вредное влияние проникающей в сооружения воды на устойчивость последних и уменьшить работу по отводу воды, проникшей через преграду. Главнейшие материалы, применяемые для достижения В. г. с., следующие: раствор и бетон на портланд-цементе, асфальт и гудрон, дерево, резина, просмоленный холст, набивка, а также различные патентованные составы.

Раствор и бетон на портланд-цементе играют главнейшую роль в достижении водонепроницаемости при постройке плотин (каменных, железобетонных, земляных и из каменной наброски), диафрагм, судовых шлюзов, сухих доков, уравнильных башен в гидросиловых установках, железобетонных напорных трубопроводов и водопроводящих тоннелей. Во всех перечисленных случаях задача сводится к устройству водонепроницаемого слоя из цементного раствора или бетона, которым покрывается смоченная поверхность сооружения. Слой раствора может иметь толщину от нескольких см (железобетон) до 1—2 м (каменные плотины очень большой высоты). При небольшой высоте плотин и напоре воды от 5 до 20 м достаточно иметь слой с затиркой из раствора состава 1 : 2 толщиной от 3 до 10 см. Американские каменные плотины, исключительно большой высоты, нередко имеют переднюю часть профиля, выполненную из одного раствора на толщину до 1,50—1,90 м при составе раствора 1 : 2 и 1 : 2<sup>1</sup>/<sub>2</sub>. Степень водонепроницаемости бетона и раствора зависит от многих условий, прежде всего—от состава и в частности от количества цемента и размера зерен песка. Чем меньше цемента, тем слабее водонепроницаемость. Что касается песка, то песок, имеющий 25% зерен мельче 0,25 мм и 10% мельче 0,15 мм, обычно дает при составе 1 : 3 раствор значительной водонепроницаемости. Щебень и выски из него по сравнению с песком и гравием всегда дают менее водонепроницаемые бетоны и раствор, отличающийся в то же время неоднородностью состава. В этом отношении многое зависит от свойств местного песка или гравия. Кроме того водонепроницаемость зависит также от тщательности перемешивания и в особенности от тщательного смачивания уложенного раствора за время его твердения, т. е. в течение почти 2 недель. За этот период уложенный раствор не должен пересыхать, будучи при этом защищен от солнечных лучей. Большую роль играет влажность укладываемого бетона или раствора. Американцы для увеличения водонепроницаемости бетона до сих пор применяют способ Сильвестра: оштукатуренный бетон покрывается мыльным раствором (75 г на 1 л воды) и через 24 часа—раствором квасцов (12,5 г на 1 л воды). Способ этот дорог, но дает хорошие результаты. В случае действия сильного мороза на напорную грань плотины единственно верный способ получения действительно прочной и водонепроницаемой поверхности—это устройство облицовки

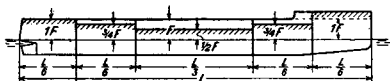
с расшивкой швов на глубину 5 см с заполнением их раствором состава 1 : 1. Надо отметить, что водонепроницаемость покрытия из бетона, раствора или облицовки в ближайшей годы после постройки заметно возрастает, что надо объяснить заилиением пор. В последние 10 лет особенное распространение получила исключительно прочная штукатурка (торкрет, или ганит), накладываемая слоями толщиной в 5—6 мм при составе смеси цемента и песка 1 : 2 или 1 : 3; ганит накладывается при помощи цементной пушки и обладает водонепроницаемостью в 1<sup>1</sup>/<sub>2</sub>—20 раз большую, чем бетон на растворе того же состава; влагоемкость его меньше в 1<sup>1</sup>/<sub>2</sub>—5 раз, а пористость—в 1<sup>1</sup>/<sub>2</sub>—2 раза. Максимальное число слоев (4—6) ганита кладется в напорных гранях каменных вододержательных плотин очень большой высоты и в напорных тоннелях с давлением свыше 3,5—4 atm.

Асфальт и гудрон успешно применяются при устройстве водонепроницаемых диафрагм плотин из каменной наброски и железобетонных, а иногда и земляных. Толщина слоя гудрона обычно 2 см, причем гудрон покрывается железобетонными плитами. Металлические водонепроницаемые диафрагмы внутри тела плотины в настоящее время не применяются вследствие невозможности ремонта без разборки сооружения; расположение же металла у напорной грани вызвало бы необходимость устройства компенсаторов для устранения влияния температурных изменений. Дерево в брусках и досках успешно применяется в деревянных плотинах; при этом между двумя рядами досок укладывается просмоленный картон. Водонепроницаемость основания плотины достигается устройством бетонного зуба, упирающегося в плотную скалу. В случае трещиноватой скалы прибегают к цементации основания, т. е. к нагнатию жидк. цементного раствора. В земляных плотинах водонепроницаемость тела плотины достигается путем устройства диафрагм, а основания—путем устройства замков и диафрагм из набивки, т. е. смеси глины, песка и гравия. Плотины на мягких грунтах, в целях повышения водонепроницаемости основания, снабжаются деревянными или металлическими шпунтовыми рядами (см. *Фильтрация*). Резина иногда применяется за границей; она закладывается в местах соприкосновения деревянных брусков шлюзных ворот с веревальными столбами, а также в створных столбах и в уплотнениях шитовых затворов; в последних в качестве водонепроницаемого покрытия применяются также и металл. Напорные железобетонные трубопроводы в целях водонепроницаемости покрываются ганитом на толщину до 30 мм, в зависимости от величины напора, хотя состав бетона для железобетонных трубопроводов сам по себе отличается значительной водонепроницаемостью.

Лит.: Анисимов Н. И., Производство работ по устройству плотин на реках, М., 1927; его же, Плотины, 2 изд., ч. 1, Москва, 1928; Ross J., Waterproofing Engineering, p. 200, New York, 1919; Flinn A. D., Weston R. S. a. Bogert C. L., Waterworks Handbook, N. Y., 1927; Kanthak F. B., The Principles of Irrigation Engineering, L., 1924; Walsh O., Die Auskleidung v. Druckstollen

und Druckschächten, В., 1926; Garnier E., Forces hydrauliques, т. 2, P., 1921; Fire A., Water Engineering, N. Y., 1923, July 18, p. 118. Н. Анисимов.

**ВОДОНЕПРОНИЦАЕМОСТЬ СУДНА**, одно из основных качеств его корпуса, необходимое для поддержания судна на плаву, а также для пригодности его к перевозке людей, механизмов и грузов. Поэтому на достижение возможно более полной В. с. обращается особенное внимание как в военном, так и в торговом судостроении. В деревянных судах применяют конопатку пазов и стыков наружной обшивки и палубы, забивая между ними в несколько рядов пряди пенки с последующей их прослойкой или покрытием специальной мастикой. Такая же мера применяется и в композитных судах, имеющих стальной набор корпуса и деревянную наружную обшивку и обшивку палубы. В стальных судах В. с. достигается 1) соответствующим расположением заклепок по пазам и стыкам наружной обшивки днища и бортов, двойного дна, водонепроницаемых переборок, палуб и т. д.; 2) чеканкою их и заливкою цементом узких мест корпуса, недоступных для осмотра и исправления. Чтобы удостовериться в достаточной В. с., во время постройки судна производится ряд испытаний отдельных частей корпуса, частью еще на стапеле, частью на плаву. Так на военных судах все помещения испытываются давлением столба воды до определенного уровня, а именно (см. фиг.): в средней трети длины  $L$  судна—до  $\frac{1}{4} F$  ( $F$ —высота надводного борта); далее на протяжении  $\frac{1}{8}$  длины судна в обе стороны, к носу



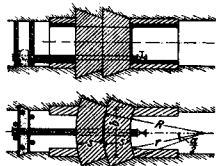
и корме,—до  $\frac{3}{4} F$  и на оконечностях—до уровня верхней палубы. В тех случаях, когда отдельные помещения судна имеют верхнюю водонепроницаемую настилку ниже требуемого уровня давления воды, это давление достигается путем наполнения отсека водой под верхнюю настилку, выше которой выводится железная трубка, наполняемая водой до соответствующего уровня. Фильтрация переборок и других частей корпуса при этих условиях признается допустимой, если она не превосходит известной доли (15%) отливной способности судовых помп. На коммерч. судах предъявляются менее строгие требования относительно В. с.; при этом лишь концевые помещения судна (в носу—форпик и в корме—ахтерпик), а также двойное дно испытываются давлением столба воды не ниже грузовой ватерлинии. Баластные возвышенные цистерны помещаются в трюме и испытываются под напором водяного столба высотой в 2,7 м выше покрышки их. Нефтяные цистерны наливаются водою с напором в 2,7 м выше наивысшей точки расширительного колодца. Что касается наружной обшивки и переборок остальных помещений, то качество В. с. для них испытывается напором струи воды, бьющей из брандспойта под высоким давлением. Наконец в железобетонных судах вполне достаточная водонепроницаемость

судна достигается качеством самого материала при тех толщинах его, какие применяются в современном судостроении.

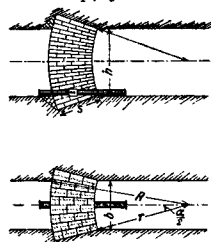
Лит.: Шершов А. П., Прагматика кораблестроения, ч. 1, 2, Петербург, 1912; Нолтм С. А., Practical Shipbuilding, London, 1918; Неглер Н., Entwurf und Einrichtung von Handelsschiffen, Leipzig, 1928; Maurice V., Le navire de commerce, Paris, 1923. Н. Боллевикий.

**ВОДОНЕПРОНИЦАЕМЫЕ ПЕРЕБОРКИ**—перегородки, которые разделяют судно в продольном и поперечном направлениях на ряд отсеков для сохранения его непотопляемости и устойчивости при различного рода авариях. См. Судостроение.

**ВОДОНЕПРОНИЦАЕМЫЕ РУДИЧНЫЕ ПЕРЕМЫЧКИ** устраиваются для ограждения подземных горных выработок от внезапного затопления водою. Чтобы перемычка удовлетворяла своему назначению, она д. б. сооружена из водонепроницаем. материала, соответствующего по своей прочности ожидаемому давлению на нее воды, и иметь прочные, также водонепрониц. опоры. В рудничных условиях для размещения опор выбирают устойчивые, нетрещиноватые породы, однако и не слишком твердые, для того чтобы врубы для опор могли быть сделаны без взрывных работ, вызывающих появление трещин. Во всякого рода перемычках через толщу их пропускаются следующие трубы: а) водоотливная, в нижней части перемычки, для стока воды при возведении перемычки и впоследствии, если потребуется, для спуска воды из-за перемычки; труба эта снабжается вентилем; б) воздушная—для вывода воздуха из-за перемычки, по мере заполнения водою изолируемого пространства; трубу располагают возможно выше и наружный конец ее загивают кверху; после выхода воздуха на нее навинчивают манометр, указывающий давление воды на перемычку; в) в виду того, что окончател. заделку перемычки производят со стороны изолируемого пространства, в перемычке устраивают лаз для рабочих, занятых сооружением перемычки; по окончании работ его закрывают либо деревянной пробкой либо специальной крышкой. В некоторых случаях



Фиг. 1.

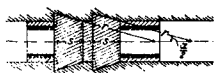


Фиг. 2.

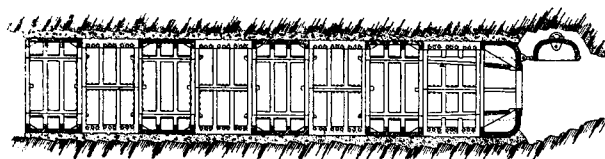
В. р. п. не должна препятствовать дальнейшему движению по изолируемой выработке; тогда в перемычке устанавливают раму и на последнюю навешивают достаточной прочности дверь, которая и должна выдерживать ожидаемое давление воды. Чтобы при сооружении В. р. п. вода, протекающая по выработке, не попадала в углубления,

заготовленные для опор, сзади перемычки устраивают невысокую плотинку, через которую пропускают трубу, отводящую воду, минуя перемычку.

В зависимости от срока службы и ожидаемого давления В. р. п. сооружают из дерева, кирпича, камня, бетона, железобетона и металла. Деревянные В. р. п. сооружают из прямоугольных брусьев (твердых пород дерева), располагаемых горизонтально либо вертикально. Концы брусьев заводят в соответствующие врубы, проводимые в стенках выработки. Все щели между брусьями, а также опоры и стенки выработки закупаивают мхом или просмоленной паклей



Фиг. 3.



Фиг. 4.

и расклинивают деревянными клиньями. Толщина деревянной В. р. п. определяется по

формуле  $S = l \sqrt{\frac{3p}{4k}}$ , где  $l$  — свободная длина бруса в см,  $p$  — давление воды в кг/см<sup>2</sup> и  $k$  — допускаемое напряжение материала на изгиб. Второй тип деревянных В. р. п., выдерживающих значительные давления, — перемычки клинчатые, изготавливаемые из брусьев формы усеченной пирамиды. Брусья укладывают волоками по направлению давления, образуя перемычку, имеющую вид усеченной пирамиды со сферическими основаниями. Кирпичные В. р. п. бывают трех типов: а) цилиндрические (фиг. 1), представляющие собою часть полого вертикального цилиндра, ограниченного радиальными плоскостями; б) сферические (фиг. 2), имеющие форму сегмента, вырезанного из полого шара радиальными плоскостями, и в) пирамидальные. Толщина цилиндрической В. р. п. определяется из формул:

$$S = \frac{R \cdot p}{k}; \quad S = \frac{r \cdot p}{k - p}; \quad r = \frac{b}{2 \sin \frac{\alpha}{2}},$$

где  $R$  и  $r$  — наружный и внутренний радиусы кривизны,  $\alpha$  — угол наклона опорных плоскостей,  $b$  — ширина выработки,  $k$  — допускаемое напряжение на сжатие. Для пород средней твердости  $r = 1,5b$  и  $\frac{\alpha}{2} \approx 20^\circ$ ; для твердых пород  $r = b$  и  $\frac{\alpha}{2} \approx 30^\circ$ . Для сферических В. р. п.:

$$S = \frac{R \cdot p}{2k}; \quad S = r \sqrt{\frac{k}{k-p} - 1}; \quad \sin \frac{\alpha}{2} = \frac{b}{2r}.$$

Для расчета принимается наибольший из размеров выработки:  $b$  (ширина) или  $h$  (высота). По наибольшему размеру определяется  $r$  из соотношения:  $r = 2b$ ;  $r = 1,7b$  и  $r = 1,5b$ , тогда  $\frac{\alpha}{2} \approx 15^\circ; 17^\circ; 19^\circ$ . Если при

расчете сферич. и пирамидальных В. р. п. получаются значительные величины для  $S$ , тогда перемычка составляется из нескольких слоев, связанных кладкой или слоем раствора (фиг. 1 и 2). Бетонные В. р. п. делают пирамидальной формы и рассчитывают по тем же формулам, что и каменные. Железобетонные В. р. п. устраивают в случае недостаточной устойчивости боковых пород выработки. По Кёнену (Коепен), толщина перемычки определяется из формулы  $S = 0,183b \sqrt{p}$ . Площадь поперечного сечения

железа на единицу высоты  $f = \frac{1}{4} \frac{k}{k_1} S$ , где  $k$  — допускаемое напряжение на сжатие бетона — от 20 до 30 кг/см<sup>2</sup> и  $k_1$  — допускаемое напряжение на растяжение для железа — 900 кг/см<sup>2</sup>. Во всех случаях, когда боковые породы выработки недостаточно устойчивы, спереди и сзади В. р. п. на некоторое расстояние возводят бетонную крепь (фиг. 1 и 3). При давлениях свыше 30—40 атм применяются В. р. п., состоящие из ряда чугунных колец, располагаемых по выработке на длину 10—20 м, с заливкой бетоном зазоров между кольцами и стенками выработки (фиг. 4). Как общее правило, сопротивление материала, из которого сооружается перемычка, д. б. больше ожидаемого давления воды на перемычку.

Лит.: Г е ф е р Г., Справ. книга по горному делу. Берлин, 1921; Б е л о в В. И., Рудничный водоотлив. Сталин, 1927; Б о к и й Б. И., Практич. курс горн. искусства, М.—Л., 1923—25; H e i s e F. u. H e r b s t F., Lehrbuch d. Bergbaukunde, В., 1923. А. Касьянов.

#### ВОДОНЕПРОНИЦАЕМЫЕ ТКАНИ, ткани,

поры которых заполнены не пропускающими воду веществами (каучук, вареное масло, жиры, парафин, воск) или волокон которых пропитаны раствором солей металлов; в первом случае изменяется внешний вид ткани, и поры ее становятся непроницаемыми для воздуха.

Суровые, предназначенные для водонепроницаемой ткани, д. б. сработано возможно плотнее из переплетения; наиболее часто употребляются переплетения саржевое и сатиновое. Рецептура растворов для пропитывания тканей обширна. Приводим некоторые общепотребительные рецепты. Для хлопчатобумажных и льняных тканей готовят два раствора: 1) 4 кг казена, 30 л воды и 100 г гашеной извести и 2) 2 кг нещелочного мыла и 24 л воды. Растворы смешивают, погружают в их смесь ткань, после пропитки отжимают и ткань помещают в раствор уксуснокислого глинозема, который дает соединение извести с казеном нерастворимым. Для шерстяных и полшерстяных тканей готовят растворы: 1) 100 вес. ч. квасцов в 100 вес. ч. кипящей воды и 2) 100 вес. частей животного клея наливает водой и, когда он впитает в себя 200 вес. ч. воды, воду сливают, клей варят и в кипящий клей прибавляют 5 вес. ч. таннина и 2 весовых ч. кремнистого натрия. Оба раствора смешивают, кипятят. После остывания смесь принимает вид желе. Для

пропитывания растворяют 1 кг полученной массы в 12 кг воды, смесь кипятят 3 ч., после кипения ванну остужают до 80°. Ткань погружают в нее на  $\frac{1}{2}$  ч., затем расстилают на столе и оставляют ее в таком виде в течение 6 ч., после чего пропитанную раствором ткань высушивают и пропускают через каландр. См. *Тканые текстильные*.

*Лит.:* G a n s w i n d t A., Die Technologie d. Appretur, Wien u. Lpz., 1907; P o l l e y n F., Appreturmittel, Wien u. Leipzig, 1924; Österreichs Wollen- und Leinenindustrie, p. 22, 90, Reichenbach, 1909; Luegers Lexikon der gesamten Technik, I Aufl., B. 8, p. 842, В. u. Lpz.; K o l l e r Th., Die Imprägnierungstechnik, Handbuch d. Darst. aller faulniswiderstehenden, wasserfesten und feuersicheren Stoffe, B. 1—2, Wien und Leipzig, 1923. В. Лянда.

**ВОДОТВОДНЫЕ КАНАВЫ**, канавы для отвода дождевой, снеговой и грунтовой воды от полотна дороги. Чтобы вода не застаивалась в канавах, дну их придают уклоны по направлению естественного стока к низинам, оврагам и ямам. Такой уклон при слабом грунте дается в 0,002, а при более крепких грунтах в 0,005—0,05. При крутых спусках иногда делают дно канав уступами с обратными уклонами, в к-рых вода хотя немного и застаивается, но зато теряет силу напора, чем предотвращается размыв грунта. Откосы канав делают обыкновенно полукруглыми. В грунтах слабых откосы выстилают дерном, а дно канав иногда даже замаскируют. К В. к. надо отвести лотки и сточные желоба, при ширине в 1—1,5 м; они



Фиг. 1.

Фиг. 2.

применяются там, где, в виду узости дорожной полосы, не м. б. применены боковые В. к.: на улицах, где тротуары выше дороги (фиг. 1), или в глубоких выемках, где желоб непосредственно граничит с подпорной стеной (фиг. 2). Продольные уклоны мощеных лотков бывают: при обыкновенной мостовой—от 1 : 100 до 1 : 150; при торцовой мостовой и при мостовой из гранитных кубиков от 1 : 200 до 1 : 500. Если продольные уклоны дороги часто меняются, то и подшове лотков придают соответственные уклоны, причем в нижних точках пересечения уклонов устраивают для отвода воды спуски. Канавы боковые, водоотводные и нагорные играют вообще большую роль в дорожном деле: служа, с одной стороны, для приема воды, стекающей с поверхности земли, и, с другой стороны, для отвода воды к местам естественного стока—оврагам, лощинам и рекам, канавы осушают земляное полотно и устраняют размягчение грунта под дорожною одеждой. Дно канав дают обыкновенно ширину в 0,4—0,5 м, а глубина их определяется в зависимости от положения дороги.

**ВОДОТЛИВ** применяется при производстве строительных работ в местах, покрытых водою или имеющих приток грунтовых вод. В. производится непосредственно из котлована (см.) или из специальных сооружений, устроенных вокруг котлована для понижения горизонта грунтовых вод до необходимого уровня. Водоотливные установки надо сосредоточивать в наиболее глубокой части котлована, причем их м. б. несколько.

Приемные колодцы д. б. закладываемы в стороне от возводимого основания, и если основание ограждается конструктивными шпунтами, то в последних возможно устраивать отверстия для выпуска воды в приемный колодец. Эти отверстия однако следует по мере возведения кладки тщательно заделывать, а приемные колодцы по окончании В. заполнять глиной с тщательной утрамбовкой. Приемные колодцы м. б. устраиваемы путем забивки дощатых шпунтов или же путем постепенного опускания сруба. Для выпуска воды в стене колодца вырубает отверстие. Т. к. через это отверстие в колодец затягиваются всякий мусор, щепа, ил, то необходимо постоянно следить за состоянием колодца, производя регулярную очистку колодца и приемных сеток всасывающих труб. В непосредственной близости от колодца устраивают водомерную рейку для наблюдения за ходом первоначальной откачки воды с целью регулирования силы В.

Изоложенный способ В. обычно применяется для удаления из котлована речной воды и последующего затем понижения грунтовых вод при помощи центробежных насосов. Однако понижение грунтовых вод по этому способу становится очень затруднительным, если приходится иметь дело с очень водопроницаемыми грунтами, и в некоторых случаях понизить воду ниже определенного уровня при помощи центробежных насосов совершенно не удается. В таких случаях надлежит применить способ понижения грунтовых вод при помощи так наз. грунтового, или подземного, В. Для этой цели вокруг котлована закладывают в грунт на расстоянии примерно 6—8 м ряд вертикальных труб, имеющих на конце сетку с мелкими отверстиями. Диаметр труб, в зависимости от водоносности грунта, д. б. от 10 до 15 см, а глубина их опускания—в зависимости от потребной глубины понижения грунтовых вод. Трубы соединяют поверху водосборной трубой несколько большего диаметра, из которой и производят откачку воды при помощи насосов, поставленных в двух или трех местах в зависимости от длины водосборной трубы и мощности насосов. При очень глубоких котлованах и необходимости значительно понизить уровень грунтовой воды понижение производят в два приема, закладывая после первого достигнутого понижения грунтовой воды и выемки грунта второе кольцо дренажных труб на соответств. этому понижению глубине.

В. поверхностной воды, т. е. воды, имеющейся в котловане после устройства перемычек, необходимо производить постепенно, отнюдь не форсирова В., для того чтобы при быстром понижении воды в котловане не произошло значительного расстройств загрузки. После откачки поверхностной воды и появления воды фильтрационной откачка последней обычным способом—центробежными насосами—при производстве выемки под флотбет может производиться безопасно, если фильтрационная вода сравнительно легко поддается действию двух-трех насосов диаметром 25—30 см. Если же приток фильтрационной воды настолько значителен, что указанных водоотливных средств

недостаточно, то форсирование В. может повлечь значительное расстройство всего грунта образованием фонтанов и даже внезапное затопление всего котлована. В таких случаях надлежит прекратить В., принять меры к возможно большему уширению перемычки путем наружной обсыпки или же путем забивки третьего шпунтового ряда ограждающей перемычки, забивая его с наружной или внутренней стороны котлована в зависимости от местных условий. Наиболее же рациональным в этом случае является вышеописанный способ грунтового В.

При понижении В. грунтовой воды в котловане и выемке грунта под основание сооружения очень часто появляются ключи разной силы и водоносности, создающие значительные осложнения при производстве работ в тех случаях, когда выход таких ключей происходит в пределах возводимого сооружения. Попытки глушения ключей, например для возможности бетонной или каменной кладки, в большинстве случаев оказываются бесполезными, и единственным правильным способом является отвод ключа в сторону от возводимой кладки или же оставление его в теле кладки со свободным выходом кверху. В первом случае, после выемки грунта котлована до проектной отметки, производят около ключа углубление грунта примерно на 30—40 см, заполняемое затем щебнем, и в то же время укладывают по дну котлована от ключа водоотводящую трубу диаметром в зависимости от дебита ключа. Обычно диаметр такой трубы берется от 8 до 10 см. Конец трубы выводит за пределы шпунтового ограждения котлована, и проходящая через трубу вода направляется по водоотводной канаве к водоотливному колодцу. Уложенную так образом трубу прикрывают слоем трамбованной глины, с тем чтобы верх глинистого слоя соответствовал проект. отметке подошвы фундамента. Для ключей более слабой силы можно применить второй способ, а именно: ключ захватывается в вертикальную трубу, вокруг которой происходит кладка фундамента. Вода поднимается по трубе до уровня, определяемого напором, под влиянием которого образовался ключ, причем если этот уровень окажется выше проектной отметки верха сооружения, то вода будет свободно изливаться на поверхность кладки без вреда для последней. Очень часто вода в трубе поднимается невысоко, и тогда, по окончании работ и надлежащем выдерживании срока для затвердения кладки, трубу можно залить бетоном. В качестве труб для вертикального захвата ключей незначительной силы применяют иногда бочки из-под цемента.

При водоотливе необходимо определить количество воды, удаляемого непосредственно из котлована, огражденного перемычкой, и количество воды, получающейся от фильтрации сквозь тело перемычки и дно котлована. В зависимости от требуемого срока откачки воды определяются необходимая производительность водоотливных средств и тип их как для ручной, так и для машинной откачки. При небольших количествах воды применяется ручной В. при помощи ведер и черпаков. Черпаки применяются ча-

сто при устройстве осушительных каналов; в случае более значительн. водоотлива употребляют подвесные черпаки. Когда фильтрация воды велика, приходится уже применять насосы и более усовершенствованные приборы по подъему воды. Выбор системы последних серьезно осложняется загрязнением воды строительными материалами и грунтовыми примесями. Наиболее удачно работают в таких условиях насосы Летестю, диафрагмовые и центробежные насосы. При употреблении насосов с кожаными лопастями и клапанными устройствами необходимо перед пуском насоса снимать клапаны и не менее суток размачивать их в воде, так как кожа от времени высыхает, коробится и твердеет. Недостатком насосов Летестю являются громоздкость и необходимость не менее 4—6 человек для обслуживания. Диафрагмовые насосы, весьма портативные и занимающие очень мало места, работают очень продуктивно при глубинах всасывания до 4 м. При очень больших количествах воды применяются центробежные насосы с паровыми двигателями, двигателями внутреннего сгорания и электродвигателями. Паровые насосы при В. не применяются, так как они не приспособлены к пропуску грязной воды. В некоторых случаях для В. успешно применяется пульсометр, работа которого однако при кратковременном применении обходится весьма дорого.

При выборе типа насоса требуется определить геометрическую высоту подъема воды, диаметр трубопровода  $d = \sqrt{\frac{4Q}{\pi v}}$ , где  $Q$ —требуемое к откачке количество воды в м<sup>3</sup>/мин и  $v$ —заданная скорость истечения в трубопроводе в м/сек (обычно она колеблется в пределах от 2 до 2,5 м/сек). Мощность двигателя насоса  $N = \frac{1000QH}{75 \cdot 60 \cdot \eta}$  HP, где  $H$ —величина полного напора, который требуется преодолеть насосу, и  $\eta$ —кпд насоса: для поршневых 0,80—0,95, для центробежных 0,40—0,75, для пульсометров и эжекторов 0,10—0,30.

Лит.: Анисимов Н. И., Производство работ по устройству плотин на реках, стр. 54—55. М., 1927; Арнольд В. В., Машина в строительном деле, ч. 1, М., 1927, ч. 2, М., 1928; Вреннеке Л., Устройство оснований и фундамента, пер. с немецк., СПб., 1904; Мостовой Д. Г., Организация и производство работ по постройке речных плотин и плотов, стр. 30—32. М., 1927; Шелля и С. П., Временное повышение грунтовых вод при заложении оснований, М., 1909; Юргев ч. Д. В., Перемычки с песчаной разгрузкой и подводные взрывные работы, Киев, 1922.

Б. Х. Шаероля.

**ВОДОТЛИВ РУДНИЧНЫЙ.** Подземные воды делятся на грунтовые и глубинные.

Грунтовые воды—просочившиеся с поверхности и находящиеся близко к поверхности земли в рыхлых горных породах. Под терминами: «уровень грунтовых вод», «депрессонная поверхность», «гидростатический уровень», «фреатическая поверхность» понимают верхнюю границу зоны, насыщенной водою, в которой грунтовая вода свободно располагается поверх водоупорного слоя, не испытывая давления со стороны всякого бока. Эта верхняя граница зоны горизонтальна, если не имеется стока и поверхность земли абсолютно ровная; в других случаях она следует топографии места.

Глубинные воды—воды из слоев недр земли. Соединив между собой точки одинакового пьезометрического уровня, получим пьезогипсы; расстояние между ними может служить мерилом для водопроницаемого водоносного слоя; оно уменьшается при менее значительной водопроницаемости. Гидроизогипсы являются горизонтальными проекциями линий пересечения поверхности подземных вод и водопроницаемой подошвы горизонтальными (равно отстоящими друг от друга) плоскостями (водные и донные горизонтали). Так как вода при движении избирает направление наибольшего стока, то она движется в направлении, нормальном к горизонталям. Гидроизогипсы и профили дают гидрогеологическую карту, по которой судят о характере и движении подземных вод (расстояние между горизонталями при построении карт обычно берется в 0,2—0,1 м, при масштабе от 1 : 1 000 до 1 : 500).

Дебит. Дебитом воды источника, шахты и т. п. называется то количество воды в л, которое источник дает в определенную единицу времени—в секунду или минуту («секундолитр», «минутолитр»). Расчет ожидаемого из шурфа или шахты количества воды (при наличии водопроницаемого слоя) основывается на ур-ии Тиме:

$$Q = \pi \lambda k \frac{H^2 - h^2}{\ln R - \ln r},$$

где  $Q$ —ожидаемое количество воды в м<sup>3</sup>/сек,  $k$ —коэф-т водопроницаемости,  $\lambda$ —коэф-т пористости,  $r$ —радиус шурфа в м,  $R$ —радиус зоны, на которую действует откачка, в м,  $H$ —толщина водоносного слоя в м,  $h$ —потеря напора от трения в слое в м. Определение дебита проще всего производить многократной откачкой воды при помощи насосов. В начале откачки приток вод будет больше действительного, а затем, при стационарном состоянии, приток становится равным откачиваемому количеству воды, которое и будет дебитом. В существующих уже рудниках дебит легко измерить непосредственно—по высоте поднятия воды в течение известного промежутка времени в зумпфе шахты (нижняя часть ствола шахты, служащая для сбора подземных вод из выработок). Главная мера борьбы с внезапными притоками может быть сведена к одновременному определению мест скопления подземных вод и изолированию их обходными выработками или к планомерному спуску воды из этих мест предварительным бурением. Во всех же остальных случаях устраивают большие зумпфы и запасные резервуары или устанавливают большой мощности насос с большим запасом (не менее тройного). При среднем притоке зумпф делают глубиной до 10,5 м; он может вмещать приток воды за несколько часов; например на руднике Гнейзенау при притоке 17 м<sup>3</sup>/мин резервуары вмещают всего 4 000 м<sup>3</sup>, что обеспечивает приток на 4 часа. Обыкновенно при электрическом водотливе делают емкость зумпфов приблизительно на 12 часов, мощность же насосов берут большую, чем приток. Только при небольших количествах вод делают зумпф на 24—48 ч. При минимальной емкости зумпфа и других резер-

вуаров время, потребное для наполнения их, должно превышать в 3—4 раза время, необходимое для выхода на поверхность рабочих из самых отдаленных мест работы. В шахтах с обильным количеством воды (например в бурогольных) помимо зумпфа, отстойных камер и запасных резервуаров, под откачными штреками и квершлагами  $a$ , на глубине 2—4 м, устраивают зумпфовые штреки и зумпф-квершлага  $b$  (см. фиг. 1). Уклон зумпфовых штреков и квершлагов делают соответственно количеству и качеству вод. Если же приток подземных вод мал, то воду отводят по канавам выработок (откачных штреков и т. п.). Вода из зумпф-штреков обыкновенно идет в зумпф-квершлага, откуда или непосредственно берется насосами (при помощи труб), или попадает в подземные резервуары небольших размеров, или наконец—в зумпф-шахты. Зумпф устраивают т. о., чтобы в нем могли производиться очистка и обезвреживание воды для насосов, напр. известковым молоком (кислые воды); воду с содержанием хлористого кальция пропускают через хворост.

Причины затопления шахт. Если шахта вырезывается в богатый водой пласт на значительной глубине, то вследствие гидростатич. давления в шахту проникает большая масса воды, которая быстро наполняет ее до известной высоты. Для избежания этой опасности, в поверхности пласта закладывают (фиг. 2) буровую скважину  $a$  на несколько м глубже шахты. Применять буровые скважины удобно также и для спуска



Фиг. 1.



Фиг. 2.

вод при проходке новых шахт вблизи соседних шахт и выработок. Скважины проходят diam. не менее 30 см; меньшие диаметры—при больших количествах вод, большие—при малых количествах вод, во избежание засорения скважины; причем через скважину продевают две цепи для прочистки.

Способность всасывать воду для различных пород различна; так, на 1 м<sup>3</sup> гранит, гнейс, порфир, мрамор всасывают 0,5—10 л; известняки и доломит—200 л, песок и гравий—400 л, песчаник 250 л, земля—500 л. Легче всего отдают воду песок и гравий и труднее всего—глина и глинистый сланец. По степени проницаемости водою породы идут в следующем порядке: гравий, песок, песчаник, конгломерат и известняк. Водоносные, не пропускающие воду породы: глина, глинистый сланец, мергель и другие сланцевые породы.

Обезвоживание и обезвреживание или предварительное осушение нового месторождения может иметь место в 4 случаях: 1) при разработке железного ископаемого, соприсосуществование к-рого с водой может сделать месторождение или добытый продукт негодными; 2) если вода, размытая и растворяющая ископаемое всякого или же легкачего бока, может портичь другое находящееся между ними более дорогое ископаемое;



3) для предупреждения внезапных прорывов воды из вышнего или лежащего бока в полезное ископаемое, хотя бы и нейтральное по отношению к воде, если водонепроницаемые слои не в состоянии предупредить прорыв воды при системе работ с обрушением кровли или с сухой закладкой; 4) для предварительного удаления воды из пласта самого полезного ископаемого, чтобы вода не мешала подготовительным работам и очистной выемке того же ископаемого. Обезвоживание можно производить или спуском вод при помощи скважин подземных или с поверхности или же при помощи специальных выработок и устройств, причем при обезвоживании штреками последние проводят всегда так, чтобы они никогда не были параллельны труди очистного забоя (в целях увеличения дренажа). Определение ожидаемого притока вод при углубке шахт лучше всего производить по способу Мюнстера. Шахту можно рассматривать как трубу, через которую проталкивается вода с переменным давлением. Это проталкивающееся через шахту количество воды зависит как от существующего давления, так и от сопротивления пород, по которым протекает вода. Причины, нарушающие указанную зависимость притока воды в более или менее однородных породах, могут заключаться в трещинах, но и эти отклонения, как показывают опыты, долговременной откачкой обыкновенно устраняются. Для установления ожидаемого притока вод при углубке шахт наперед заданной глубине делают пробную откачку на различной глубине части уже пройденной шахты и определяют время протекания разных объемов воды на разных горизонтах.

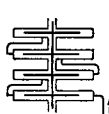
Водоотлив при углубке шахт. Водоотлив при проходке шахт имеет большое значение; самые большие останки и даже значительные перерывы обуславливаются почти всегда необходимостью бороться с притоком воды. В простейшем случае углубки шахт, когда воды мало, она выдвигается вместе с породой обыкновенными бадьями.



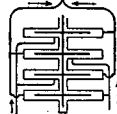
Фиг. 3.

Если приток воды значителен, то применяют бадью с клапанами (фиг. 3). Последняя имеет в дне два отверстия, которые закрываются кожаными, с железными накладками, клапанами. При опораживании бадьи на поверхности клапаны открываются при помощи рычага *a*. Емкость бадьи различная, от 75 до 700 л и больше. При откачке воды из проходки бадьями последние м. б. устроены опрокидывающимися, напоподобие скипов. Если количество воды при проходке больше 50—100 л/мин, то с самого начала для откачки применяют специальные бадьи, к-рым можно выдать до 300—400 л при глубине 150—200 м; при большем же количестве воды нужно применять специальные насосы, которые можно поднимать и опускать при помощи канатов. До глубины 50 м можно пользоваться также пульзомерами, поднятие и опускание которых можно производить при помощи того же подъемного каната. В пульзомерах давлениям в 1; 1,5; 3; 4; 5; 6; 8 atm соответствуют высоты

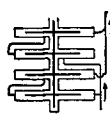
поднятия воды на 5; 10; 20; 30; 40; 50; 60 м. Для поднятия на большую высоту пульзомеры ставят последовательно, располагая их один над другим. При небольших притоках воды насос помещается на деревянном полке, устанавливаемом обыкновенно в расстоянии 4 м от забоя; каждый полк состоит из 22-см сосновых подтоварников, заведенных в лунки, с настилем из дубовых пластин, на к-рых стоит насос. На время падения насос не убирают, но, чтобы предохранить его от действия взрывов, под ним еще устанавливают предохранительный полк; кроме того насос от остальной части шахты отшивается досками. При проходке уклонов насос устанавливается на площадке, задние колеса которой расположены ниже передних. Запас, на к-рый нужно рассчитывать насосы, применяемые при проходках, д. б. по крайней мере на 50% больше возможного большого притока воды. Для откачки при проходках выгоднее применять центробежные насосы, т. к. работа последних несравненно проще и надежнее, чем паровых насосов. Электрические центробежные насосы применяются при высоте подъема в 150 м и больше. На фиг. 4а, 4б, 4в, изображены различн. соединения ступеней центробеж. насоса: последовательное, параллельное и смешанное, в



Фиг. 4а.



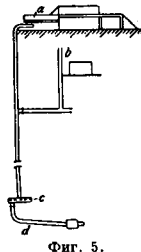
Фиг. 4б.



Фиг. 4в.

зависимости от притока воды при проходке шахты. Так как насосы от взрывов шпуров могут повреждаться, то их нужно каждый раз поднимать приблизительно на 10 м, что требует времени для разборки и сборки трубопровода; в виду этого в последней трубе устраивают шарнирное сочленение, допускающее подъем и опускание насоса на 2,5 м. Гибкие металлические рукава помогают уменьшению повреждений от взрывов шпуров кусками породы; эти рукава удобно направлять для засасывания воды со всех мест забоя проходки. Иногда при углубке шахт в зависимости от количества воды устанавливают дополнительные насосы; если же в шахте для установки новых насосов не хватает места, то поступают двояко: или закладывают вторую шахту рядом или цементируют трещины, дающие приток воды, а крепление шахты делают водонепроницаемым, причем крепление стен шахты в отношении водонепроницаемости считается удовлетворительным, если оно не пропускает воды больше 100—150 л/мин на 1 000 м<sup>2</sup> при глубине 500 м. Цементацию при углубке шахт впервые стал применять Портаге. С этой целью он делал на дне шахты скважины, располагая их концентрически, и нагнетал туда цемент. Молоко (цементную кашу). На фиг. 5 показано схематически полное сооружение для цементации, где *a*—сито, *b*—труба для сжатого воздуха, *c*—распределитель, *d*—шланг. Чтобы определить, до каких пределов можно углублять шахту при

известных притоках воды, необходимо принимать во внимание расход на водоотлив и влияние притока на скорость работы; при незначительном притоке воды ежемесячно можно проходить 50—80 м шахты; при притоке воды в 7—8 м<sup>3</sup>/мин—до 3 м в месяц.



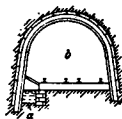
Фиг. 5.

Сток вод по канавкам штреков. В штреках вода отводится по канавкам (фиг. 6: *a*—канавки и *b*—штрек). Если канавки проведены в твердой породе или они выложены камнем или бетоном, то скорость воды можно задавать такой, что в канавках не будут выпадать осадки. Если вода содержит легкий шлам, то при  $v=0,25$  м/сек может происходить выпадение осадков песка; поэтому скорость *d. б.* не менее 0,5 м/сек; уклон

*d. б.* в первом случае 1 : 200 ( $H = \frac{v^2}{2g} = \frac{0,25^2}{2 \cdot 9,81} = \frac{1}{200}$ ) и во втором случае 1 : 80. Чтобы вода

не размывала канавок, ширина их *d. б.* такой, чтобы в слабых породах *v* было не больше 0,25 м/сек, а в породах средней твердости—не больше 1,75 м/сек. Если же нужно подать воду (например для мокрой закладки) от шахты к выемочным участкам, то уклон канавкам придется не выше 1 : 500 (и даже 1 : 1 000).

В. р. разделяется на главный и второстепенный. При главном водоотливе весь приток воды подается по трубам, проложенным по вертикальным или наклонным шахтам; при второстепенном—вода удаляется из уклонов и других выработок перекачиванием ее на главный штрек, откуда она попадает в зумф шахты. По типу установок главные и второстепенные водоотливы разделяются на прямые, которые подают воду при помощи одной установки насосов и труб с одного горизонта на поверхность, и на водоотливы, которые имеют две или несколько установок насосов и труб (ставов), передающих одно и то же количество воды с разных горизонтов. При водоотливе различают: коэффициент водообильности и коэффициент безопасности. Коэффициент водообильности называется частное от деления суточного притока воды в объемных единицах на суточную добычу в весовых единицах, коэф-том безопасности называется отношение производительности всех насосов к притоку в единицу времени.

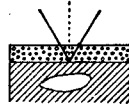


Фиг. 6.

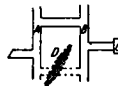
Определение мест скопления подземных вод с помощью метода электромагнитных волн. При отсутствии маршейдерских планов для определения места воды применяют метод электромагнитных волн, основанный на различной электропроводности и различных диэлектрич. постоянных пород и руд. Если посылать электрические волны с поверхности внутрь земли, то они отражаются от поверхности воды, как световые лучи от зеркала, и

возвращаются назад, свидетельствуя тем самым о присутствии воды (фиг. 7). В Германии для этой цели применяют след. методы.

1) Метод поглощения эл.-магнитн. волн водоносным горизонтом (фиг. 8). В 2 подземных выработках (штреках) *A* и *B* шахты *C* ставятся соответственно отправной и приемный аппараты; проверяя их совместное действие, можно заключить о присутствии водоносн. горизонта или трещины *D*. Водоносная трещина в качестве проводника является непропускающим электрические волны экраном, поэтому помещенный за ней приемный аппарат *B* находится в теновом пространстве и не получает радиополеш от отправителя *A*. 2) Метод интерференции в волн. Устраивают в штреке отправитель *A* и на соответствующем расстоянии от него—приемник *B* (фиг. 9, где *a*—шахта, *b*—штрек). Кроме исходящих волн непосредственно от *A* к *B*, *B* получает еще волны, отраженные от кровли, если она водоносна. Тот и другой ряд волн могут взаимно друг друга усиливать или ослаблять. Это усиление и ослабление констатируется путем измерения или длины волн или расстояния между отправителем и приемником.



Фиг. 7.



Фиг. 8.

Если кровля не водоносна, то явление интерференции в аппарате *B* конечно не имеет места. 3) Метод  $\frac{1}{4}$  длины волн (этот метод—модификация предыдущего). 4) Метод электроемкости и приглушения в волн. Электроемкость проводника, в данном случае изолированной проволоки (антенны), как известно, зависит, с одной стороны, от величины (длины антенны) и от геометрич. формы его, с другой—в очень сильной степени от характера окружающей среды, т. е. от ее диэлектрической постоянной. Емкость антенны и следовательно длина исходной (посылаемой антенной) волны при приближении к телу с большой диэлектрической постоянной сильно возрастают. Допустим теперь, что антенной, в которой возбуждаются электрические колебания, являются буровые штанги или буровые трубы. При приближении, по мере углубления скважины, бурового инструмента, находящегося в состоянии электрич. колебаний, к водоносной трещине, наблюдается резкое увеличение длины волны по сравнению с наблюдавшейся до того, что указывает на присутствие воды.

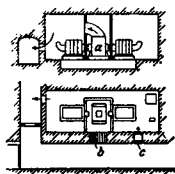


Фиг. 9.

Рудничные водонепроницаемые перемычки. Для ограждения подземных горных выработок от внезапного затопления водою из водоносных пластов или из выработанных пространств устраивают водонепроницаемые перемычки. (См. *Водонепроницаемые рудничные перемычки.*)

Водоотливные сооружения. Водоотливные сооружения делятся на главные и второстепенные—вспомогательные. В настоящее время наиболее распространено пользование электрич. центробежным насосом. Паровые насосы с каждым годом вытесняются все более и более; неудобства их: высокая  $t^\circ$  в выработках, большая потеря пара вследствие длинного трубопровода, дорого стоящие фундаменты и камеры (поршневые насосы требуют почти в 3 раза больше места, чем центробежные). Однако наряду с недостатками, поршневые насосы обладают и преимуществами: большой кпд (0,8—0,9), меньшая чувствительность к грязным водам и переменным условиям работы и т. д. Предельная высота их применения—300 м. Насосные устройства распределяют в шахтах различным образом: 1) насос в шахте, двигатель на поверхности, движение передается при помощи штанг, спускающихся с поверхности до насоса; это—т. н. штанговые насосы, старый тип насосов, ныне совершенно оставаемый по причине их громоздкости, быстрого изнашивания клапанов и поршневой одежды и малого кпд; 2) насос и паровая машина в шахте, котел на поверхности, паропровод во всю глубину шахты; столб воды перемещается непрерывно и почти с постоянной скоростью; насосы эти бьются или с маховиками (старый тип) или без маховиков, прямого действия, например паровой насос системы Вортингтона, Блека и т. п.; 3) насос под землей, в большинстве случаев центробежный, приводится в движение электрич. двигателем, имеющим один вал с насосом. При электрич. установках переменного тока очень важно, чтобы число оборотов в сети согласовалось с числом оборотов мотора; число оборотов мотора связано с электрическими параметрами: частотой тока (нормально 50 пер/сек.) и числом пар полюсов. Если обозначим через  $n$ —число оборотов поля в м.,  $p$ —число пар полюсов,  $f$ —число пер/сек., то между этими величинами существует зависимость  $np=60f$ , определяющая  $n$ ; напр. при 50 пер/сек. и 1 паре полюсов число оборотов  $n = \frac{60 \times 50}{1} = 3000$

об/м., или, с учетом скольжения якоря, получается 2 950 об/м. Мотор д. б. сухим, совершенно закрытым, с воздушным фильтром. Обычно мотор устанавливается в камере чистого воздуха, одна стена к-рой является фильтром (фиг. 10). Мотор а всасывает охлажденный воздух через фильтр  $b$  и выбрасывает его через нагнетательные трубы в машинное отделение;



Фиг. 10.

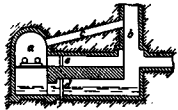
отсюда воздух попадает в исходящую вентиляционную струю (с—дверь). Из второстепенных приспособлений, применяемых при В. р., следует отметить сифоны и водоотливные ящики. Сифоном перекачивается вода из вышележащей выработки в нижележащую без применения насосов; работа сифонов регулируется автоматически или от ручного привода.

Водоотливные ящики как самостоятельный водоотлив обыкновенно применяются в шахтах с небольшим притоком воды; они могут оказывать существенные услуги в случае временного притока массы воды даже в шахтах, снабженных насосами. Когда рудничные насосы вследствие ремонта перестают работать, то клетки заменяются ящиками, сделанными из листового железа, и подъемом пользуются для отлива воды. Вместимость ящиков доходит до 5 м<sup>3</sup> и больше. Иногда ящики устраивают на колесах, чтобы можно было их вкачивать в клеть.

Материалом для изготовления т р у б служат главн. обр. чугуны, железо и сталь. Хотя железные трубы изнашиваются быстрее чугуновых (подвергаются ржавчине и особенно разеданию купоросными водами), но они легче выдерживают толчки и перемены давления; кроме того они значительно легче чугуновых (раза в 4, что имеет большое значение при всяхжих ставах). Трубы между собой соединяются фланцами, между к-рыми находятся свинцовые прокладки. Для предупреждения ржавления железных труб их асфальтируют или цементируют. Железные трубы применяются как сварные, так и маннессмановские (трубы без шва), а также и склепанные из отдельных листов. Стальные литые трубы, обладая преимуществами перед чугуновыми, дороги. Диаметр трубы определяется по формуле  $Q = \frac{\pi d^2}{4} v$ , где  $Q$ —количество действительно подаваемой воды,  $v$ —скорость движения воды по трубам, ограниченная пределом в 2,5 м. При определении толщины стенок трубы  $e$  кроме постоянно действующих усилий следует еще принимать во внимание и гидростатические толчки. Одна из формул для определения  $e$ :  $e = 0,005 A_1 d + 0,007$  м (для чугуновых труб),  $e = 0,0013 A_1 d + 0,003$  м (для железных труб), где  $A_1$ —давление в atm или  $A_1 = p - 1$ , где  $p$ —абсолютное давление в atm,  $d$ —внутренний диаметр трубы в м.

Насосные камеры. Подземные машины располагаются всегда вблизи шахты, в камерах, крепленных б. ч. кирпичом или бетоном. Давление фундамента передается стенкам шахты; отсюда ясна важность вертикальных машин для шахты. Машинные камеры делают в большинстве случаев с продолговатыми в плане проекциями, причем длинная ось располагается вкрест простирания пластов; креп камеры испытывает меньшее давление. Если камера пройдена в слабых породах, то, при небольших и узких размерах ее, применяют электрические установки с центробежными насосами, к-рые занимают очень мало места. Площадь на 1 HP насоса принимается для центробежных насосов от 0,1 до 0,5 м<sup>2</sup> (большие цифры относятся к менее мощным машинам), а для поршневых насосов с паровыми машинами 1,75 м<sup>2</sup>. Для того чтобы предупредить затопление насосов, камеры устраиваются водонепроницаемыми с железобетонным креплением, а чтобы вода не проникла из окружающих пород, стены камеры обкладывают асфальтовым картоном со свинцовой бронировкой, причем между стеной и породой

пространство толщиной в 25 см заполняют золой с тощим бетоном, который одновременно служит для уменьшения давления пород и вследствие своей пористости для отвода вод. Водонепроницаемость достигается также оштукатуркой стен камеры цементом с различными флюатами, например перезитовой изоляцией, изготовляемой у нас на перезитовом заводе в Харькове. Как показали опыты, слой такой изоляции в 30 мм толщиной помимо водонепроницаемости выдерживает давление в 6 атм. На фиг. 11 изображена подземная насосная камера *a*, где *b*—шахта, *c*—гезенк запасный, *d* и *e*—перемычки для изолирования камеры. В последнее время при В. р. пользуются напором свободно падающей вод с одного горизонта на другой, направляя



Фиг. 11.

эти воды напр. во всасывающую трубу центробежных насосов (патент Миленевского) или в пельтоново колесо для целей подземного освещения и т. п.

Общий порядок откачки воды из подземных выработок. При откачке воды в новых шахтах с нескольких горизонтов является вопрос, откачивать ли всю воду с низшего горизонта или с каждого горизонта отдельно. Сборный водоотлив м. б. только там, где порода пориста и проницаема для воды, тогда вода сама собой попадет вниз; центральный водоотлив выгоднее отдельных; так напр. если спроектированные водоотливы всех шахт Вестфальского бассейна просуммировать, то на этот водоотлив достаточно было бы 1/3 существующих там машин. При большой производительности насосы можно разделить на отдельные серии: при порче одной серии другая может продолжать работать; однако при паровой энергии оказывается невыгодным группировать большие агрегаты, если они работают с меньшим количеством оборотов и с перерывами. При водоотливе с нескольких горизонтов часто подъемная труба нижнего главного насоса подает воду на известную высоту (около 300—600 м) следующему главному насосу; этот последний подает воду третьему главному насосу и т. д.; таким образом главный верхний насос должен перекачивать  $Q_0 + Q_1 + Q_2 + Q_3 + \dots$ . Если боковых притоков воды нет, то каждый стоящий выше страв рассчитывают на 5% менее нижестоящего.

Экономические расчеты В. р. Расход энергии на главный водоотлив определяется по нижеследующей формуле:

$$HP = \frac{q_1 \cdot 1000 \cdot H(1+\beta)}{75 \cdot 3600 \cdot \rho \cdot \epsilon_1 \cdot \eta \cdot \gamma}$$

где  $q_1$ —число м<sup>3</sup> выкачиваемой воды в час; *H*—глубина в м;  $\beta$ —коэф-т сопротивления водяных труб (0,1—0,15; для определения  $\beta$  лучше всего пользоваться ф-лой  $\beta = 0,0016 v^2 / d$ , получая потерю в виде высоты водяного столба);  $\rho$ —отдача насоса в % от теоретической (60%);  $\epsilon_1$ —механич. кпд мотора (0,85—0,87);  $k$ —кпд питательного кабеля (0,95);  $\eta$ —механич. кпд генератора (0,82—0,85);

*n*—число часов работы насосов, или  $q_1 n = Q$ , где *Q*—число м<sup>3</sup> выкачиваемой воды в день.

В. р. должен обходиться дешево, иначе предприятие становится невыгодным; поэтому всегда следует использовать гидравлическую силу водоотлива с целью его удешевления для надобностей рудника. В угольных шахтах в 200—250 м глубины, со средним притоком воды, можно считать, что водоотлив ложится на себестоимость угля от 6 до 1 коп. на 1 т добытого угля; при этом насос следует рассчитывать для тройного нормального притока воды, а резервуар—емкостью на 12-часов. приток, дабы иметь возможность производить необходимый ремонт. Иногда стоимость водоотлива относят к 1 насосной HP, под к-рой понимают выражение

$$HP = \frac{1000QH}{75} \quad (Q \text{—в м}^3/\text{сек, H—в м}).$$

На оценку водоотлива и предприятия влияют количество воды, высота напора, место входа воды и количество поднимаемой воды на единицу добычи; большие расходы на водоотлив могут компенсироваться большой добычей (выдачей ископаемого). Однако в данном случае играет значительную роль не только количество воды, но и способ входа ее в рудники. Неудобства эти конечно уменьшаются, если вода выходит из трещины, не мешающей работе. Обозначим через *A* затраты на капитальные сооружения (насосные камеры, машины, трубопровод и т. п.); *p*—коэф-т, соответствующий размерам погашения (обыкновенно при 8% на капитал); *M*—годовой расход на трубопровод; *M*—годовой расход на действие машины (состоящий из % и погашений на капитал, расхода топлива, смазки и обтирочного материала—обыкновенно 0,0025 копейки на 1 kWh, ремонта—2% от стоимости); *P*—годовой расход на плату обслуживающему персоналу; годовой расход на водоотлив тогда будет:

$$B = Ap + C + M + P.$$

При поднимании  $Q'$  м<sup>3</sup> воды в год стоимость поднимания 1 000 м<sup>3</sup> воды на высоту 1 м выразится:  $k = \frac{1000 B}{Q'(H-h)}$ , где *h*—высота в м соответственно потерям в трубопроводе.

Лит.: Белов В. И., Рудничный водоотлив, стр. 23, 39—369, Сталин, 1927; Бетоностроительный словарь, перевод с немецкого, стр. 246—248, М., 1927; K e g e l K., Bergmännische Wasserwirtschaft, Halle, 1914; K ö g l e r F., Taschenbuch für Berg-u. Hüttenleute, B., 1924; Hoffmann A., Schachtarbeiten von Hand, Halle, 1911; Versluis J., Voruntersuchung und Berechnung der Grundwasserfassungsanlagen, p. 9—10, München, 1921; T e i w e s K., Die Wasserhaltungsmaschinen (Die Bergwerkmaschinen, B. 5), Berlin, 1916.

**ВОДОПОДОГРЕВАТЕЛИ.** 1. В. питательной воды на паровозах, приборы, использующие отработанный пар паровоза для подогрева питательн. воды. Были произведены опыты использования теплоты отходящих газов для подогрева этой воды, но они успеха не имели. В настоящее время водоподогреватель, использующий отработанный пар, считается необходимой принадлежностью паровоза, и почти все новые паровозы снабжаются такими В.

Опыт показал, что применение В. 1) дает экономию в расходе топлива от 10 до 15%, причем не только используется тепло отработанного пара, но повышается также кпд

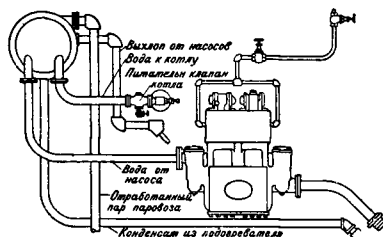
котла, 2) уменьшает износ котла вследствие непрерывного питания его горячей водой и 3) уменьшает образование накипи в котле, так как минеральные примеси питательной воды оседают главным образом в В.

В. делятся на две группы: 1) поверхностные, в которых пар и вода отделены друг от друга металлич. стенками труб, и 2) В. смешения, в которых вода нагревается от непосредственного соприкосновения с паром. Поверхностные В. имели наибольшее распространение, когда опасались смешивать отработанный загрязненный маслом пар с питательной водой; при установке маслоотделителей опасность загрязнения котла маслом устраняется.

В поверхностных В. конденсат, составляющий ок. 15% всего расхода воды, в настоящее время собирается в тендере для использования в качестве питательной воды, для чего В. ставится выше уровня воды в тендере.

В системе В. Кайль-Потонье внутри труб помещается пар, снаружи — вода, причем В. находится под малым давлением. Насос в этой системе В. как бы состоит из двух отдельных частей: 1) нижняя полость его всасывает воду из тендера и подает в В., к-рый находится под давлением в 1,5 atm, 2) верхняя полость его служит для перекачки воды из В. в котел, находящийся под давлением 16—17 atm. Этот тип В. вытесняется другой системой поверхностного В., в к-рой насос, забирая воду из тендера, перекачивает ее в котел через В.; последний находится под полным давлением котла. Фиг. 1 дает схему американского В. «Elesco» значительно упрощенного устройства. В. тоже трубчатый, но в нем вода протекает по трубам, а пар омывает трубы снаружи.

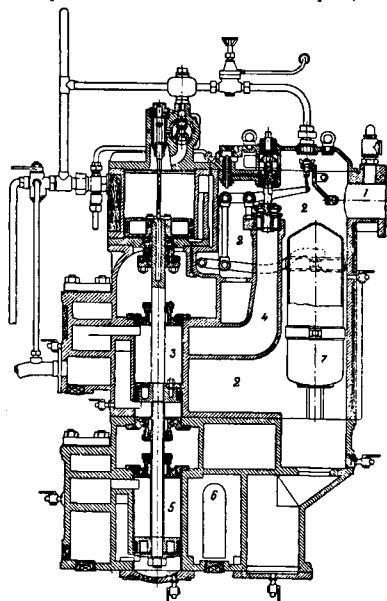
При  $t^\circ$  отработанного пара  $105^\circ$  (соответствующей давлению 1,25 atm)  $t^\circ$  питательной воды доводится до 85—100°. Поверхность нагрева В. составляет  $\frac{1}{12}$ — $\frac{1}{15}$  испаряющей поверхности котла. Производительность насосов, в соответствии с размерами В., выбирается от 150 до 400 л/мин.



Фиг. 1.

На фиг. 2 показан В. смешения завода «Красный путиловец», установленный на паровозе серии «М». По трубе 1 отработанный пар поступает в камеру смешения 2, куда подается холодная вода из тендера верхним насосом 3 через канал 4. Нагретая паром вода притекает к нижнему насосу 5, которым через трубу 6 нагнетается в котел. Для регулирования притока и отвода воды в камере смешения служит поплавок 7, дей-

ствующий через рычажную передачу на регулирующие клапаны. В. смешения системы «Дабег» отличаются тем, что плунжеры насоса приводятся в движение (не паром, а от



Фиг. 2.

механич. привода, связанного с кривошипом колеса паровоза, благодаря чему упрощается вся конструкция.

В условиях мягкого климата все системы В. работают хорошо; при морозах, на станциях, когда котел не питается водой, В. подвергается большой опасности быть замороженным. Для устранения этого конструкция В. должна давать возможность перегонять воду из тендера в тендер, без подачи в котел, и В. надлежит освободить полностью от воды. Стоимость В. с установкой 3 500—4 000 р. на паровоз. К водоподогревателям можно отнести также инжекторы, работающие отработанным паром. См. *Инжекторы*.

2. Водоподогреватели в различных отраслях промышленности см. *Экономайзеры*.

Лит.: Дец и у ш Г. С., Подогрев питат. воды на паровозах и питат. паровоз. прибор системы Кайль-Потонье, СИБ, 1944; Гриненко Р. П. и Сыромятников С. П., Подогрев питат. воды на паровозах, «Труды Научно-технич. в-та НКПС», вып. 10, М., 1925; Гриненко Р., Подогрев питательн. воды на паровозах: типы подогревателей и результаты их испытания, Москва, 1926; Сыромятников С., Результаты испытания водоподогревателей Кюорра, Ворец и Вортингтона, Москва, 1926; Васильев Г., Подогрев воды и типы подогревателей для паровозов, Москва, 1926; Гриненко Р. И., Инструкция по уходу за паровозн. водоподогревателями поверхностности (типа Кюорра) и смешения (типа Вортингтона). Полное руководство по уходу и ремонту паровозных водоподогревателей, М., 1927; Инструкция по уходу за паровозными поверхн. подогревателями сист. «Ворец», Москва, 1926; P a r m a n t i e r M. A., Le réchauffage de l'eau d'alimentation des chaudières-locomotives sur le réseau P. L. M., «Rev. gén. des chemins de fer», Paris, 1925, 2.

П. Насоскин.

**ВОДОПОДЪЕМНАЯ СИСТЕМА** искусственного судоходства заключается в устройстве на реке последовательного ряда водоподъемных плотин, увеличивающих глубину реки в пределах распространения их подпора; там, где глубина эта становится малой и для судоходства недостаточной, ставят следующую плотину; таким образом получают последовательный ряд глубоких плесов, или бьефов, последовательно возвышающихся один над другим. Река получает название канализованной или шлюзованной. Переход из одного бьефа в другой производится через особо устроенные сбросы плотины камерные шлюзы (см.) или при помощи особых *судоподъемников* (см.). Т. к. пропуск судов через шлюзы сопряжен с расходом воды, то на реках с малым расходом применяют искусственное питание верхнего или водораздельного бьефа из особых водохранилищ посредством питательных (водопроводных) каналов, а иногда применяют механический подъем воды или перекачивание воды из нижнего бьефа в верхний; равным образом в шлюзах с большим падением стараются довести расход воды на пропуск судов через шлюзы до минимума путем устройства при шлюзах сберегательных камер или бассейнов.

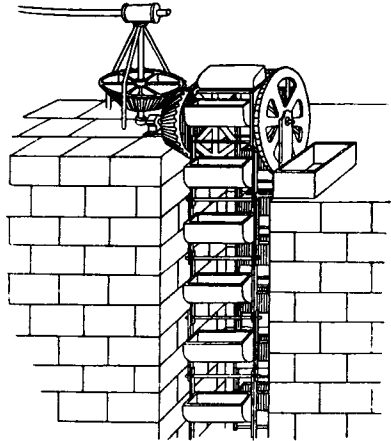
А. Эбви.

Лит.: см. Плотины.

**ВОДОПОДЪЕМНЫЕ МЕХАНИЗМЫ** состоят из насосов (см.), гидравлических таранов (см.), гидравтоматов (см.), использующих падение водного источника для подъема части воды того же самого источника, и из водоподъемных колес. Последние представляют собой простейшие механические приспособления, применяемые для подъема воды главным образом в целях орошения небольших участков земли и очень редко в целях водоснабжения и осушения. Колеса приводятся в действие при помощи либо силы животных либо силы течения воды и очень редко при помощи механич. двигателей. В последнее время, с распространением разного рода насосных устройств, водоподъемные колеса сохранились только в практике сел. хозяйства. Простейшее из них — «чигирь», применяемый во многих засушливых местностях с примитивным сельским хозяйством, представляет собой устанавливаемое на берегу водоема деревянное колесо с прикрепленными к его окружности ведрами или черпаками, которые зачерпывают воду и, поднявшись вверх, опоражниваются в подставленный жолоб. Высота подъема воды такого колеса незначительна — меньше диаметра самого колеса, к-рый редко превышает 4 м. В пределах СССР подобные В. м. наиболее распространены в дельте р. Волги, где служат для орошения огородов и садов. Некоторым видоизменением этого приспособления является «крымское» водоподъемное колесо, которое не имеет ведер, а вместо них — пустотелый обод, разделенный перегородками на отдельные камеры с боковыми отверстиями, через которые вода выливается в жолоб. Производительность водоподъемного колеса может быть

определена по ф-ле:  $Q = \lambda \frac{nz}{60} g$ , где  $Q$  — количество поднимаемой воды в м<sup>3</sup>/сек,  $n$  — число

об/мин.,  $z$  — число ведер или перегородок,  $q$  — емкость ведра в м<sup>3</sup>,  $\lambda$  — коэф. наполнения, или объемный КПД, равный 0,8—0,9. Более совершенный водоподъемный аппарат, так называемая «нория» (фиг. 1), служит для



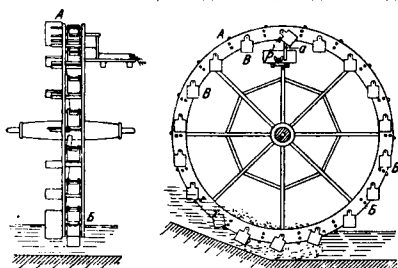
Фиг. 1.

подъема воды на высоту до 25 м. Нория состоит из чугунного колеса или барабана и стальных черпаков, соединенных между собой при помощи цепи из железных полос. Малые нории приводятся в движение одним или двумя рабочими, большие — конным приводом. В первом случае на валу барабана закрепляют чугунное зубчатое колесо, которое сцепляется с шестерней, соединенной с рукояткой; во втором случае движение передается посредством конич. зубчатых колес. Вода вытекает в жолоб внутри барабана, откуда стекает в лоток. Для подъема больших количеств воды применяют двухбарабанные нории с механическим приводом, помещающимся между этими барабанами. Нории чрезвычайно распространены в засушливых местностях Западной Европы, а также в Алжире, Тунисе и Египте. Перед войной 1914—1918 гг. они стали широко распространяться и в Крыму для орошения огородов и садов.

Водоподъемные колеса могут приводиться в движение автоматически в тех случаях, когда при их помощи поднимают воду из быстро текущих рек. В таких случаях колеса с прикрепленными к ним ведрами или черпаками снабжаются особыми лопастями, по которым ударяет быстро текущая вода и приводит их в движение. Колесо диам. ок. 4,5 м имеет 12 лопастей, на окружности колеса помещено 24 кувшина вместимостью по 7 л; при 4 об/м. колесо за 6 час. поднимает на высоту 3 м до 40 м<sup>3</sup> воды, что достаточно для орошения за 18 часов 1 га, а за лето — для обслуживания 12—15 га.

Более совершенными являются водоподъемные колеса типа Перроне с подвешенными черпаками или бадами (фиг. 2). Между дощатыми кольцами, составляющими

обод колеса *АВ*, подвешены черпаки *В*, *В* на горизонтальной оси, которую образуют железные болты, соединяющие два обода

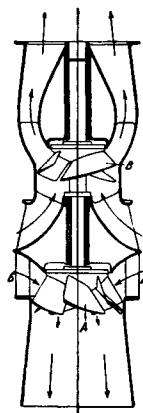


Фиг. 2.

колеса. Во время вращения колеса черпак с водой находится постоянно в отвесном положении, и только достигая высшей точки, задевает за выступ *а*, прикрепленный к деревянному лотку *Р*. При этом черпак принимает наклонное положение и опорожняется; вода попадает в лоток, откуда вытекает по желобам. Такие деревянные колеса устраиваются обыкновенно диаметром в 5 м и применяются для подъема значительных количеств воды, достигающих 180 000 м<sup>3</sup>; этими колесами можно орошать более 50 га садов и огородов.

Эти самодельствующие *В. м.* очень распространены в странах, где процветает искусственное орошение и где имеются потоки воды, протекающие со скоростью 1 м/сек и более. Их можно видеть в Туркменистане, Сибири, Индии, Китае и других засушливых странах. Особо больших размеров они достигают в С. Америке. Так, колесо, работающее в долине р. Гранд-Ривер в штате Колорадо, имеет около 10 м в диам., поднимает воду на высоту 9 м и орошает около 17 га плодового сада.

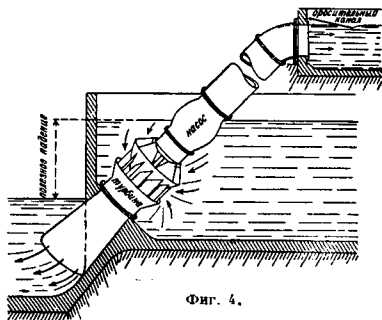
Водоподъемное колесо, приводимое в движение течением воды, в случае постоянного ее уровня устанавливается неподвижно, в случае же переменного уровня делается подъемным. Подшипники вала помещаются в таких случаях в особых станинах или стойках по бокам колеса и могут опускаться и подниматься с помощью воротов или винтов. На больших реках колеса приходится приспособлять на плавающих понтонах, укрепленных якорями. По мере подъема уровня воды в реке понтоны



Фиг. 3.

всплывают и поднимают колесо, и наоборот. В последнее время в Германии появился *В. м.*, в котором падение воды использовано для приведения в движение насоса, подающего воду для орошения более высоко расположенных областей. Механизм (фиг. 3) со-

стоит из быстроходной турбины *А*, приводимой в движение водой с небольшим падением; вода из водоема входит через отверстие *Б* и падает на лопасти турбины. На одном валу с турбиной насажен насос *В*, который поднимает воду выше. На фиг. 4 показана установка этого механизма в Лигнице, в которой незначительное падение воды канала Одера использовано для поднятия воды на 1,5 м с целью орошения. Такое устройство рассчитано на приток 1500 л воды в секунду, из к-рых подаваться должно 450 л. Механизм этот может работать в вертикальном, горизонтальном и наклонном положении. Пуск в ход производится



Фиг. 4.

путем отодвигания заслонки. Коэффициент полезного действия всей установки равен 55—75%.

Лит.: Рытель М. Ф., Приспособления для подъема воды, СПб, 1900; Скорняков Е. Е., Искусственное орошение небольших участков земель в крестьянских хозяйствах, ч. 1, М., 1925.

**ВОДОПОДЪЕМНЫЕ СТАНЦИИ** предназначаются для добывания воды из источника и перекачки ее в водопроводную сеть. Основными принадлежностями *В. с.* являются всасывающие и нагнетательные насосы, приводящие их в движение двигатели и трубопроводы. При проектировании *В. с.* необходимо определить количество подлежащей перекачке воды, суммарный подъем ее, а также продолжительность работы насосов в течение суток. При определении мощности станции берется средний суточный расход воды в месяце наибольшего потребления с учетом всех потерь воды, а также и расхода ее на собственные нужды станции. Максимальные часовые расходы покрываются из запаса регулирующего резервуара (см. *Водонапорные резервуары*). Подъем воды (всасывание + нагнетание) определяется по разнице между высшим уровнем воды в резервуаре и нижним уровнем ее в источнике с учетом потери напора в трубах. Число часов работы станции выбирается в зависимости от степени неравномерности потребления воды и объема регулирующего резервуара. В больших городах наибольшее потребление воды происходит в течение 14—18 часов; этим определяются минимальная продолжительность работы станции и емкость резервуара. Обычно большие *В. с.* работают по возможности

равномерно и непрерывно круглые сутки; резервуар наполняется ночью и регулирует часовые колебания расхода, отдавая запас днем. Малые В. с. работают 8—10 часов в сутки при резервуаре достаточной емкости.

При выборе числа насосов для подачи потребного суточного количества воды д. б. учтены: надежность, достигаемая постановкой запасных агрегатов; соразмерность, устанавливаемая выбором подходящей мощности каждого агрегата, и экономичность. В больших установках должно быть не менее двух запасных насосов для регулирования работы В. с. при капитальном и случайном ремонте. При основном электрич. оборудовании запасными агрегатами д. б. дизель-насосы или паровые насосы; мощность отдельных агрегатов выбирается в предположении, что каждый из них будет работать с полной нагрузкой и с наибольшим кпд. При переменной подаче насосы большой мощности могут оказаться менее выгодными, чем большее число насосов меньшей мощности, позволяющее комбинировать различную подачу. При выборе типа насоса д. б. учтено следующее: а) насосы по возможности д. б. ходового типа, для которых можно получить во всякое время запасные части к ним; б) конструкция насосов д. б. надежна и долговечна; в) кпд д. б. достаточен высок и постоянен при разных условиях работ; г) эксплуатация насосов д. б. наимыгоднейшей; д) вся насосная установка д. б. приспособлена для различных возможных условий работы; в этом отношении выгоднее насосы разной производительности.

Насосы подразделяются на поршневые, плунжерные, центробежн., турбинные, пневматические и на другие специальные, редко применяемые типы. О б ъ е м н ы е насосы имеют разнообразную конструкцию. Достоинства этих насосов: высокий коэф. полезного действия (до 0,84), остающийся постоянным при разных условиях работы, долговечность, надежность, возможность регулирования подачи и напора (путем изменения числа оборотов). Недостатки: высокая стоимость, большая занимаемая площадь, большой вес, трудность соединения с электромоторами и двигателями внутреннего сгорания, порча песком, который находится в воде, восприимчивость к гидравлич. ударам. Ц е н т р о б е ж н ы е насосы, работа к-рых основана на превращении живой силы воды в статическое давление, находят большое применение в водопроводном деле. Кпд этих насосов не постоянен, и т. о. данный насос имеет максимальный кпд при определенном числе оборотов и определенном напоре, для которого и рассчитывается насос. При напорах больших расчетного подача насоса уменьшается, кпд также сильно падает; при недопустимо высоких напорах подача совсем прекращается. При напорах меньших расчетного подача хотя и увеличивается, но кпд уменьшается и расход энергии растет. Поэтому центробежные насосы должны всегда работать при расчетных данных. Параллельная работа центробежных насосов возможна только в том случае, когда характеристика их имеет вид, указанный на фиг. 1, т. е. если напор при закрытой за-

движке выше напора при нормальной подаче; при характеристике же, изображенной на фиг. 2, когда напор при закрытой задвижке ниже напора при нормальной подаче, одинаковые напоры соответствуют двум разным производительностям, и параллельная работа насосов невозможна.

Центробежные насосы разделяются на насосы низкого давления—до 30 м, среднего—до 70 м и высокого—выше 70 м водяного столба. Для малых напоров насосы строятся с одним колесом, для больших напоров применяют многоступенчатые турбины и насосы.

Преимущества центробежных насосов сравнительно с поршневыми: а) малая первоначальная стоимость и малые эксплуатацион. расходы; б) простота конструкции, малый вес, небольшие размеры занимаемой площади; в) возможность прямого соединения с электромоторами и быстроходными двигателями; г) невосприимчивость к гидравлическим ударам, возможность работы при закрытой задвижке, возможность подачи засоренной воды с песком и проч.; д) параллельная работа для увеличения подачи и последовательная—для увеличения напора. Недостатки: а) малый кпд—70—80%; б) малые пределы регулирования подачи и напора и необходимость работы при постоянных условиях; в) необходимость заливки водой при пуске; г) опасность развития большой подачи и перегрузки двигателя при порче напорной линии; д) возможность образования напора на отстойке насосом воды в нагнетательной линии.

В обычных условиях применяются горизонтальные центробежные насосы. Для глубоких колодцев применяются вертикальные центробежные насосы, опускаемые в шахту или трубу колодца на глубину стояния воды; они приводятся в движение мотором, расположенным наверху шахты и соединенным с насосом вертикальным валом (тип Фарко). Для извлечения воды из глубоких колодцев (артезианских скважин) применяются п н е в м а т и ч е с к и е водоподъемники—*аэролифты* (см.), действующие посредством сжатого воздуха, вдуваемого в скважину на большой глубине и выбрасывающего из скважины смесь воды и воздуха. Системы пневматических водоподъемников различаются между собой по конструкции, но в общем состоят из воздушной трубы, опущенной в скважину ниже динамического уровня воды в ней (равного 2,25 высоты подъема) и помещаемой в центре или сбоку водяной трубы. Кпд аэролифтов 25—33%. Достоинства: а) большая продуктивность; б) простота конструкции—отсутствие движущихся и трущихся частей, простота ухода и дешевизна эксплуатации, надежность действия; в) аэрация воды, что имеет значение в артезианских водах для выделения из них железа и марганца, хотя отложения солей железа могут вызвать ржавление труб. Недостатками пневматических водоподъемников являются а) низкий кпд, неравномерность подачи; б) невозможность горизонталь-



Фиг. 1.

Фиг. 2.

В обычных условиях применяются горизонтальные центробежные насосы. Для глубоких колодцев применяются вертикальные центробежные насосы, опускаемые в шахту или трубу колодца на глубину стояния воды; они приводятся в движение мотором, расположенным наверху шахты и соединенным с насосом вертикальным валом (тип Фарко).

Для извлечения воды из глубоких колодцев (артезианских скважин) применяются п н е в м а т и ч е с к и е водоподъемники—*аэролифты* (см.), действующие посредством сжатого воздуха, вдуваемого в скважину на большой глубине и выбрасывающего из скважины смесь воды и воздуха. Системы пневматических водоподъемников различаются между собой по конструкции, но в общем состоят из воздушной трубы, опущенной в скважину ниже динамического уровня воды в ней (равного 2,25 высоты подъема) и помещаемой в центре или сбоку водяной трубы. Кпд аэролифтов 25—33%. Достоинства: а) большая продуктивность; б) простота конструкции—отсутствие движущихся и трущихся частей, простота ухода и дешевизна эксплуатации, надежность действия; в) аэрация воды, что имеет значение в артезианских водах для выделения из них железа и марганца, хотя отложения солей железа могут вызвать ржавление труб. Недостатками пневматических водоподъемников являются а) низкий кпд, неравномерность подачи; б) невозможность горизонталь-



ного перемещения воды, благодаря чему требуется двойная перекачка ее—сначала в резервуар, а из него в сеть.

Двигателями для насосов В. с. являются паровые машины, паровые турбины, двигатели внутриен. сгорания и электродвигатели. Паровые машины тендем-компаунд и тройного расширения с перегретым паром с конденсацией, с клапанным парораспределением, с числом оборотов до 60 в минуту применяются при поршневых и плунжерных насосах, непосредственно соединенных с машиной. Преимущества паровых машин: легкая регулировка числа оборотов и давления и возможность экономичной работы при изменяющихся условиях подачи воды, надежность действия и длительность службы. Недостатки: дороговизна, большие размеры занимаемого места (с котлами), дорогая эксплуатация. Паровые турбины применяются для насосов большой мощности. Насосы в большинстве случаев соединяются с турбиной шестеренной передачей, уменьшающей число оборотов насоса до той величины, которая дает наибольший кпд. Преимущества турбины перед паровыми машинами: меньший расход пара (на 25%), малые размеры турбины и занимаемой ею площади, простота и вместе с тем надежность конструкции, дешевая стоимость эксплуатации и ремонта, удобство соединения с центробежными насосами.

Для насосов наиболее применение получили дизеля. Насосы соединяются с дизелями ременной или шестеренной передачей. При больших мощностях шестеренные передачи громоздки, а ременная требует применения специальных широких ремней с натяжными приспособлениями типа Лениск. Дизели имеют высокий и малый расход топлива, могут быть быстро пущены в работу и занимают меньше места, чем паровые машины с котлами. Термическ. кпд разных двигателей:

Дизель	32,0—35,3
Газовый двигатель	18,0—27,5
Паровая турбина до 2 000 IP	10,6—16,2
Паровая машина	9,1—15,4

Электродвигатели применяются при центробежных насосах, помещаемых на одном валу, реке—для быстроходных плунжерных насосов. Электродвигатели ставятся переменного тока, реке—постоянного. Двигатели переменного тока—синхронные и асинхронные, с постоянным числом оборотов, высокого (2 000—6 000 V) и низкого (220 V) напряжения. Преимущества электродвигателей: а) малая первоначальная стоимость; б) малые эксплуатационные расходы; в) незначительность занимаемого места; г) удобство соединения с центробежными насосами. Недостатки: а) постоянство числа оборотов при переменном токе; б) ненадежность электрической установки, требующей наличия в виде запаса другого рода двигателей; в) необходимость ставить двигатель на максимальную нагрузку насоса; г) порча от сырости и пыли.

В. с. устраивают вблизи источника, при реках—на высоком незатопляемом берегу. Насосы, забирающие воду из источника, располагают на таком уровне, чтобы высота

всасывания не превышала 5—6 м. Это достигается помещением насосов в случае надобности ниже уровня земли—в подвалах, в шахтах. При очистке воды вводится двойная перекачка: из реки—на очистительные сооружения и из сборного резервуара чистой воды—в сеть или водонапорную башню. В этом случае насосы первого подъема ставят внизу, в подвале машинного здания, а второго—наверху, на уровне земли.

Всасывающий трубопровод д. б. по возможности коротким и достаточного диаметра для уменьшения потери напора. Трубы должны идти повышаясь к насосам; так как скопление воздуха во всасывающей трубе может прервать действие насоса, то соединения труб делают воздухо непроницаемыми; на всасывающей трубе устанавливают воздушный клапан, а выделяющийся из воды воздух должен удалиться особым вакуум-насосом. На нагнетательных трубах также ставят воздушный клапан для предохранения от гидравлических ударов и кроме того обратный клапан. Всасывающие и нагнетательные трубы соединяются с насосами задвижками. Все трубы обычно помещаются в особых галлерейях. Насосы должны быть присоединены ко всем трубопроводам на случай порчи одного из них. Для учета воды на нагнетательной линии у каждого насоса ставят водомер Вентури, а также манометр и вакууметр для показания давления и всасывания.

Помещение насосной станции д. б. неогороженное: кирпичное или железобетонное, с неогороженной крышей; полы, для чистоты, устраивают плиточными. Здание д. б. хорошо освещено и вентилируемо. Расположение двигателей и насосов должно давать возможность удобного их обслуживания. Все управление паровыми вентилями, водяными задвижками и электрич. приборами необходимо сосредоточить у машины, равно как и все приборы, показывающие работу машин. Для паровых установок рядом с машинным зданием устраивают котельную. При дизелях строят помещения для нефтяных и масляных баков. Нефтяные резервуары на дворе станции, в противопожарных целях, обносят земляным валом. При электроснабжении устраивают помещение для трансформаторов и для приборов тока высокого напряжения. При станции должны быть служебное помещение и ремонтная мастерская.

Особое устройство имеют станции пневматического водоснабжения. Вода, добываемая из скважины аэролитом или насосом, накачивается в герметически закрытый железный резервуар, соединенный сверху с таким же резервуаром, наполненным воздухом при известном давлении. Из резервуара вода выходит под давлением в разводящую сеть труб. Давление воздуха должно быть вдвое больше требуемого напора в сети. Накачивание воздуха в резервуар и пополнение его по мере израсходования производится воздушным компрессором. Пневматическ. станция удобна для водоснабжения небольших городов, так как она не нуждается в водонапорных башнях и является простой и удобной в эксплуатации.

При электронасосах применяются особые автоматические приспособления для пуска и останковки моторов в зависимости от падения или повышения давления в резервуаре; это еще более упрощает эксплуатацию, делая ненужным постоянное пребывание на станции машиниста.

Лит.: См. Водоснабжение.

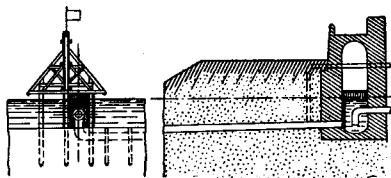
Н. Гушин.

**ВОДОПРИЕМНИКИ**, сооружения, предназначенные для захвата воды из открытых источников. В. на реке располагают в наименее загрязненной части ее, вдали от заселенных мест. Выше В. река должна быть также предохранена от загрязнения поселениями, фабриками и предприятиями; местность в районе реки и ее притоков выше В. составляет так назыв. санитарную охранную зону. В. устраивают в самом глубоком месте реки, у стрежня. При размываемом русле реки берега реки выше В. укрепляют и сечение реки суживают путем устройства против водоприемника полузаград (Рублевская станция московского водопровода) для воспрепятствования отложению у В. наносов песка, могущих занести его отверстия.

На реках СССР часто наблюдается явление так наз. донного льда и сала, которые могут при известных условиях нарушить действие В., как это было в Петербурге в 1914 г. В период ледостава, в начале зимы, при темп-ре воздуха ниже нуля и при отсутствии ледяного покрова вода переохлаждается и переходит в кристаллич. состояние по всей своей толще до дна реки, причем могут образоваться донный лед на дне реки и сало между дном и поверхностью воды. Такое состояние воды в реке крайне опасно для В., т. к. наносы льда могут закупорить его отверстия. Для борьбы с донным льдом у В. надвоемременно прочищают узкий канал, через к-рый и проносятся с большой скоростью донный лед и сало. Для предупреждения и для устранения закупорки отверстий В. донным льдом применяют обогревание места приема воды паром или электрич. током. В последнее время для этой цели с успехом применяют как термитные бомбы, дающие огромное количество теплоты при сгорании, так и сжатый воздух. Для борьбы с донным льдом достаточно поднять темп-ру воды на  $0,001^\circ$  выше нуля. В. должен быть предохранен от попадания в него мусора из реки и должен допускать возможность очистки от сора и муть. Размеры окон В. должны быть рассчитаны на скорость воды ок. 150—200 мм/сек. Площадь окон д. б. по крайней мере в три раза больше площади всасывающих труб. При мутной воде площадь решеток рекомендуется брать в десять раз больше, а при менее мутной—в пять раз больше площади сечения всасывающ. труб. В малых водопроводах всасывающая труба может оканчиваться в реке колоколом.

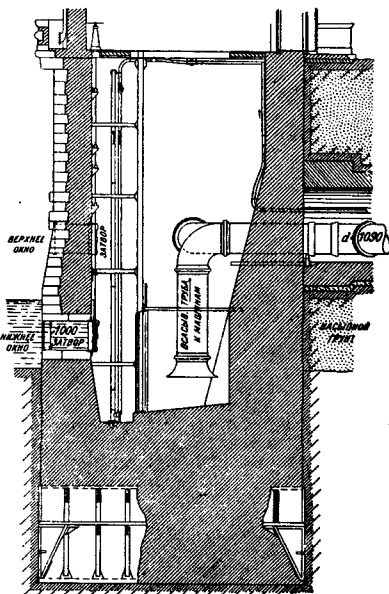
Конструкция В. на реках крайне разнообразна и зависит от характера реки, ее берегов, дна и климатических условий. Наиболее простым типом В. является В. парижского водопровода на Ивре. Этот В. устроен в виде трубы диам. в 1 м, расположенной на 1 м выше дна реки с загибом конца вдоль ее течения. Вода из трубы поступает в колодец на берегу, откуда и всасывается насосами

станции (фиг. 1). Вместо трубы река соединяется со всасывающим колодцем каменной или деревянной галлереей. Иногда для грубой очистки воды конец этой галереи снабжают фильтром из гравия, помещенного внутри свайного заграждения, обсыпанного



Фиг. 1.

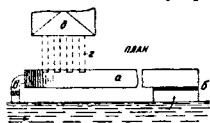
камнем. При переменном уровне воды в реке приемник устраивают в виде трубы, подвешенной на поплавке и соединенной с неподвижной частью шаровым шарниром. При крупных водопроводах устраивается башня с окнами на разных уровнях. Примером крупного В., на 250 000 м<sup>3</sup> воды в сутки, является приемник Рублевской станции московского водопровода (фиг. 2, размеры в мм).



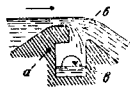
Фиг. 2.

В. этот расположен у круглого правого берега Москвы-реки и выступает в реку на 3 м. Основанием ему служит кессон, площадью 230 м<sup>2</sup>, на к-ром возведены каменные стены приемника. Приемник разделен на две самостоятельные половины, что позволяет производить его чистку без остановки действия В. Приемник сообщается с рекой двумя расположенными один над другим рядами

окон. В межледный период вода поступает через нижние окна, в период паводка—через верхние окна. Окна снабжены решетками для предотвращения доступа с реки крупных плавающих предметов. Решетки у окон сделаны подвижными и поднимаются системой кранов для их очистки. В верхней части водопровода устроены механизмы для открывания шиберов отверстий и поднимания сеток и поставлены краны на случай ремонта. Осадки из приемника удаляются эжекторами Кертинга. В колодец приемника опущены всасывающие трубы насосов diam. 1 000 мм и 1 200 мм. Для предохранения от заноса приемников песком и донным илом устраивают особые бассейны, соединенные с рекой каналами и служащие также отстойниками. В эти бассейны опускают всасывающие трубы. Хорошим водоприемным бассейном является траншея со шпунтовыми стенками, которая устроена в береге реки параллельно ее течению. На фиг. 3 показана схема устройства В. с каналом:



Фиг. 3.



Фиг. 4.

сечения траншеи дают возможность оседать взвешенным частицам, решетка же препятствует попаданию в В. крупных плавающих частей. Другой тип приемника приведен на фиг. 4, где а—каменная плотина, б—прорез, перехватывающий часть потока, в—подвод к насосной станции. Приемные трубы делают чугунные, с достаточно большим сечением для уменьшения потери напора.

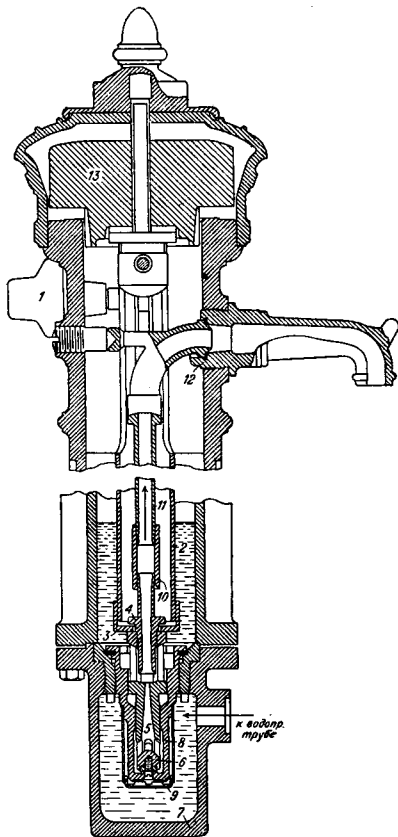
В. на озере устраивают в наименее загрязненном месте его, возможно дальше от берега. Водоприемные отверстия располагают на разной глубине в зависимости от низшего уровня воды в озере с учетом толщины льда. Всасывающие отверстия трубы должны быть на расстоянии до 600 м от берега и на глубине не менее 6—10 м; д. б. учтено и действие волн (на глубине больше 12 м влияние волн незначительно). В. на Боденском озере расположены: в Мюнстерлинге—в 582 м от берега, на глубине 34 м, в Констанце—в 400 м от берега, на глубине 40—50 м. Приемник (на Констанце представляет собою железную трубу диаметром 450 мм, уложенную по дну на прокладках. Всасывающая головка трубы, снабженная сеткой, укреплена на железной ферме и соединена с трубой шаровым шарниром. При переменном уровне воды всасывающий конец трубы может подниматься и опускаться на шарнире при помощи лебедки. В. в Буффало (США) построен на берегу, на расстоянии 1 300 м от озера; в виде бетонного колодца,

соединенного с озером бетонным же тоннелем под дном озера (дл. 2 000 м) и вне озера (1 300 м). Конструкция В. зависит от местных условий, и выбор ее представляет одну из основных задач при постройке водопровода. Иногда в В. устраивают насосную станцию первого подъема, что значительно улучшает работу всасывания. Н. Гущин.

Лит.: см. *Водоснабжение*.

**ВОДОПРОВОД**, система сооружений, имеющая своим назначением доставку воды с одного места на другое. В. охватывает все приспособления, к-рые необходимы как для осуществления системы водоснабжения, так и для эксплуатации ее: водоемы, водоподъемные механизмы, водопроводную сеть (трубопроводы), водомерные приборы и т. д. См. *Водоснабжение* и *Водомеры*.

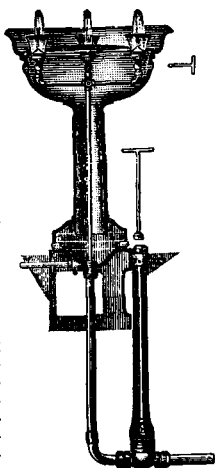
**ВОДОРАЗБОРНЫЙ КРАН**, служит для отпуска воды на улицах, площадях и других общественных местах. Самой древней фор-



Фиг. 1.

мой водоразбора являются фонтаны (Париж, старинные германские города), пред-

ставляющие в большинстве случаев художественное украшение города. Современный водоразборный кран устраивают в виде чугунной колонки (фиг. 1), надземная часть которой имеет выпускной отвод (носик) для отпуска воды и рукоятку для пуска В. к. в ход. В подземной части, ниже глубины промерзания (до 3 м в холодных районах), корпус водоразборной колонки соединяют с уличной водопроводной трубой, и в том же месте помещают эжектор с клапаном для пуска воды. Чтобы привести в действие В. к., поднимают рукоятку 1, последняя поднимает трубу 2, проходящую по всей высоте колонки. На нижнем конце этой трубы накручен фланец 3, который захватывает эжектор 4—5, снабженный клапаном 6. Коробка 7 соединена боковым отверстием с водопроводной трубой и всегда наполнена водой под давлением в сети. При открытии клапана 6 вода из коробки 7, пройдя сетку 9, устремляется через отверстия гнезда 8 в эжектор. Эжектор прежде всего засасывает воду, которая стекла после предыдущего действия крана в пространство между корпусом колонки 10 и трубой 2, а затем подает как эту воду, так и воду из водопроводной трубы по трубе 11 в выпускной отвод 12. Во время действия крана рукоятка держится в поднятом состоянии. При опускании рукоятки груз 13, укрепленный на верхнем конце трубы 2, опускает последнюю вниз. Труба 2 при опускании двигает вниз эжектор 4—5 и закрывает клапан 6, прекращая таким образом доступ воды из водопроводной сети. Оставшаяся в подающей трубе 11 вода через боковые отверстия эжектора 4—5 сливается в пространство между корпусом водоразборной 10 и трубой 2 и заполняет это пространство на небольшую высоту, оставшаяся здесь до следующего открытия пусковой рукоятки, когда эту воду опять всасывает эжектор.



Фиг. 2.

Водоразборная колонка ставится на отрезке уличной трубы, обычно у тротуара, вблизи водостока для возможности отвода излишне выливающейся воды; от водопроводной трубы колонка отделяется вентиляем, позволяющим выключать ее для ремонта. За границей для питья широко распространены гигиенические колонки с постоянной струей воды (фиг. 2), исключющие необходимость пользования посудой для питья.

Кроме т. н. ручных колонок для отпуска воды в ручную посуду устраиваются боковые водоразборы, отпускающие воду в большом количестве в бочки. Кроме того в горо-

дах ставятся специальные колонки для водопоя скота с индивидуальным отпуском воды для каждой головы в отдельности, а также колонки для поливки улиц, садов и скверов. В малых городах, без канализации, отпуск воды населению производится почти исключительно через водоразборные колонки. Неудобство их—трудность учета потребления воды и взимания платы за нее. Для устранения этого неудобства необходима конструкция автоматического водоразборного крана, могущего отпускать определенное количество воды при опускании в него монеты или специальной марки. Н. Гущин.

Лит.: см. Водостабильность.

**ВОДОРОД**, Н, химич. элемент, порядковый номер 1; ат. в. 1,008 (1,00775). Раньше ат. вес водорода принимался за единицу; в этом случае ат. в. кислорода приходилось считать равным 15,879 и ат. в. многих др. элементов выражать смешанными числами, что оказалось неудобным для стехиометрич. вычислений; поэтому в настоящее время для ат. веса кислорода принято целое число 16; в связи с этим ат. вес В. оказался равным 1,008. В последнее время дробную часть ат. веса В. стараются объяснить *релятивистским эффектом* (см.). Независимо от этого последние завоевания в области теоретич. химии и физики подтвердили высказанную еще в самом начале 19 в. Прютом гипотезу, что В. является тем простейшим элементом, из которого построены все остальные химические элементы. Действительно, атомы В. выделяются наравне с атомами гелия при радиоактивной и искусственной дезинтеграции многих химич. элементов (опыт Резерфорда и его учеников, см. *Атомная теория и Радиоактивность*), с выделением в некоторых случаях весьма значительных (относительно) количеств энергии. Эта роль В. в образовании остальных химических элементов соответствует его распространенности во Вселенной: спектры всех светил, в том числе и солнца, содержат линии водорода, и многие из светил состоят, повидимому, исключительно из скоплений раскаленного газообразного водорода.

**Физические свойства** (<sup>1</sup>, <sup>2</sup>, <sup>3</sup>). В.—бесцветный газ без вкуса и запаха; он является наиболее легким из всех известных по настоящее время веществ: В. в 14 $\frac{1}{2}$  раз легче воздуха и в 16 раз легче кислорода. Один л В. на широте 45° весит при нормальных условиях 0,089871 ± 0,000005 г;  $F_{\text{крит.}}$  —252,7°;  $t_{\text{пл.}}$  —259,1°;  $F_{\text{крит.}}$  —239,9°; крит. давл. 12,8 Атм; крит. плотность 0,531 г см<sup>3</sup>; уд. в. водорода при  $t_{\text{крит.}}$  0,07081 (по отношению к воздуху); коэффициент расширения В. 0,0036613 при 760 мм давления между 0 и 100°; теплопроводность 0,0322 при —252° (Eucken), 0,4994 при 100°, 0,445 при 40° (Kundt and Warburg); удельн. теплота при 15° равна 14,5 джоулей на грамм-атом, при  $t^{\circ}$  от 0 до 2 500° равна 2,89 (с.); молекулярная теплота 5,82 (при  $t^{\circ}$  0—2 500°); скрытая теплота испарения при  $F_{\text{крит.}}$  равна 0,450 килоджоулей на грамм-атом; скорость звука в В.—около 1 270 м/сек при 0° (Dulong). При обыкновенной  $t^{\circ}$  водород является газом совершенным. Коэффициент диффузии водорода по отношению к кислороду = 0,677 см<sup>2</sup> сек<sup>-1</sup> при 0° и 760 мм;

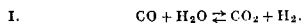
1 а водорода при 0° и 760 мм занимает объем в 11,176 л. Вес атома водорода (по Спирингу), во всяком случае, не превышает 2,5 десятиллионных частей г; вязкость В. при 20° равна  $88,7 \times 10^{-6}$  пуаз; поверхностное натяжение при  $t^{\circ}_{\text{кип}}$  равно 1,91; показатель преломления для линии Hg 5790 Å при  $t^{\circ}_{\text{кип}}$  равен 1,197. В. оказывает прохождению электрич. искры меньшее сопротивление, чем кислород, азот воздуха и окись углерода. В воде В. растворим очень мало: при  $t^{\circ} 0-24^{\circ}$  100 объемов воды растворяют 1,93 объемов В. Древесный уголь сгущает водород на своей поверхности, причем 1 см<sup>3</sup> угля адсорбирует (при 0°) 1,5 см<sup>3</sup> В. В. может проникать через пористые тела при обычных  $t^{\circ}$ ; через платину, палладий и железо—при  $t^{\circ}$  красного каления; при  $t^{\circ}$  около 1300° В. диффундирует даже через стенки трубок из плавленого кварца; В. диффундирует через пористую стенку глиняного сосуда со скоростью в 4 раза большую, чем кислород. Различные металлы, находясь в атмосфере водорода, поглощают В. и отдают его обратно лишь при повышении  $t^{\circ}$ ; на холоду это поглощение незначительно, при красном калении—весьма значительно; этой окклюзией, или растворимостью, В. в металлах объясняется тот факт, что В. может проникать через металлы; легче всего водород проникает через палладий; прокаленные листочки палладия поглощают 376 объемов В. при обыкновенной  $t^{\circ}$ , 643—при 97°; при этом интересно, что в вакууме металлы не отдают водороду, но выделяют его лишь при  $t^{\circ}$  близкой к красному калению. Поглощение В. металлами зависит также и от состояния металла: металлч. порошок в большинстве случаев поглощает больше В., чем сплавленный, вальцованный или кованный металл. Процесс поглощения В. металлами сопровождается выделением значительного количества тепла. Жидкий В. представляет собой прозрачную бесцветную жидкость с незначительным поверхностным натяжением. Критическая  $t^{\circ}$  водорода 239,9°, критическое давление 12,8 Атм. Жидкий водород не проводит электричества, его теплота испарения около точки кипения равна 200 кал; удельная теплота 6,4; атомный объем при точке кипения 14,3 см<sup>3</sup>, а плотность 0,07. При действии на газообразный В. вольтовой дуги между вольфрамовыми электродами или при пропускании В. через зону электрического разряда молекулярный водород диссоциирует на атомы особенно активного атомного водорода (см.), соединяющиеся обратно в молекулы H<sub>2</sub> с выделением значительного количества тепла (ок. 100 000 кал).

**Химич. свойства** (1, 3, 4). При обыкновенной  $t^{\circ}$  В.—мало активный элемент, соединяющийся только с фтором (с к-рым реагирует даже при  $t^{\circ} -210^{\circ}$ ) и с литием. При нагревании В. с щелочными, щелочноземельными (кроме магния и бериллия) металлами и с теми металлами редких земель, которые отличаются более основным характером, образуются гидриды (см.) этих металлов, напр.: KN, CaH<sub>2</sub>, LaH<sub>3</sub>. В гидридах щелочей (напр. в LiH) В. функционирует как анион, а не как катион. С хлором В. в темноте при комнатной  $t^{\circ}$  соединяется

лишь крайне медленно, но если смесь одного объема водорода с одним объемом хлора осветить химически активными лучами, то оба газа соединяются со взрывом. С другими галоидами и с элементами кислородной группы В. реагирует лишь при более высоких  $t^{\circ}$ . Смешанный с кислородом в отношении 2 : 1, В. образует гремучую смесь, сгорающую при поджигании или пропускании электрич. искры с сильным взрывом. При сгорании 2,02 г В. с 16 г кислорода выделяется 68 360 кал. Скорость распространения взрыва гремуч. газа равна 2 500 м/сек. Мелко раздробленная платина может воспламенить смесь водорода с кислородом или воздухом. С азотом В. соединяется лишь крайне медленно: даже при красном калении скорость реакции чрезвычайно мала; но и при дальнейшем повышении  $t^{\circ}$  условия равновесия обратной реакции соединения В. с азотом таковы, что значительной концентрации NH<sub>3</sub> в смеси реагирующих газов не образуется (см. Аммиак, получение и т. е. ч. А.). На растворы серебряных солей и на хлористую платину В. действует восстанавливающим образом уже при давлении в одну Атм; при повышенном давлении водородом восстанавливаются также и другие металлы из их солей (например Hg из соли закисной ртути). При высокой  $t^{\circ}$  В. восстанавливает весьма многие неорганические соединения: окислы, сернистые соединения и др. При высоких давлениях и температурах водород восстанавливает, как показал В. Н. Ипатьев, целый ряд солей при действии в водных растворах. В присутствии некоторых металлч. катализаторов, в особенности Ni, Co, а также некоторых металлческих окислов, водород обладает способностью гидрировать при нагревании (см. Гидрирование) непредельные, ароматич. соединения, а также восстанавливать и другие органические соединения (Сабатье и Сандерен, Ипатьев). В присутствии коллоидальных Pt и Pd целый ряд аналогичных процессов протекает также и на холоду (Paal Skita, Willstätter, Фокин, Зелинский). Под действием α-лучей эманации или электрического разряда при пониженном давлении В. переходит с одновременным уменьшением своего объема в активный В. Активный В. способен непосредственно соединяться с серой и фосфором и восстанавливать As<sub>2</sub>O<sub>3</sub> и KMnO<sub>4</sub>.

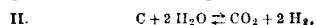
**Получение В. в технике.** Наиболее простые методы добытия В. являются в то же время при осуществлении в технике наименее рентабельными; поэтому их применяют лишь в условиях военного времени; к таким методам относится получение В. при действии кислот на металлы, при действии едких щелочей на алюминий, цинк или ферросилиций (силколь) и др. Военная техника выработала целый ряд методов и препаратов (гидрогенит, гидротил, амальгама алюминия, гидрон, или сплав натрия со свинцом), которые удобны для транспорта и дают возможность легко и быстро в полевой обстановке добывать В. для целей воздухоплавания при помощи передвижных установок. Но техническое добывание В. для промышленных целей во много раз превышает

потребность в В. для военных нужд и основано на совершенно иных процессах. Значительная часть добываемого мировой промышленностью водорода потребляется для габеровского синтеза аммиака. Однако в этом процессе исходный В. поступает в производство по методу BASF не в чистом виде, а уже смешанный с необходимым количеством азота. Смесь генераторного газа, водяного газа и водяных паров, будучи пропущена через контактную массу (окислы металлов группы железа), вступает в химич. взаимодействие, причем содержащаяся в водном и в генераторном газе окись углерода СО реагирует с парами воды по уравнению:



Углекислый газ поглощается водой при высоком давлении; от остатка СО смесь очищается путем пропускания ее через аммиачный раствор закиси меди. В результате при правильной пропорции смещения водяного газа с генераторным газом, содержащим кроме других газов неизменившийся азот воздуха, получается непосредственно смесь азота с водородом в пропорции  $N_2 : 3 H_2$ , требуемой для синтеза аммиака.

В тех случаях, когда д. б. получен один В., без примеси азота, приходится для выделения В. из паров воды пользоваться не генераторным газом, содержащим азот, а *водяным газом* (см.). При этом взаимодействие между парами воды и восстановительным газом протекает по уравнению (I). Процесс этот обратим, и положение его равновесия зависит в значительной степени от  $t^\circ$ , а скорость реакции—кроме того и от применения подходящих катализаторов. При взаимодействии паров воды с раскаленным коксом при  $t^\circ$  в  $800^\circ$  образуется главный образом В. и углекислый газ по уравнению:

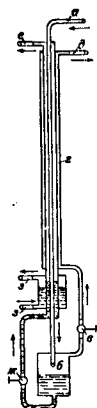


между тем как при  $t^\circ$  выше  $1000^\circ$  образуется водяной газ, т. е. смесь В. с окисью углерода по уравнению (I). По этому методу, разработанному BASF, вырабатывается свыше 400 млн.  $m^3$  (35 000 т) В. в год. Для выделения водорода из смеси газов лучше всего предварительно освободить ее от  $CO_2$  [отмыванием воды при высоком давлении, поглощением  $CO_2$  щелочами или углекислыми солями, пропитыванием угля сернокислыми, кремнекислыми и хлористыми солями (Ан. П. 7718, 7719, 7720, Дифенбаха и Мольденгауера)]. Отделить В. от СО гораздо труднее. Однако по мере понижения  $t^\circ$  скорость реакции значительно уменьшается; поэтому приходится вести реакцию по уравнению (I) и изыскивать удобные методы отделения В. от СО из водяного газа, образующегося при более высокой  $t^\circ$ . Эти методы основаны на связывании СО при высоком давлении (свыше 100 *Атм*) аммиачным раствором закиси меди. При этом обнаружилось, что хлористая закисная соль меди мало пригодна для этой цели в виду ее разрушающего действия на железные части аппаратуры; поэтому по Г. П. 289694 для поглощения СО пользуются закисью меди, растворенной в аммиаке или углекислом аммонии. Для предотвращения наблюдающегося при этом осаждения

на железных частях аппаратуры металлической меди к водяному газу прибавляют незначительные количества хлорида или нитрата, окисляющего обратно металлическую медь до закиси меди. Предложено также прибавлять и более значительное количество хлорида к газовой смеси, чтобы часть  $Cu_2O$  окислялась до  $CuO$ ; окись меди, в свою очередь, окисляет СО, восстанавливаясь вновь до  $Cu_2O$ . Кроме того окись углерода по указанию некоторых патентов м. б. переводима в муравьинокислый натрий при обработке ее под давлением в 50 *Атм* раствором весьма концентрированного едкого натра.

Наряду с этим методом значительное распространение имеет метод разложения паров воды при контакте с железом (в частности наиболее распространен метод Мессершмита, эксплуатируемый фирмой Карл Франк в Бремене, и в особенности метод ВАМАГ). В 1918 году при помощи установок ВАМАГ производилось до 125 млн.  $m^3$  водорода в год. Этот метод также дает возможность получить довольно чистый водород в отдельности, уже независимо от азота. По методу Франка и Каро (Г. П. 174324) предварительный высушенный водяной газ, содержащий приблизительно 50%  $H_2$ , 40% СО, 5%  $CO_2$ , 4,5%  $N_2$  и 0,5%  $O_2$ , пропускается при высокой  $t^\circ$  над карбидом кальция; уже после первого пропускания получается газ с содержанием от 99 до 99,6%  $H_2$ ;  $N_2$  присоединяется к карбиду с образованием цианамидов, а СО,  $CO_2$  и  $O_2$  связываются с образованием  $CaO$  и  $CaCO_3$ ; одновременно в числе продуктов реакции образуется и графит. Однако гораздо большее технич. значение приобрела идея А. Франка, реализованная Об-вом Линде, состоящая в применении для выделения В. из водяного газа метода стужения при помощи холодильных машин. Этот метод—Линде-Франка-Каро—разработан при содействии фирмы ВАМАГ (Г. П. 254043 и 261735 и Швейцарск. П. 56594). В виду того, что  $t_{кип.} H_2$  равна  $20,4^\circ K$ , а  $t_{кип.} CO$  равна  $82^\circ K$ ,—оба эти газа м. б. отделены друг от друга путем фракционированной конденсации. При  $t_{кип.}$  жидкого воздуха и атмосферном давлении смесь из 50%  $H_2$  и 50% СО не м. б. разделена указанным способом. Но при  $-197^\circ$  часть СО конденсируется в жидкость; при  $-205^\circ$  парциальное давление паров жидкой СО не превышает  $1/5$  *Атм*, и отгоняющийся газ содержит лишь 14% СО. При дальнейшем понижении темп-ры или при повышении давления можно добиться еще более благоприятных результатов. Так, при давлении в 50 *Атм* и  $t^\circ -197^\circ$  парциальное давление СО равно 0,5 *Атм*, а парциальное давление  $H_2$  равно 49,5 *Атм*, т. е. содержание СО в смеси равняется  $0,5 : 50 = 1\%$ . При  $-203^\circ$  и 50 *Атм* В. содержит примеси только 0,3% СО. Осуществление столь значительного охлаждения водяного газа возможно лишь с применением жидкого воздуха (или жидкого азота, при пониженном давлении; последнее более рентабельно), ибо водяной газ, вследствие значительного содержания в нем  $H_2$ , обнаруживает лишь весьма незначительное охлаждение при понижении давления (незначительный эффект Джоуля-Темсона—см. Газ).

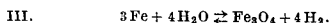
Схема процесса сжижения СО представлена на фиг. 1. Водяной газ д. б. очищен от  $\text{CO}_2$ . В целях экономии в расходованиях  $\text{NaOH}$  Бедфорд предложил «отмывать» водяной газ водой при высоком давлении, после чего он содержит лишь 0,3—0,5%  $\text{CO}_2$ . Для очистки газа и от этих следов  $\text{CO}_2$  его обрабатывают под давлением натроной известью. Сжатый водяной газ поступает в *a* и охлаждается встречными холодными газами; при этом СО сгущается в жидкость и собирается в *б*. Вентиль *e* понижает давление паров СО, после чего они выходят по *г* через *д* при комнатной темп-ре. В свою очередь *В*, выходящий через *e*. Жидкий воздух, необходимый для охлаждения, находится (схематически) в *з*. Выделенный по описанному методу *В*, не содержит легко сгущающихся примесей ( $\text{CO}_2$ ,  $\text{O}_2$ ,  $\text{CH}_4=0\%$ ), но содержит еще от 2 до 1,7% СО и от 1,0 до 0,8%  $\text{N}_2$ ; т. о. содержание чистого *В* в нем равно 97,0—97,5%. Такой *В* с уд. вес. 0,094 вполне пригоден для металлургии, металлургии и воздуходувания. Конденсированная при указанном процессе окись углерода содержит 80—85% СО и идет в качестве горючего газа на покрытие затрат на топливо в предприятии. Образующиеся окислы углерода СО хватает с избытком для этой цели уже при установках с производительностью 100 м<sup>3</sup>/ч водорода. При больших установках получается даже избыток СО, который может быть



Фиг. 1.

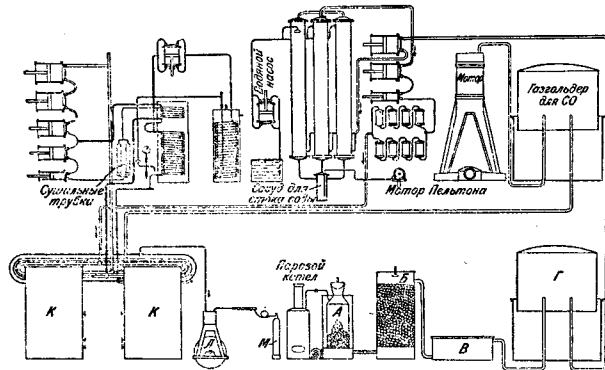
органическ. синтеза непосредственно из каменного угля или из первого продукта его сгорания СО. Усовершенствование относящихся к этой области химич. технологии методов должно внести еще небывалый переворот во всю область прикладной химии и вместе с тем должно отразиться также и на всех отраслях мировой промышленности. На фиг. 2 представлена схема всей установки по методу Линде-Франка-Каро. Из генератора *A* газ поступает для очистки в скруббер *Б* и сухую очистительную камеру *Г*, после чего собирается в газгольдер *Г*. Отсюда газ, еще содержащий до 3%  $\text{CO}_2$ , поступает в компрессоры, которые переводят его после двухступенного сжатия для «отмывки»  $\text{CO}_2$  в водяные башни, из которых газ поступает в охлаждаемые сосуды *К* и *К*, где остаток  $\text{CO}_2$  поглощается имеющимся в этих сосудах  $\text{NaOH}$ . *К* и *К* работают попеременно, по одной неделе, благодаря чему процесс может проходить непрерывно. В *К* и *К* водород отделяется от конденсированной в жидкость СО и выходит под давлением в 50 atm. Компрессор *Л* дополнительно увеличивает давление *В*, поступающего в стальные цилиндры *М*.

Наиболее важным в настоящее время методом добытия *В* в техническом масштабе является метод, основанный на окислении металлического железа при температуре красного каления парами воды с образованием свободного *В*:



За этим процессом следует обратный процесс восстановления окислов железа, достигаемого обыкновенно при действии на них водяного газа; затем железо опять вступает

в реакцию с парами воды и т. д. Этот процесс был впервые обнаружен еще Лавуазье (1783 г.) и в 1794 г. был применен после его разработки Прейнером и Сент-Клер-Девилем во французской армии для наполнения *В*, воздушных шаров. Для успешного течения процесса загружаемое в восстановительную печь железо должно обладать особыми свойствами: оно должно быть пористо, не должно рассыпаться или сплавляться. Такое железо получалось при восстановлении в надлежащих условиях некоторых руд (железный



Фиг. 2.

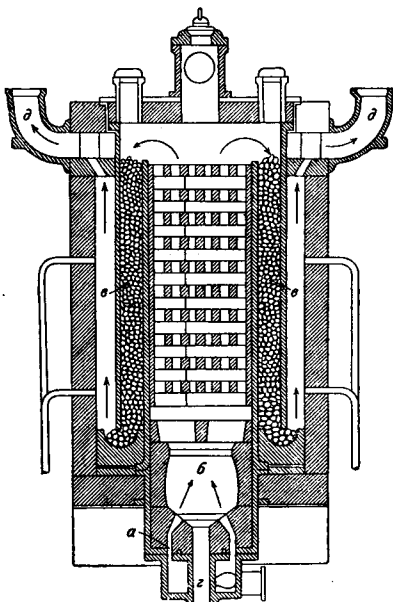
использован в качестве топлива для процесса фракционировки жидкого воздуха на  $\text{O}_2$  и  $\text{N}_2$ . Первый идет для *автогенной* сварки (см.), второй—для синтеза аммиака. В последнее время для использования окиси углерода открываются новые перспективы в связи с блестящими открытиями Бергиуса и Ф. Фишера (см. *Жидкий уголь*), обещающими осуществить синтетич. получение жидких углеводородов и многочисленных продуктов

блеск) или при восстановлении окислов железа, остающихся при обжиге свободных от мышьяка и цинка образцов железного колчедана (Internationale Wasserstoff-A.-G., Г. П. 220889). Дифенбах и Молденгауер применили для этой цели с большим успехом обожженный железный шпат. Весьма вредно отражается на процессе восстановления паров воды железом присутствие в газе, применяемом для обратного восстановления окис-

лов железа, сернистых соединений и окиси углерода; в последнем случае восстановленное железо покрывается налетом угля, препятствующим в дальнейшем образованию В. Лане и Зауберман (Г. П. 234175) применили в качестве контактной массы железную руду (в крупных кусках), восстановленную при 800° газами, не содержащими углеводородов и заключавшими незначительный % СО по сравнению с содержанием в них H<sub>2</sub>; они получили т. о. весьма пористое губчатое железо. Фирма Internationale Wasserstoff-A.-G. пользовалась контактной массой, восстановленной из руды при 800° при действии техническ. *благугаза* (см.); Мессершмит предложил загружать аппарат массой, в состав которой наряду с пористым железом входит также и компактное железо (Г. П. 258053). Во избежание закупорки труб рыхлой контактной массой и во избежание ее спекания и сплавления тот же Мессершмит предложил применять железо, в виде узких трубок, к-рые как с наружной, так и с внутренней стороны находились бы в контакте с восстановительными газами. Дифенбах и Мольденгауер (Г. П. 270704) примешивают к контактной массе Mn, Cr, W, Ti и другие металлы, к-рые парами воды окисляются наравне с железом, но не восстанавливаются обратно подобно последнему восстановительными газами. Поэтому они образуют как бы остов из своих окислов для пористого железа, не плавясь сами и не препятствуя спеканию железной контактной массы. Негер и Ноддинг применяют в качестве контактной массы чугунные шесты, которые легче восстанавливаются и неделями не изменяют своей формы при 1 000° (°<sub>н.д.</sub> чугуна около 1 200°), но в этом случае топка д. б. нефтяной, ибо при сжигании генераторного и водяного газа достигается ° выше 1 200°. Гергарц предлагает вдувать водяные пары в расплавленные металлы, причем вода окисляет часть металлов (аналогично процессу Бессемера и Томаса), а водород выделяется в газообразном состоянии. Целый ряд других патентов: Белу (Г. П. 43989), Ф. Круппа (Г. П. 73978 и 67827), Штрахе (Г. П. 77350), Г. Шимминга (Г. П. 95071), Ю. Пинча (Г. П. 283160), Эльворти и Вилльямсона (Г. П. 164350), Каро (Г. П. 249269) содержат те или иные улучшения, гл. обр. в смысле более экономного использования энергии, а также более удачного подбора и обработки контактной массы или наиболее рациональной последовательности отдельных стадий процесса. В этом отношении наиболее удачн. методом следует считать метод, запатентованный фирмой BAMAG (Г. П. 294039), к-рый состоит в том, что после первоначального окисления контактной массы обратный процесс восстановления ее генераторным газом не следует непосредственно за первым процессом, но в течение некоторого времени между обоими процессами через контактную массу продувают воздух, вызывающий полное окисление последней в отличие от частичного окисления контактной массы при действии на нее водяных паров. При этом выделяется столь значительное количество тепла, что его с избытком хватает для поддержания всего процесса. Целый ряд патентов, заявленных

Мессершмитом (Г. П. 263391 и др.), весьма удачно разрешают вопрос о регулировании нагревания контактной железной массы. Водород образуется при этом в шахтной печи. Первоначально разогревание генератора до температуры в 700—900° осуществляется при помощи водяного газа и продолжается 7—8 ч., но затем при повторении эта фаза процесса не требует более 17—19 м. После восстановления всей контактной массы удаляют последние следы водяного газа и воздуха путем продувания в течение 5—10 ск. водяного пара и переключают процесс в противоположном направлении по уравнению: IV.  $Fe + H_2O = FeO + H_2$ .

Эта фаза продолжается около 8 м., затем в течение 3—5 мин. продувают воздух, чтобы сжечь отложившийся уголь (и иногда серу); при этом выделяется значительное количество тепла; затем вновь следует восстановительная фаза и т. д. Весьма сходен с описанным выше методом Мессершмита метод



Фиг. 3.

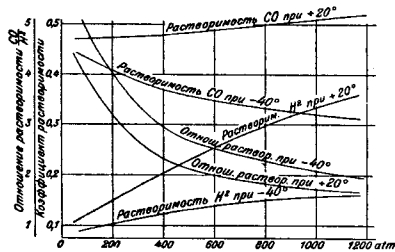
BAMAG (Г. П. 267944 и 300711). Фаза образования водорода здесь длится около 5 минут. Смена окислительных и восстановительных фаз осуществляется автоматически. Этот метод дает возможность получать продукт с содержанием 98,5% В.

На фиг. 3 изображен схематически аппарат Грисса, сходный по типу с аппаратом К. Франка-Мессершмита. В этом аппарате процесс протекает в следующем порядке. 1) Фаза восстановления: смесь воздуха и восстановительного газа поступает через а и нагревается в камере б, после чего нагревает шамотовые решетки, образуя цен-



тральную часть аппарата; затем пропускается избыток восстановленного газа, который восстанавливает окислы железа, содержащиеся в в. 2) Фаза образования В.: пары, поступившие через з, проходят через часть аппарата, содержащую шамотовые решетки, затем они поступают в в, после чего выходят через д. 3) Фаза пропускания пара: пары воды поступают через д, проходят через в, спускаются по центральной части и выходят через а. 4) Фаза аэрации: воздух входит через а.

При получении В. действием железа на водяные пары приходится заботиться больше всего об усовершенствовании теплового использования, ибо если не позаботиться о рекуперации, то 90% тепла водяного газа пропадает даром. Печи изготовляются из специальных сплавов, хорошо переносящих изменения  $t^{\circ}$ . Поступление и выход газов в печи регулируются автоматически (наприм. патент Демпстона: Ам. П. 104115/16, патент Бата, Бельг. П. 137674/19 и др.). Аппарат типа Мессершмита (с одной печью) повидимому имеет преимущество перед аппаратом с несколькими печами (типа Лане). Все большее и большее применение получают восстановительные промышленные газы в качестве замены водяного газа, напр. печные газы (аппарат Григса—Ан. П. 142882/20), газы коксовых печей, которые содержат до 50%  $H_2$ , остального же обыкновенно без всякого применения, светильный газ. Последнее обстоятельство дает возможность легко приспособить коксовые печи или газовые заводы для производства В. (Soc. Oxyhydrogène Française, Ф. П. 563600). Метод завода «Электрон» в Грисейме преследует гл. обр. цель максимального устранения окиси углерода путем пропускания смеси газов



через катализаторы и через известь и путем разделения друг от друга обоих основных газов реакции (Гринвуд, Ан. П. 137340/18). Метод Дифенбаха и Мольденгауера дает возможность в одном и том же процессе получить водяной газ, окислить его парами воды и поглотить  $CO_2$  (Catalysateurs Griesheim, Prius; Ан. П. 128273/17 Neville et Taylor). Метод Граера (Бельг. П. 561409/22) предусматривает расщепление известки, и поэтому водяной газ пропускается через водяную известь в отсутствии водяных паров.

Другие физические методы отделения В. Клод (Ф. П. 130092, 130358/18) предложил воспользоваться значительно меньшей растворимостью В. в органических

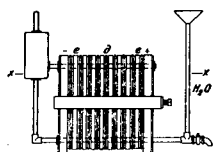
растворителях (например в эфире) сравнительно с другими газами коксовых печей для отделения В. от остальных газов. Кривые на фиг. 4 выражают отношение растворимости в эфире окиси углерода и водорода. Однако метод сжижения сохраняет повидимому свое преимущество. Клод [2] конденсирует газы коксовой печи и отделяет от них водород. При этом одновременно удается выделить также и те углеводороды, содержащиеся в газах коксовых печей, которые имеют промышленное применение.

В последнее время все большее и большее значение приобретают методы, основанные на расщеплении углеводородов и других органич. соединений при высокой  $t^{\circ}$  или под действием катализаторов с выделением свободного В. К тому же типу методов производства В. следует отнести взаимодействие при высоких  $t^{\circ}$  углеводородов, смешанных с водяным паром, причем образуется чистый В. и окись углерода или углекислый газ. BASF достигает этой цели пропусканием смеси через весьма короткий слой контактной массы, например через сеточки из никелевой проволоки. Разложение углеводорода достигается при  $t^{\circ}$  красного каления еще быстрее и полнее при пользовании в качестве катализатора окисью никеля или металлическим никелем, мелко раздробленным и нанесенным в таком состоянии на огнеупорные материалы. По Ринкеру и Вольтеру (Г. П. 174253, 210435), получение В. может быть достигнуто также из нефтяного газа. В генератор, наполненный раскаленным коксом, вводят пары нефти или каменноугольной смолы (или же разбрызгивают в нем сверху нефтяные остатки или каменноугольную смолу). Пары пропускаются через слой кокса, где они расщепляются и при достаточно высокой темп-ре образуют конечный газ с содержанием до 96% В. В виду того, что  $t^{\circ}$  генератора вследствие эндотермичности реакции разложения нефтяного газа сильно понижается, необходимо время от времени прекращать прибавление нефтяного газа и повышать нагретыми газами  $t^{\circ}$  генератора. Метод Ринкера-Вольтера имел в виду сначала лишь получение светильного газа с небольшим содержанием углерода из нефти или из ее остатков. Однако фирма ВАМАГ настолько усовершенствовала этот метод, что явилась возможность получать продукт с уд. весом 0,087—0,090 и с содержанием В. до 98% (остальное—азот) [2].

В тех случаях, когда применение В. не допускает присутствия в нем ядовитых примесей, «отравляющих» катализатор, участвующий в процессе производства, для к-рого используется В. (также при производстве В. для лампочек накаливания),—удобнее всего пользоваться электролитич. В. (в особенности, если наличность гидроэлектрич. ресурсов и возможность одновременного использования получающегося в качестве побочного продукта кислорода снижает цену электролит. В.). В таких случаях возможно пользоваться электролитическ. В. преимущественно перед В., добытым другими методами, при которых необходимо производить очистку водорода от неизбежных отравляющ. примесей. Электролитический В., разумеет-

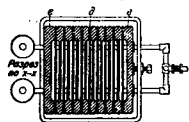
ся, совершенно чист. Для электролиза пользуются водой, к к-рой добавлено нек-рое количество к-ты, едкой щелочи и углекислых щелочей. Электроды изготавливаются либо из железа (при щелочной реакции раствора) либо из свинца (при кислотных растворах). Во избежание смешивания  $H_2$  с  $O_2$  электроды отделяются друг от друга диафрагмой из пористого (асбестовая ткань) неэлектропроводного материала. По этому принципу сконструирован завод В. для военных воздухоплавательных целей в Шале-Медон (метод Репара). Для электролиза пользуются напряжением в 2,25—2,5 В при  $t^\circ$  электролита 50—70°. Построенные по этому принципу аппараты производят В. в 99,8% чистоты. Другой принцип конструкции аппаратов для электролиза предусматривает присутствие перегородки между электродами из электропроводного материала.

Особенное значение для электролитиз. получения В. приобрела установка О. Шмита (Г. П. 111131). Этот электролизер состоит

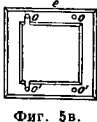


Фиг. 5а.

из системы электродов, связанных вместе по типу фильт-пресса. Устройство всего аппарата ясно из фиг. 5а — схематическ. вид аппарата сбоку, 5б — горизонтальный разрез, 5в — разрез через одну раму (вид спереди) и 5г — разрез через газоотделитель;  $ee'$  — двойные электроды,  $d$  — диафрагмы; каждая пластина электрода наверху и внизу имеет по два отверстия  $o, o'$  и  $o'', o'''$ . Два канала проходят через эти отверстия; нижний подводит воду в электродные пространства, верхний служит для отвода образующихся газов. Дальнейшее усовершенствование этой установки состоит в совершенной изоляции пластин от их держателей путем введения между



Фиг. 5б.



Фиг. 5в.



Фиг. 5г.

пластинами и держателями коротких прослоек фарфора, стекла и других изоляционных материалов. Ф-ка Эрликон изготавливает (Г. П. 275515) электролизеры на 20, 40, 75 и 125 А, приспособл. для напряжения 85, 110 и 220 В. Электролитом является 10%-ный раствор поташа. Для получения  $1 м^3$  В. при 40° требуется 6 kWh. В виду замкнутости всего аппарата газы м. б. получены и под давлением. Разновидностями той же системы электролизеров являются аппараты Эйсена, Леруа и Морица, а равно и электролизер Франц. анонимного об-ва (Société Anonyme Oxyhydrique). Особенно удобной конструкцией отличаются аппараты системы Левина (Г. П. 288776), отличие которых от описанных выше заключается в возможности регулировать гидростатич. и газовое давление каждой ячейки отдельно вследствие того, что

на дне газовых собирателей имеются каналы с отгнутыми в сторону отверстиями, при помощи к-рых в общий собиратель поступают газы из отдельных газоулавливателей. Путем изменения высоты уровня выходного отверстия удается регулировать газовое давление и уровни жидкости отдельно каждой ячейки. Аппараты Левина изготавливаются в Нью Йорке в предприятии International Oxygen Co.

Значительные количества В. образуются в качестве побочного продукта при получении бутилового алкоголя по методу брожения под влиянием чистых культур *Clostridium acetobutyliticum* (см. *Микробиологию техническую*). Фабрики Commercial Solvents Corporation в США производят по этому методу около 69 000  $м^3$  водорода в день в качестве побочного продукта наряду с полутурным количеством  $CO_2$ . Столь значительный выход В. дает возможность утилизировать его на месте для производства синтетического аммиака.

В военное время для добытия В. применялись методы (независимо от калькуляции стоимости В.), которые обеспечивали возможность быстрого получения водорода при помощи легкоподвижных установок. К числу таких методов можно отнести: силиконовый метод (Жюбера или Лелоржа — действие щелочей на ферросилиций), гидрогениновый метод (действие NaOH на кремний), гидродитовый (действие воды на  $CaH_2$ ), метод действия кислоты на цинк или железо, действие алюминия на раствор едкого натра, метод Морнио-Бопре (действие амальгамы алюминия на едкий натр), гидродитовый метод (действие сплава натрия и свинца на воду), метод Рикера-Вольтера, приспособленный к полевой обстановке, и другие (см. *Газ для воздухоплавания*).

Применение В. До войны 1914—18 гг. потребление и производство В. было сравнительно весьма ограниченным. В. применялся для воздухоплавания, для (весьма слабо развитого в то время) производства синтетич. аммиака, для *автомобильной сварки* (см.) металлов, где В. постепенно вытеснялся ацетиленом. Лишь война, выдвинув громадн. потребность в В., сильно способствовала усовершенствованию методов его получения и развитию водородной промышленности. Синтетич. аммиак потребовался в громадных количествах как для целей удобрения, в виду затрудненности транспорта чилийской селитры, так и в качестве исходного продукта для окисления его по методу Оствальда в азотную кислоту, необходимую для изготовления взрывчатых веществ. Потребность В. для воздухоплавания во время войны также достигла значительных размеров. По окончании войны производство синтетич. аммиака для целей удобрения не только не уменьшилось, но еще значительно увеличилось (одни только 3-ды BASF потребляют для получения синтетического аммиака 2 млн.  $м^3$  В. в день). Равн. обр. значительно увеличилось потребление В. для *гидрогенизации жиров* (см.), дающей возможность из малочисленных растительных жиров и несдобного рыбьего жира получать твердые жиры, пригодные для пищи, а также для мыло-

варенного производства. Производство гидрогенизированных жиров весьма сильно развито во Франции (Марсель), в США и в Японии. Еще в 1922 году Япония вырабатывала 62 т гидрогенизированного жира в день. До войны в России действовало несколько заводов по гидрогенизации жиров (Волжского Акц. об-ва «Салолин» в Петербурге и в Н.-Новгороде). В СССР производство гидрогенизированных жиров имеется напр. на саломасном заводе в Ростове-на-Дону, в Москве на бывшем Невском стеариново-з-де и в других местах. Этот вид промышленности развивается весьма быстро, потребляя все большие и большие количества В. В. широко применяется в технике и в исследовательских лабораториях также и для гидрогенизации других ненасыщенных органич. соединений (кроме жиров), как напр. ароматич. углеводородов (напр. при получении декалина, тетралина из нафталина, для гидрирования ацетилена и углеводородов, получаемых при сухой перегонке каменного и бурого угля, и для гидрогенизации нефтяных остатков, перерабатываемых в присутствии катализаторов с присоединением В. в гидрированные продукты). Кроме того В. применяется в целом ряде химических производств, напр. при получении аминов из нитросоединений, алкоholes из альдегидов (напр. винного спирта из ацетальдегида), при получении метана из окиси углерода, для получения муравьиной кислоты при действии В. на углекислоту или на бикарбонаты под влиянием темных электрических разрядов. Целый ряд фармацевтических препаратов получается от действия В. на алкалоиды, лецитин и другие органические соединения. В последние годы потребность в В. встретилась со стороны еще новой отрасли, которой суждено сыграть величайшую роль в химич. промышленности. Эта область применения В. связана с открытием Бергисом и Фишером методов т. наз. скинжения угля, т. е. методов присоединения к углю водорода при высоком давлении и при участии катализаторов с образованием жидких горючих углеводородов, а равно и методов присоединения В. при высоком давлении к непредельным органич. соединениям. Отметим следует также и работы швейцарского проф. Фиртна, разработавшего метод присоединения водорода к целлюлозе. Неудивительно поэтому, что во всех странах в последнее время усиленно разрабатываются методы производства В. и что число патентов, относящихся к этим методам, растет с неизмерной быстротой во всех странах.

Лит.: \*) Stavenhagen, Der Wasserstoff, Braunschweig, 1925 (краткая, но очень равноосторонне освещающая вопрос монография; содержит сведения по технологии водорода, по хранению и транспорту водорода; имеются ссылки на патентную литературу); \*) Claude, «CR», 1923, t. 176, p. 394; \*) Gmülin G., Handbuch d. anorganischen Chemie, 8 Aufl., System-Nummer 2—Wasserstoff, Berlin, 1928 (асерпывающая монография, содержащая подробные данные относительно всех физич. и химич. свойств водорода со ссылками на оригинальную литературу); \*) Справочник физич., химич. и технологич. величин, т. 1; Moseer L., Die Reindarstellung v. Gasen, Steg., 1920 (имеются данные по технологии отдельных процессов и по окислению водорода от отравляющих примесей); S. H. Osborn M. U., Die industrielle Elektrolyse d. Wassers und die Verwendungsektrotechnischer Vorträge, hrsg. von

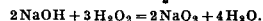
Voit, B. 3, H. 1—3, Stuttgart, 1901—02 (книга несколько устарела, но весьма обстоятельно описывает с технологической стороны основные электролитич. процессы); Менделеев Д. И., Основы химии, М.—Л., 1927; Waeser B., Die Luftstickstoffindustrie, Leipzig, 1922; «Dix ans d'efforts scientifiques etc.», 1914—1924, Chimie et Industrie, t. 1, Paris, 1925; Ullmann's Enzyklopädie der technischen Chemie, B. 11, 13, B.—Wien, 1922. Б. Барановский.

**ВОДОРОДА ПЕРЕКИСЬ**, гидроперекись,  $H_2O_2$ , сиропобразная жидкость, водные растворы к-рой широко применяются в белильной технике. В небольших количествах В. п. встречается в атмосферных осадках, в соках растений. Образование ее в животной и растительной клетке повидимому тесно связано с процессами дыхания и усвоения растениями углекислоты. Водорода перекись образуется также при явлениях *автоокисления* (см.).

В. п. открыта в 1818 г. Тенаром (Thénard) и с тех пор служит объектом многочисленных научных исследований. Техническое значение В. п. весьма велико. Она обладает сильным белящим действием и вместе с тем не действует разрушительным образом на волокно или другое отбеливаемое вещество. Широкое распространение В. п. тормозилось в первое время сравнительно высокими ценами и малой стойкостью технич. продукта, к-рый получался только в виде 3%-ного раствора и потому не выдерживал расходов по транспорту. После того как были разработаны удобные и дешевые способы приготовления высококонцентрированных и стойких продуктов (30%), производство В. п. сделалось существенной отраслью химич. промышленности и в настоящее время сконцентрировано на больших химических заводах.

Свойства В. п. Безводная В. п. представляет собою бесцветную жидкость (горького вяжущего вкуса, без запаха; на коже она вызывает сначала появление белых пятен, а после нек-рого времени—сильный зуд.  $D_4^{20} = 1,4584$ ; удельный вес служит надежнейшим средством для суждения о степени чистоты перекиси; так, препараты с содержанием 0,52% воды имеют  $D_4^{20} = 1,4004$ ;  $t_{\text{см.}}^0$  при 68 мм 84—85°, при 26 мм 69,2°. При сильном охлаждении В. п. замерзает, образуя большие прозрачные кристаллы, которые при -2° плавятся; с водой В. п. смешивается в любом соотношении; из водных растворов извлекается эфиром; совсем нерастворима в петролейном эфире. Показатель преломления (Брюль)  $n_D^{20} = 1,40624$ ;  $n_D^{20} = 1,41100$ . В. п.

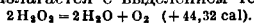
обладает свойствами кислоты. Точно определить степень ее диссоциации пока не удалось вследствие трудности подыскать подходящий индифферентный электродный материал. Между тем нек-рые соединения В. п. с щелочами можно рассматривать как соли. Так напр. Тафель [1] выделил соединение, состав которого отвечает кисл. натриевой соли В. п.  $HO \cdot ONa$ . Между тем Кальберт [2] считает, что в растворе едкого натра образуется соль состава  $NaO_2$ :



При этом он принимает существование одновалентных и двувалентных анионов  $O_2^-$  и  $O_2^{2-}$ . Также некоторые соединения В. п. с органическими основаниями, напр. с лугетидином,

$H_2O_2 \cdot 2C_7H_{16}N$ , повидимому являются солеобразными веществами. Весьма вероятно, что в водных растворах В. п. диссоциирована на ионы  $H^+$  и  $HO_2^-$ .

Будучи эндотермическим соединением, В. п. легко разлагается с выделением тепла:



Разложение водных растворов происходит весьма медленно, но в присутствии посторонних веществ (катализаторов) иногда достигает большой скорости и в случае концентрированных растворов совершается со взрывом. Катализаторами являются гл. обр. металлы и их окиси: окись серебра, железа, свинца, перекись марганца, металлы группы платины и т. д. Незначительных количеств губчатой или коллоидной платины достаточно для разложения больших количеств В. п. Так, раствор 1 г коллоидной платины в 300 000 л воды в состоянии разложить неограниченное количество перекиси. Щелочи также катализируют процесс распада, и потому продолжительное хранение растворов перекиси в стеклянных сосудах невозможно, так как того незначительного количества щелочи, к-рое извлекается из стекла, вполне достаточно, чтобы вызвать разложение перекиси. Поэтому при работе с чистой перекисью или ее концентрированными растворами надо принимать меры против загрязнения и попадания в нее пыли и т. п. Из веществ, находящихся в растительной или животной клетке, В. п. разлагают некоторые ферменты (каталаза).

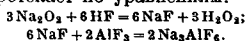
Растворы В. п. могут быть стабилизированы прибавлением различных веществ. К последним принадлежат: барбитуровая к-та, мыла, *n*-ацетиламинофенол, мочевиная к-та, различные производные мочевины, гваякол и другие производные фенольных эфиров, разнообразие амиды и имиды к-т, азегильные производные ароматич. оснований, как то: ацетанилид, ацетофенетид (фенацетин), толуолсульфенетид, а также дубильная к-та, крахмал, трагант, агар-агар и ряд других веществ, к-рые сделались предметом многочисленных патентных заявок. Применение стабилизаторов имело большое значение в деле технич. распространения В. п., так как только с этого момента появилась возможность приготовления концентрированных и стойких препаратов.

Применение В. п. в технике основано на ее окисляющем действии. Последнее вызывается одним из атомов кислорода, находящегося в особом, активном состоянии (см. *Перекиси*). В. п. превращает соли закиси железа в соли окиси, обесцвечивает индиго и другие красители, сернистую кислоту окисляет в серную, сернистый свинец—в сернокислый, азотистую к-ту—в азотную, мышьяковистую—в мышьяковую и т. д., выделяет под изводного водорода, превращает соли окиси хрома в присутствии щелочей в соли хромовой к-ты. В присутствии катализаторов или без них В. п. окисляет различные органич. соединения: спирты—в альдегиды и к-ты, кетоны—в кетовалкоголи, бензол—в фенол, анилин—в азоксибензол, сульфидные к-ты—в сульфокислоты, гидразосоединения—в азосоединения, расщепляет ненасыщенные соединения по месту двойной

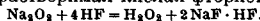
связи и т. д. Вместе с тем В. п. обладает также и восстановительными свойствами: так в присутствии щелочи она выделяет металлическое серебро из растворов серебряных солей, восстанавливает хлорное золото в слабо кислом растворе до металла, окись ртути—в металлическую ртуть, марганцевую кислоту—в соли закиси марганца. В некоторых случаях восстановление и окисление протекают последовательно; так например из раствора уксуснокислого свинца, при действии В. п., сначала выпадает темный осадок перекиси свинца, который затем вскоре избытком В. п. восстанавливается в бесцветный гидрат окиси.

Способы приготовления В. п. Многочисленные попытки получения В. п. непосредственным окислением водорода или, наоборот, восстановлением кислорода до сих пор не привели к практически благоприятным результатам. В. п. образуется при продувании через вольтовую дугу или водородное пламя смеси воздуха и паров воды (Кальбаум, Г. П. 197023) или из смеси водорода с кислородом под влиянием тихого электрического разряда (Де-Гемптин, Г. П. 229573). Более благоприятно протекает образование перекиси при окислении катодного водорода. Так, если слабый раствор (1%-ный) серной к-ты подвергать электролизу с применением электродов из амальгамированного золота и около катода продувать воздух при давлении около 100 *atm*, то удается получить 2,7%-ный раствор перекиси с выходом на ток ок. 83% (Фишер). Серную к-ту в этом случае полезно заменять слабо кислым раствором сернокислого натрия (Ферстер). Техническое значение имеют способы получения В. п.: 1) разложением перекисей бария или натрия кислотами и 2) разложением надсерной кислоты или ее солей (персульфатов).

1) Влажную перекись бария вносят при сильном помешивании в 20%-ный раствор серной кислоты до слабо кислой реакции; выделившийся сульфат бария отфильтровывают и осаждают остаток серной кислоты едким баритом. Операцию разложения ведут в оцинкованных деревянных чанах, фильтрование—в фильтр-прессах из гончарного материала или свинца. Иногда для разложения пользуются углекислотой (при повышенном давлении) или применяют плавиковую или кремнефтористоводородную кислоту. Плавиковая к-та служит также для разложения перекиси натрия. В этом случае получается раствор В. п. и фтористого натрия, из которого последний осаждают фтористым алюминием в виде нерастворимой соли  $Na_3AlF_6$  (искусственный криолит). Реакция протекает по уравнениям:



По Г. П. 253284 (Австр. объединение химич. и металлургич. заводов в Аусиге на Эльбе), для освобождения растворов от фтористого натрия можно пользоваться избытком плавиковой к-ты, так как при этом образуется трудно растворимая кислая фтористая соль:



По указанным способам получают только слабые 3%-ные растворы перекиси, мало



## ПРЕДМЕТНЫЙ УКАЗАТЕЛЬ К Ш ТОМУ Т. Э.

- Авантрен 402.  
Авитаминозы 772.  
Автогенные резаки 878.  
Азимут пути 606.  
Акратотермы 822.  
Алиготе 706.  
Алкоголизация 712.  
Алмазы 91.  
Альдегид протонатеховый 349.  
Амальга висмутовая 769.  
Аморель 784.  
Анализ баланса 127.  
Анализ воды количественный 808.  
Анемометры 498.  
Антракноз 707.  
Апшарат Котрелл 452.  
Аппаратная система приедания 684.  
Арак 861.  
Арбор 310.  
Ареометрический аппарат Соке-  
лета 109.  
Атомность 293.  
Аустерин 166.  
Аустерин 901.  
Бавария 376.  
Базальтовые массы 413.  
Базовисмутит 764.  
Бак для ошшаривания 179.  
Баланс 124.  
Баланс Штауба 601.  
Барабан таргальный 50.  
Барат 754.  
Барьер сланцевый 633.  
Вашины упринительные 899.  
Бегун 405.  
Бегхоус 452.  
Безмен 581.  
Безрельсовое перемещение 793.  
Бекмес 712.  
Било 405.  
Благородная зрелость 709.  
Блаширование 365.  
Блек-рот 707.  
Блеск висмутовый 767.  
Блеск медновисмутовый 764.  
Болезни вин 713.  
Болезни виноградной лозы 707.  
Бомба термитная 929.  
Борна формула 301.  
Борна цикл 301.  
Бурты 90.  
Брак архивный 16.  
Брак типографский 15.  
Бромение виннокислое 713.  
Бромение уксусное 713.  
Бромурал 306.  
Брызгало-монитор 871.  
Бур американский тарельча-  
тый 45.  
Бур закрытый 46.  
Бур открытый 46.  
Бур спиральный 46.  
Бурав Большая 30.  
Бурав земляной 30.  
Бурав Иеронима 30.  
Бурав цилиндрический 31.  
Буравчик 32.  
Буравчик английский 32.  
Буравчик бочарный 32.  
Буравчик винтовой 32.  
Буравчик лонечный 32.  
Бурат призматический 33.  
Бурат центрифугальный 35.  
Бурая стеклянная голова 96.  
Бурение алмазное 81.  
Бурение вращательное 69, 70.  
Бурение канатное 64.  
Бурение разведочное 37.  
Бурение ручное вращательное 45.  
Бурение сухое 45.  
Бурение турбинное 92.  
Бурение ударное 37, 47, 68.  
Бурение штанговое 48.  
Бурение эксплуатационное 37.  
Бурты 22.  
Буры 39.  
Бурый железняк оолитовый 97.  
Бутан нормальный 107.  
Бутыловый алкоголь нормаль-  
ный 108.  
Бутый камень 106.  
Бутылки белые 111.  
Бутылки полубелые 111.  
Бухгалтерия двойная 119.  
Бучение гардан 133.  
Бучение льняной пряжи 133.  
Бучение льняной ткани 134.  
Бучение початков 131.  
Бучение пряжи 131.  
Бучение ткани 132.  
Бучение трикотажа 133.  
Бучение тюля 133.  
Бучение хлопца 129, 130.  
Быстроренущая сталь 91.  
Быстроренущая сталь америнан-  
ская 165.  
Бакон 173.  
Бюканная фабрика 176.  
Вагон большегрузный 230.  
Вагонные стальные колеса (Де-  
виса) 213.  
Вагонные чугунные колеса (Гриф-  
фина) 203.  
Вагоны городского сообщения 224.  
Вагоны дальнего следования 224.  
Вагоны изотермические 234.  
Вагоны крытые 229.  
Вагоны местного сообщения 224.  
Вагоны пассажирские 223.  
Вагоны пригородного сообще-  
ния 224.  
Вагоны прицепные 247.  
Вагоны специальные 234.  
Вагоны товарные 229.  
Вагоны трамвайные 239.  
Вагоны четырехосные 244.  
Вагоны-ледники 249.  
Вагоны-цистерны 233.  
Вагранки нефтяные 259.  
Вазолимент 270.  
Вал гибкий 675.  
Валенс 314.  
Валждок 306.  
Валюпа 314.  
Валуны эрратические 314.  
Валы приводные 314.  
Валы трансмиссионные 314.  
Вальволины 758.  
Вальдвина 323.  
Вальтона цемент 324.  
Вальцевание научная 325.  
Вальцы муномольные 334.  
Вальцы рифленые 337.  
Вальцы 400, 686.  
Ванадаты 346.  
Ванадиевая латунь 342.  
Ванадиевистый аммоний 347.  
Ванадиевый феррит 344.  
Ванадила 346.  
Ванадинит 345, 346.  
Ванаилин 350.  
Ванитина 354.  
Валчес коронный 355.  
Валор 756.  
Вар белый 36.  
Вар бургундский 36.  
Вариация 369.  
Варирование 368.  
Варочно-отбельные аппараты 140.  
Варочные котлы 135, 146.  
Вата асбестовая 385.  
Вата бумажная 387.  
Вата газросоциальная 388.  
Вата главная 403.  
Вата клееная 394.  
Вата льняная 388.  
Вата меднистая 394.  
Вата оденная 394.  
Вата сосновая 386.  
Вата стеклянная 386.  
Вата хирургическая 388.  
Вата целлюлозная 388.  
Вата шерстяная 389.  
Вата шелковая 386.  
Ватер 689.  
Ватерлиния грузовая 393.  
Ватерлиния действующая 393.  
Ватерлиния расчетная 393.  
Ватерлиния спусковая 393.  
Ватерлиния теоретическая 393.  
Вектор 414.  
Вектор биормальный 418.  
Векторная сумма 415.  
Векторное произведение 415.  
Векторный анализ 418.  
Векторфункция 418.  
Вентиллятор (вельна) 614.  
Вентилляторы винтовые 467.  
Вентилляторы центробежные 454.  
Вентилляторы цилиндрические 472.  
Вентилляция вагона 228.  
Верность весов 580.  
Вес сцепления 579.  
Вес убойный 578.  
Весы автоматические 595.  
Весы аналитические 586.  
Весы возовые 594.  
Весы десятичные 591.  
Весы коромысловые 584.  
Весы краповые 594.  
Весы обрацовые 586.  
Весы паровозные 595.  
Весы столовые 588.  
Весы товарные 590.  
Весы универсальные 601.  
Весы Фердинандовские 498.  
Весы пиферблатные 581.  
Ветивен 602.  
Ветивенол 602.  
Ветиверовый корень 602.  
Ветиверон 602.  
Ветигрон 602.  
Ветигрон 614.  
Взаимная индуктивность 617.

Взаимная индукция 375.  
 Взаимные расчеты 120.  
 Виброграмма 681.  
 Видимость относительная 691.  
 Визир 692.  
 Визирная ось 693.  
 Визирная плоскость 693.  
 Визирный крест 694.  
 Визирный прибор 99.  
 Виллут 414.  
 Вильфлел стол 411.  
 Вина иридные 713.  
 Винит 696.  
 Виниловый алкоголь 696.  
 Виннокаменная кислота 697.  
 Вино хлебное 860.  
 Винт уравнительный 56.  
 Виолантон 747.  
 Вирирование 748.  
 Виски 861.  
 Висмут 752.  
 Висмут азотистый 766.  
 Висмут треххлористый 766.  
 Висмут треххлористый 766.  
 Висмута гидрат окиси 765.  
 Висмутит 764.  
 Висмутовый блеск 767.  
 Висмутосферит 764.  
 Витастероиды 773.  
 Виток вишовой линии 737.  
 Вихревая линия 775.  
 Вихревая нить 775.  
 Вихревая поверхность 775.  
 Вихревой слой 775.  
 Вихревой шур 775.  
 Вихревые кольца 777.  
 Влага гигроскопическая 868.  
 Влага гравитационная 868.  
 Влага капиллярная 868.  
 Влажность почвы 866.  
 Влажность почвы 868.  
 Вода артезианская 815, 816.  
 Вода глубинная 815, 816, 909.  
 Вода горькая 822.  
 Вода грунтовая 815, 906, 908.  
 Вода грунтовая минеральная 816.  
 Вода естественная минеральная 820.  
 Вода известная 822.  
 Вода жесткая 813.  
 Вода известковая 822.  
 Вода известковая 822.  
 Вода известковая 822.  
 Вода известковая минеральная 825.  
 Вода конституционная 805.  
 Вода кристаллизационная 806.  
 Вода минеральная 820.  
 Вода мыльникообразная 822.  
 Вода питьевая 806, 827.  
 Вода подземная 815, 816, 819.  
 Вода почвенная 815, 816.  
 Вода сернистая 826.  
 Вода сырая 822.  
 Вода содовая 826.  
 Вода фильтрационная 906.  
 Водные право 863.  
 Водные законодательства 864.  
 Водные пути сообщения 863.  
 Водный закон 863.  
 Водонапорные башни 898.  
 Водопроницаемость почвы 867.  
 Водоотлив грунтовый 906.  
 Водоотлив подземный 906.  
 Водоотлив сборный 917.  
 Водоотлив центральный 917.  
 Водоочистители 860.  
 Водоочиститель химический 841, 842.  
 Водоподемная способность почвы 867.  
 Водопроницаемость почвы 867.  
 Водоумягчение 842, 843.  
 Воды шпичные 826.  
 Воды шпичные 822.  
 Водяной пар 803.  
 Воздухоуловни напесные 472.  
 Воздушная дорожка 795.  
 Волокно лигнитованное 387.  
 Волокнит 91.  
 Волчок пыльный 683.  
 Вольфрамид 167.  
 Ворвань 360.  
 Восстановление нити 760.  
 Выбленка 354.  
 Выправление рен 790.  
 Вычитание векторов 415.  
 Вышка американская 42.

Вышка буровая 41.  
 Вышка Вудворта 44.  
 Вышка железная 44.  
 Вьюрок 689.  
 Газ рудничный 495.  
 Газовая горелка 21.  
 Газализация 712.  
 Ганит 900.  
 Гарнетта проволока 398.  
 Гарниссаж 391.  
 Гаусса теорема 422.  
 Гейзеры 821, 823.  
 Гелиоид 738.  
 Гелиос 770.  
 Гелиотропия 349.  
 Геодезическая линия 738.  
 Гестеролярные соединения 295.  
 Гигроскопичность почвы 866.  
 Гидраты 805.  
 Гидрозогипис 909.  
 Гидроперекиси 948.  
 Гидросильные установки 899.  
 Гидротермы 824.  
 Гидри подвесные 588.  
 Гистерезис колебательный 156.  
 Глазурь глинистая 23.  
 Глазурь полевошатовая 23.  
 Глазурь свинцовая 22.  
 Глиномешалка 74.  
 Говяжье сало 170.  
 Голова бун 24.  
 Голова вышки 41.  
 Гомеопольные вещества 304.  
 Гомеопольные соединения 295, 304.  
 Горизонтальная перемещение 793.  
 Горизонты воды 886.  
 Градиент 419.  
 Гребень бун 24.  
 Грот-ванты 354.  
 Давление динамическое 455.  
 Давление статическое 455.  
 Давление суммарное 455.  
 Датчики ветряные 605.  
 Датчики карусельные 610.  
 Датчики крыльчатые 610.  
 Двойной предохранительный клапан 265.  
 Дебит воды 909.  
 Дебитор 119.  
 Делуазит 345.  
 Деление векторов 416.  
 Денитры 267.  
 Денье 762.  
 Депрессометр 497.  
 Дерби-дублер (система привода) 685.  
 Дершиноль 360.  
 Дерматол 766.  
 Детонатор 637.  
 Дефицит 785.  
 Дефлекторы 491.  
 Деформация конов 303.  
 Денспер 413.  
 Диаметр эквивалентный 462.  
 Дибутури 108.  
 Дивергенция вектора 419.  
 Дивинилсульфид 697.  
 Дивинная кислота 698.  
 Дюбель 359.  
 Диметилэтилен 108.  
 Диметилтилен несимметрический 108.  
 Динамическое давление 455, 488.  
 Динсоциантарная кислота 697.  
 Дюштры 692, 693.  
 Дифференциальный оператор Гамильтона 420.  
 Дифференциальный оператор Лапласа 421.  
 Инфузор 421.  
 Добавочная вальцовая масса 331.  
 Доки 899.  
 Долото 51, 75.  
 Домкраты 795.  
 Дресс 875.  
 Друссета 397, 398.  
 Дуранс 885.  
 Дуболак 895.  
 Дюбеля 550.

Единичные векторы 416.  
 Единица Кюри 823.  
 Единица Махе 822, 823.  
 Емкость антенны 914.  
 Жало 52.  
 Жесткость воды 810, 813.  
 Желтая олимпиа 358.  
 Жженое масло 358.  
 Жлоб начальной 799.  
 Жлоб сточный 905.  
 Жлоб 56.  
 Забоица внешняя 634.  
 Заболевание декомпрессионное 877.  
 Завод салотопенный 185.  
 Зависимость 765.  
 Закрытое верхнее строение 564.  
 Заливка подбашмачная 61.  
 Замки 283.  
 Замки шаровые 629.  
 Замощение 572.  
 Затворы вишочные 739.  
 Затопление шахт 910.  
 Затраты капитальные 124.  
 Значность 293.  
 Золна кони 118.  
 Зона беспыльная 633.  
 Зона центральная (в вентиляционном) 493.  
 Зона пыльная 633.  
 Зона санитарная охранная 929.  
 Зумф 909.  
 Зумф-квершлагги 910.  
 Игра колец 777.  
 Изолар 414.  
 Изобутан 108.  
 Изовалерьяновая кислота 305.  
 Изовалерьян 349.  
 Изосафрод 349.  
 Изозетол 349.  
 Индентор темносиний 747.  
 Инвир 697.  
 Индентор-линолеум 324.  
 Инверсорметр 624, 626.  
 Индикатор висмута 766.  
 Испаряемость почвы 867.  
 Источники борные 822.  
 Источники горячие 821.  
 Источники кремниевые 822.  
 Источники минеральные 821.  
 Источники нормальные 821.  
 Источники радиоактивные 822.  
 Источники теплые 821.  
 Источники холодные 821.  
 Каберне 706.  
 Кагаты 22.  
 Калибры контрольные 624.  
 Калибры образцовые 623.  
 Калибры рабочие 624.  
 Калибры справочные 624.  
 Калибры эталонные 623.  
 Калибрит 414.  
 Калориметр Карпентера 787.  
 Камеры наосные 916.  
 Канадский способ бурения 47.  
 Каналы вытяжные 483.  
 Каналы приточные 483.  
 Канок 388.  
 Капсоль-детонатор 637.  
 Каптан 824.  
 Карбидэтилен 108.  
 Карбонатный метод 869.  
 Карбаты 90.  
 Каркас 241.  
 Карнотит 345, 347.  
 Карта гидрогеологическая 909.  
 Карусельный тип мастерских 208.  
 Касторовое масло 359.  
 Квадрат 601.  
 Кислотный спирт 306.  
 Кессо 306.  
 Кестера аппарат 626.  
 Киришассер 861.  
 Кофлер 688.  
 Кокили 335.  
 Коконы 312.  
 Колесо водоподъемное 921.  
 Колесо Девиса 213.  
 Колодец водобойный 871.  
 Колодец приемный 906.

- Колонна шахтовая 57.  
Колошник 256.  
Кольца установительные 315.  
Компаратор 624.  
Компенсаторы 900.  
Конвейеры 799.  
Конденсер 687.  
Конденсерная система прядения 685.  
Кондуктор 57.  
Кониоферин 349.  
Кониопатка 388, 901.  
Контр-наливки 622.  
Координатная теория 297.  
Координатное число 297.  
Копир 744.  
Корневая гниль 707.  
Кормосыло 581.  
Коронка зубчатая 39.  
Корпия 388.  
Корреспонденция счетов 119.  
Костылева 388.  
Костыль 554.  
Коэффициент балласта 561.  
Коэффициент безопасности 913.  
Коэффициент взаимной индукции 617.  
Коэффициент водомера 890.  
Коэффициент водобойности 913.  
Коэффициент сцепления 579.  
Коэффициент трения воздуха 486.  
Краны 283, 796.  
Кратеры 798.  
Кредит 119.  
Кривые сравнения 368.  
Кровосущка 185.  
Круговая система на заводах 207.  
Культогенет целлюлозы 751, 754.  
Ксероформ 766.  
Кузов 223.  
Кузов вагона 227.  
Купаж 712.  
Купажирование 712.  
Курс самолета 606.
- Лагранжа-Эйлера уравнение** 370.  
Лампадет 267.  
Ласточник 405.  
Лебедки 796.  
Левая винная кислота 698.  
Легкие 185.  
Лед 803.  
Лед доный 929.  
Литинг 387.  
Литинграфы 887.  
Литингт 98.  
Линейка маршрутная 629.  
Линейка сигнальная 629.  
Линейка стрелочная 629.  
Линкруста 324.  
Линосин 323.  
Линолеум 324, 325.  
Линолеумовые обои 324.  
Литер 387, 395.  
Литер хлопковый 682.  
Листовень 405.  
Листовертки 707.  
Лоб 52.  
Ложка 46.  
Ложкодробня 737.  
Лопастное колесо 456.  
Люстры 328.
- Магнитный спад** 779.  
Манометр депрессионный 496.  
Манометрический кнд 457.  
Мараскин 784.  
Марки грузовые 393.  
Масла полимеризованные 358.  
Машина вакуумная 112.  
Машина конденсальная 683.  
Машина фидерная 114.  
Машина центрифугальная 760.  
Машини кардные 486.  
Машини просеивательные 35.  
Машини спиральные 342.  
Машини чесальные 686.  
Медно-марганцевая руда 267.  
Мелиорации земельные 862.  
Мельницы голландские 608.  
Мельницы козловые 608.  
Мельницы венские 608.  
Мельницы шатровые 608.  
Местные сопротивления 455, 486.
- Метаванадиевая кислота 346.  
Метавинная кислота 698.  
Метависмутовая кислота 766.  
Метилдилюксунская кислота 305.  
Метод ¼ длины волны 914.  
Метод интерференции волн 914.  
Метод поглощения волн 914.  
Метод подбора 624.  
Метод приглушения волн 914.  
Метод электроемкости волн 914.  
Метрополитен 224.  
Микроанометры 497.  
Мильдью 707.  
Миниметр 624.  
Матриальезы 333.  
Многочисленная система прядения 685, 688.  
Монобутирин 108.  
Морсали 784.  
Мотрамит 345.  
Мустомеры 709.
- Набивка** 900.  
Набля 420.  
Напряжение вихревой пичи 775.  
Насос Лангмура 277.  
Насос молекулярный Гольвега 281.  
Насосы вакуумные 278.  
Насосы вращающиеся молекулярные 281.  
Насосы диафрагмовые 908.  
Насосы диффузионно-конденсационные 279.  
Насосы Лестета 908.  
Насосы паровые 908, 915.  
Насосы плунжерные 925.  
Насосы поршневые 604, 915, 925.  
Насосы форвакуумные 277.  
Насосы центробежные 604, 908, 912, 925.  
Насосы штанговые 915.  
Насасуэний древовал 312.  
Настыль 391.  
Нафта 268.  
Неврин 697.  
Недостаток насыщения 785.  
Неизменимость показаний весов 580.  
Ножницы 38.  
Номенклатура счетов 119.  
Норни 611, 799, 922.  
Нормальная валериановая кислота 305.
- Обезвоживание** 910.  
Обжарки 179.  
Обжигательная печь 179.  
Обратные векторы 416.  
Обтюрация 739.  
Озонирование воды 835.  
Оксис ванадия 346.  
Оксис висмута 765.  
Окисная вина 711.  
Окисла титраграфна 359.  
Оливы 362.  
Опронидыватели 795.  
Оптиметр 624.  
Орошение 862.  
Ортизон 952.  
Ортованадиевая кислота 346.  
Освещение вагона 227.  
Освобождения (в трамв. путях) 569.  
Осунение 863.  
Ось винта 738.  
Ось винтовая 746.  
Ось вращения—скользящая 746.  
Отделка бумажного брака 21.  
Отверстие эквивалентное 462.  
Отверстия выгибные 484.  
Отверстия приточные 484.  
Отвес 580.  
Отделение утилизационное 185.  
Отопление вагона 228.  
Отсасывающие системы 481.  
Отстаивание воды 827.  
Охлаждение механическое 252.  
Охра висмутовая 764, 765.  
Очesy лыжные 388.  
Очистка воздуха 482.  
Очищение воды 827.
- Пакелин** 571.  
Пакля 388.  
Пакля джутовая 388.
- Пакля кедрная 388.  
Пакля манильская 388.  
Пакля пенлявая 388.  
Пальмер 624.  
Пан 770.  
Параметр винтовой скорости 738.  
Партенокарпические плоды 697.  
Пастель 270.  
Патронит 345, 347.  
Педро-хименес 706.  
Пенсер 400, 686.  
Пергидрит 952.  
Пергидроль 951.  
Передний горн 348.  
Перемычка 902.  
Перлит 167.  
Перья 52.  
Песок формовочный 209.  
Петно 710.  
Петролатум 267.  
Печь 185.  
Печь шахтная 256.  
Пикнометрический метод 869.  
Пино-гри 706.  
Пиритинитум 356.  
Пиррованадиевая кислота 346.  
Пиросульфит 2267.  
Платформы 232.  
Платина 899.  
Платина Шуаре 790.  
Поверхность депрессионная 908.  
Поверхность фреатическая 908.  
Поводки 52.  
Подвалка 60.  
Подвесные дороги 795.  
Подогреватели 136.  
Подъемники 796.  
Показатели выгоды сельса 551.  
Полианит 267.  
Полигонометрическое определение точек 104.  
Полувагоны 224.  
Полуванчс 354.  
Полузапруды 24.  
Полос зацепления 695.  
Поля ветреные 418.  
Поля скалярные 418.  
Полиризация ионов 303.  
Полиризация молекул 303.  
Полярные соединения 303.  
Понтоны вертикальные 881.  
Понур 870.  
Породы волоносные 910.  
Порох пироксалиновый 739.  
Пост водомерный 86.  
Пост мостовой 887.  
Пост речной 887.  
Пост свайный 887.  
Пост цепной 887.  
Поток вектора 419.  
Правая винная кислота 697.  
Прибор тяговой 240.  
Прицип Гамиллтова 372.  
Прицип Шалля 618.  
Продукты масла 361.  
Промывна воздуха 483.  
Промывна забой 70.  
Проритна шпал 549.  
Процесс аэробный 869.  
Прочность весов 581.  
Прямолинейная система работ 208.  
Псевдобутилен 108.  
Псилломелан 267.  
Пульвометр 908, 911.  
Пух верблюжий 403.  
Пух древесный 389.  
Пух хлопчатый 403.  
Пух растительный 388.  
Пухерит 345.  
Пьезостойник 482.  
Пьезогидис 909.  
Пятиокис ванадия 346.
- Работы ловильные** 62.  
Работы мелкоративные 864.  
Радиоактивность воды 822.  
Равнога 179.  
Равнд 311.  
Раскальватель 882.  
Расход воды 889.  
Расширитель 51.  
Реактив Гриса 807.  
Реакция водоочистения 842.



Регулирование рек 790.  
 Резерват 355.  
 Резонанс 678.  
 Рейна ровован 887.  
 Рейтеры 586.  
 Река канализованная 921.  
 Река шлюзованная 921.  
 Рельсовые пути 794.  
 Рельсовый стык 554.  
 Решета 615.  
 Ришо 311.  
 Риберма 870.  
 Риелинг 706.  
 Ритца метод 371.  
 Ровинна 687.  
 Ром 861.  
 Роскоелит 345.  
 Ротор 374.  
 Рубка котлом 307.  
 Руда бобовая 97.  
 Руда дерновая 96.  
 Руда луговая 96.  
 Рудные зале 745.  
 Рудные 706.  
 Рыбий хвост 75.  
 Саноенская система приде-  
 ния 684.  
 Сало 929.  
 Салотонный завод 185.  
 Самогаски 798.  
 Самотен 710.  
 Сафрод 349.  
 Собака 614.  
 Сварка стыков 567, 577.  
 Сверлилки реверсивные 878.  
 Свеча 76.  
 Свободный код 438.  
 Секционные котлы 137.  
 Сельфакторы 688.  
 Семптон 706.  
 Сикативы 362.  
 Сирхус 770.  
 Система бобинная 760.  
 Система вала 623.  
 Система отверстия 623.  
 Скаляр 414.  
 Скалярная величина 414.  
 Скаляр 316.  
 Статы 222.  
 Снафандр 873.  
 Скелет кузова 241.  
 Скоростной напор 455, 485.  
 Сребки 798.  
 Сребок (нож) 334.  
 Сложение векторов 415.  
 Смеси 395, 634.  
 Смоковина 697.  
 Смола корабельная 356.  
 Сопротивление трения 485.  
 Сортировки 861.  
 Спицы тангентные 435.  
 Сплав Вуда 769.  
 Сплав Ливовица 768.  
 Сплав Розе 769.  
 Сплав ванадия 347.  
 Спруди 824.  
 Сродство 296.  
 Сталь инструментальная 166.  
 Сталь самоналяная 164.  
 Сталь хромовольфрамовая 164.  
 Станок буровой 39.  
 Станок вращательный буровой 72.  
 Станок пенсильванский канатный  
 буровой 64.  
 Статическое давление 455.  
 Статор 374.  
 Ствол (винтовки) 744.  
 Стекла зеленые бутылочные 112.  
 Стойка теорема 422.  
 Стол вращательный 72.  
 Столы роликовые 798.  
 Стык внахлестку 555.  
 Стык лапчатый 555.  
 Стык мостовой 555.  
 Стык рельсовый 554.  
 Стык сборный 567.  
 Суда комбинатные 901.  
 Суммарное давление 455, 492.  
 Слены 199.

Такверы 706.  
 Танелаж 354.  
 Тали 796.  
 Талпон 354.  
 Тампонаж сваями 60.  
 Тани доводный 879.  
 Теленка 226.  
 Теорема Шаля 746.  
 Теория полирных соединений 298.  
 Термы 821.  
 Типографская масса 330.  
 Тифтик 875.  
 Товарищество мелиоративное 865.  
 Тонирование 748.  
 Топ 354.  
 Топорик 52.  
 Топорник 307.  
 Топс 770.  
 Торкрет 900.  
 Травертины 823.  
 Транкторы 310, 311.  
 Трансммиттер 152.  
 Транспортёр универсальный 798.  
 Транспортёр 797.  
 Транспортёры гравитацион-  
 ные 800.  
 Транспортёры звеньевые 798.  
 Транспортёры ленточные 798.  
 Транспортёры пластинчатые 798.  
 Транспортёры трубные 799.  
 Трансформатор конденсатор-  
 ный 151.  
 Трап 351.  
 Трепало 405.  
 Треугольник скоростей 606.  
 Трещ 329.  
 Трлбутирия 108.  
 Триметилсульфурная кислота 305.  
 Трисилин 324.  
 Труба Венгрия 890.  
 Труба водоотливная 902.  
 Труба Пито 489, 498.  
 Трубка Прантля 489.  
 Трубы обсадные 61.  
 Трусуны 799.  
 Тунгосилин 323.  
 Тюбы 575.  
 Уайт-рот 707.  
 Убойная камера 178.  
 Убойное колесо 178.  
 Увлажнение воздуха 483.  
 Угар 388.  
 Углекислота агрессивная 809.  
 Угломер 102.  
 Угол ветра 606.  
 Угол дрейфа 606.  
 Угол сноса 606.  
 Удельная влажность 786.  
 Уровень гидростатический 908.  
 Уровень грунтовых вод 908.  
 Устойчивость весов 580.  
 Устье 36.  
 Утилизационное отделение 185.  
 Ферментация 350.  
 Феррованадий 346, 347.  
 Фига 697.  
 Филлонсера 707.  
 Фильтр Беттуса 290.  
 Фильтр мешечный 482.  
 Фильтр Мура 290.  
 Фильтр Оливера 291.  
 Фильтр песочный 829.  
 Фильтр песочный английский 829.  
 Фильтр Портленда 291.  
 Фильтр Пюша ступенчатый 831.  
 Фильтр системы Джукла 832.  
 Фильтрование американское бы-  
 строе 832.  
 Фильтрование английское 828.  
 Фильтрование воды 828.  
 Фильтрование двойное 831.  
 Фильтрование многократное 831.  
 Фильтры американские 291.  
 Фильтры—ловители пыли 482.  
 Фильтры проходные 482.  
 Флоридин 360.

Флоридиниоль 360.  
 Флюат 917.  
 Флюгарки 491.  
 Фольборит 345.  
 Фонарь направляющий 53.  
 Фонд мелиоративный 864.  
 Форлик 901.  
 Форрей-аппараты 401.  
 Форстен-ванты 354.  
 Фрейдаль 53.  
 Фрейдаль Дудина 54.  
 Фурм 256.  
 Характеристика вентилятора  
 463, 472.  
 Хвосты 410.  
 Хлорид висмута 766.  
 Ход винтовой линии 737.  
 Хребты 185.  
 Цементация 900.  
 Церуспориоз 707.  
 Цирены 375.  
 Циркуляционный поток 776.  
 Циркуляция вектора 420.  
 Циркуляция по контуру 775.  
 Циркуляция принудительная 252.  
 Цистерны 901.  
 Чахбук 395, 682.  
 Четырехвальцовый станок 334.  
 Четырехохонис ванадия 346.  
 Чигирь 611, 921.  
 Число нислорное 358.  
 Чувствительность весов 580.  
 Шаг винтовой линии 738.  
 Шапка (в вынодении) 711.  
 Шанталация 712.  
 Шахта вагранки 262.  
 Швейцарский древовал 312.  
 Шелк растительный 388.  
 Шелко-пух 389.  
 Шерсть древесная 387.  
 Шерсть растительная 389.  
 Шестерни 175.  
 Шкала Форея и Уле 806.  
 Шлем (вололаза) 874.  
 Шленка 395.  
 Шлифы 283.  
 Шлюз камерный 790.  
 Шлюзы 899.  
 Шнеки 799.  
 Шпалер 744.  
 Шпат висмутовый 764.  
 Шпала 831.  
 Шпур 639.  
 Штанга развличная 38.  
 Штанга трубчатая 75.  
 Штанга ударная 53.  
 Штандоль 359.  
 Штрек зумпфовый 910.  
 Щипок 397.  
 Щипок русский 397.  
 Щиты предохранительные 240.  
 Эбонит 322.  
 Эграншары 709.  
 Эжентор 838.  
 Экзастеры 465, 482.  
 Экстрактор 741.  
 Экстремали 370.  
 Экстремум 368.  
 Элеваторы 799.  
 Электроемкость проводника 914.  
 Электрон 288.  
 Электросродство 295.  
 Энергия решетки 301, 302.  
 Эпидемия 108.  
 Эффективная температура 479.  
 Эффективный обмен воздуха 479.  
 Ярусы 22.  
 Яс 38.  
 Яс пружинный 55.  
 Ящики водоотливные 916.  
 Ящики шпальные 573.