



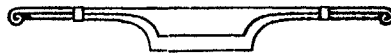
# СБОРНИКЪ ТЕХНИЧЕСКИХЪ СТАТЕЙ.

Отдѣльные оттиски изъ журнала „Горно-Заводское Дѣло“

*за 1916 годъ.*

**ПЕРВОЕ ПОЛУГОДИЕ.**

Издание Совѣта Съезда горнопромышленниковъ юга Россіи.



Х А Р Ъ К О В Ъ.

Типографія „Мирный Трудъ“, Дѣвичья улица. № 14.

1916.

# СОДЕРЖАНИЕ:

С. А. Тумановъ. Генераторы съ жидкимъ шлакомъ. . . . .	1
С. А. Тумановъ. Обогащеніе газа коксовыхъ печей. . . . .	1
С. А. Тумановъ. Сравненіе электрическихъ печей и печей, работающих на горючемъ. . . . .	2
Обзоръ иностранной технической литературы . . . . .	3
Б. О возможной экономіи лѣса при поперечной выемкѣ. . . . .	8
С. А. Тумановъ. Промышленность радія. . . . .	10
К. де-Тилліе. Современные коксовые печи. . . . .	11
И. В. Савалевъ. Примѣненіе сжатого воздуха къ врубовымъ машинамъ. . . . .	33
Исключительный случай обезуглероживанія стали при закалкѣ. . . . .	54
С. А. Тумановъ. Смѣшанная цементация стали . . . . .	55
Н. Черницынъ. По поводу несчастныхъ случаевъ въ спасательныхъ аппаратахъ . . . . .	57
Владимировъ. Опыт плавки чугуна въ вагранкѣ на антрацитѣ Фоминскаго пласта при рудникѣ Т-ва Прохоровской Трехгорной М-ры . . . . .	62
К. де-Тилліе. Изслѣдованіе различныхъ смѣсей взрывчатыхъ веществъ съ азотнокислотными амміачными основаніями. . . . .	63
С. А. Тумановъ. Рафинированіе стали въ индуктивной электрической печи Фрика. . . . .	76
Н. Черницынъ. Обзоръ дѣятельности испытательныхъ станцій по изслѣдованію угольной пыли за 1914—1915 г. г. . . . .	79
М. К. Вайсбейнъ. Обь изслѣдованіяхъ опытнаго брикетнаго завода Южныхъ желѣзныхъ дорогъ . . . . .	84
С. А. Тумановъ. О калориметрическомъ испытаніи углей. . . . .	86
Обзоръ иностранной техники. . . . .	87
К. де-Тилліе. Примѣненіе X. лучей для обнаруженія раковинъ въ металлахъ. . . . .	92
Извлеченіе радія, уранія и ванадія изъ карнонита. . . . .	95
А. Лукашукъ. Задачи сейсмологін и вопросъ о внутреннемъ строеніи и свойствахъ земли . . . . .	96
С. А. Тумановъ. Очистка генераторнаго газа . . . . .	102
Н. Черницынъ. Новый способъ опредѣленія газоносности пластовъ . . . . .	103
С. А. Тумановъ. Остановка электро-доменнаго завода въ Гардангерѣ (Норвегія). . . . .	108
Коксованіе угля при низкихъ температурахъ С. В. Паррь и Г. Л. Олинъ. . . . .	111
Установка для мойки угля на рудникѣ О-ва Маннеръ въ Илькестонѣ. . . . .	112
С. А. Тумановъ. Ванны для закалки и отпуска стали. . . . .	114
П. Фенинъ. По вопросу объ увеличеніи производительности каменноугольныхъ и антрацитовыхъ рудниковъ. . . . .	116
Н. Ювенальевъ. О выдѣленіи газа въ шахтѣ . . . . .	118
С. А. Тумановъ. Ремойка системы Габэ и Франса. . . . .	123
Л. Эберлинъ. Устройства для смѣшиванія углей разныхъ сортовъ для цѣлей коксованія . . . . .	124
Отдѣленіе водорода отъ метана при помощи хлорноватыхъ солей въ присутствіи катализаторовъ. . . . .	132
С. А. Тумановъ. Непосредственное полученіе стали изъ руды въ электрической печи. . . . .	133
Новыя работы, устройства и усовершенствованія на каменноугольныхъ и антрацитовыхъ рудникахъ Донецкаго бассейна въ 1914 г. . . . .	135
В. Шевелевъ. Къ вопросу о способѣ разработки мощныхъ пластовъ желѣзной руды. . . . .	138
С. А. Тумановъ. Прогрессъ въ области металлургіи. . . . .	141
Никелированіе алюминіевыхъ издѣлій . . . . .	143
Новыя работы, устройства и усовершенствованія на каменноугольныхъ и антрацитовыхъ рудникахъ Донецкаго бассейна. . . . .	144
С. А. Тумановъ. Управление тяжелымъ электрическимъ прокатнымъ станомъ . . . . .	148
С. А. Тумановъ. Выясненіе нѣкоторыхъ вопросовъ при производствѣ гематитоваго чугуна . . . . .	155
Л. Эберлинъ. Вліяніе температуры и влаги при карбонизаціи угля . . . . .	160
С. А. Тумановъ. Контроль хода доменной плавки. . . . .	164
В. Роминъ. Химическая промышленность и горные заводы. . . . .	166

# Сборникъ техническихъ статей.

1916 г. I-е полугодіе.

## М Е Т А Л Л У Р Г І Я .

	Стр.
<b>С. А. Тумановъ.</b> Генераторы съ жидкимъ шлакомъ . . . . .	1
<b>С. А. Тумановъ.</b> Сравненіе электрическихъ печей и печей работающихъ на горючемъ . . . . .	2
Исключительный случай обезуглероживанія стали при закалкѣ . . . . .	54
<b>С. А. Тумановъ.</b> Смѣшанная цементация стали . . . . .	55
<b>С. А. Тумановъ.</b> Рафинированіе стали въ индуктивной электрической печи Фрика . . . . .	76
<b>К. де-Тилліе.</b> Примѣненіе X. лучей для обнаруженія раковинъ въ металлахъ . . . . .	92
<b>С. А. Тумановъ.</b> Очистка генераторнаго газа . . . . .	102
<b>С. А. Тумановъ.</b> Остановка электро-доменнаго завода въ Гардангеръ (Норвегія) . . . . .	108
<b>С. А. Тумановъ.</b> Ванны для закалки и отпуска стали . . . . .	114
<b>С. А. Тумановъ.</b> Непосредственное полученіе стали изъ руды въ электрической печи . . . . .	133
<b>С. А. Тумановъ.</b> Прогрессъ въ области металлургіи . . . . .	141
<b>С. А. Тумановъ.</b> Управление тяжелымъ электрическимъ прокатнымъ станомъ . . . . .	148
<b>С. А. Тумановъ.</b> Выясненіе нѣкоторыхъ вопросовъ при производствѣ гематитоваго чугуна . . . . .	155
<b>С. А. Тумановъ.</b> Контроль хода доменной плавки . . . . .	164

## М Е Х А Н И К А .

Обзоръ иностранной технической литературы . . . . .	3
<b>Владимировъ.</b> Опытъ плавки чугуна въ вагранкѣ на антрацитѣ Фоминскаго пласта при рудникѣ Т-ва Прохоровской Трехгорной М-ры . . . . .	62

## Х И М И Я .

<b>С. А. Тумановъ.</b> О калориметрическомъ испытаніи углей . . . . .	86
Отдѣленіе водорода отъ метана при помощи хлорноватыхъ солей въ присутствіи катализаторовъ . . . . .	132
<b>В. Рюминъ.</b> Химическая промышленность и горные заводы . . . . .	166

## Г О Р Н О Е Д Ъ Л О .

Обзоръ иностранной технической литературы . . . . .	3
О возможной экономіи лѣса при поперечной выемкѣ . . . . .	8
<b>И. В. Савалевъ.</b> Примѣненіе сжатого воздуха къ врубовымъ машинамъ . . . . .	33
<b>К. де-Тилліе.</b> Изслѣдованіе различныхъ смѣсей взрывчатыхъ веществъ съ азотнокислыми амміачными основаніями . . . . .	63
Обзоръ иностранной технической литературы . . . . .	87
Установка для мойки угля на рудникѣ О-ва Маннеръ въ Илькестонѣ . . . . .	112
<b>П. Фенинь.</b> По вопросу объ увеличеніи производительности каменноугольныхъ и антрацитовыхъ рудниковъ . . . . .	116
<b>С. А. Тумановъ.</b> Реомойка системы Габэ и Франса . . . . .	123
Новыя работы, устройства и усовершенствованія на каменноугольныхъ и антрацитовыхъ рудникахъ Донецкаго бассейна въ 1914 г. . . . .	135
<b>В. Шевелевъ.</b> Къ вопросу о способѣ разработки мощныхъ пластовъ желѣзной руды . . . . .	138
Новыя работы, устройства и усовершенствованія на каменноугольныхъ и антрацитовыхъ рудникахъ Донецкаго бассейна . . . . .	142

# Г Е О Л О Г И Я .

<b>А. Лукашукъ.</b> Задачи сейсмологии и вопросъ о внутреннемъ строеніи и свойствахъ земли . . . . .	10
------------------------------------------------------------------------------------------------------	----

## КОКСОВОЕ ПРОИЗВОДСТВО.

<b>К. де-Тиллѣ.</b> Современныя коксовыя печи . . . . .	11
Коксованіе угля при низкихъ температурахъ <b>С. В. Парръ</b> и <b>Г. Л. Олинъ</b> . . . . .	111
<b>Л. Эберлинъ.</b> Устройства для смѣшиванія углей разныхъ сортовъ для цѣлей коксованія . . . . .	124
<b>Л. Эберлинъ.</b> Вліяніе температуры и влаги при карбонизаціи угля . . . . .	160

## БРИКЕТНОЕ ПРОИЗВОДСТВО.

<b>М. К. Вайнсбейнъ.</b> Обь изслѣдованіяхъ опытнаго брикетнаго завода Южныхъ жел. дорогъ . . . . .	84
Обзоръ иностранной технической литературы . . . . .	87

## СПАСАТЕЛЬНОЕ ДѢЛО.

<b>Н. Черницынъ.</b> По поводу несчастныхъ случаевъ въ спасательныхъ аппаратахъ . . . . .	57
-------------------------------------------------------------------------------------------	----

## ГРЕМУЧИЙ ГАЗЪ И КАМЕННОУГОЛЬНАЯ ПЫЛЬ.

<b>Н. Черницынъ.</b> Обзоръ дѣятельности испытательныхъ станцій по изслѣдованію угольной пыли за 1914—1915 г.г. . . . .	79
<b>Н. Черницынъ.</b> Новый способъ опредѣленія газоносности пластовъ . . . . .	103
<b>Н. Ювенальевъ.</b> О выдѣленіи газа въ шахтѣ . . . . .	118

## РАЗНЫЯ СТАТЬИ.

<b>С. А. Тумановъ.</b> Обогащеніе газа коксовыхъ печей . . . . .	1
<b>С. А. Тумановъ.</b> Промышленность радія . . . . .	10
Извлеченіе радія, уранія и ванадія изъ карнонита . . . . .	95
Никкелированіе алюминіевыхъ издѣлій . . . . .	143

## Генераторы съ жидкимъ шлакомъ.

(Stahl und Eisen 19 <sup>2</sup>/<sub>vii</sub> 14).

Послѣдніе десять лѣтъ прилагались усилія работать на генераторахъ съ жидкимъ шлакомъ въ надеждѣ устранить затрудненія встрѣчающіяся при работѣ на генераторахъ съ колосниковой рѣшеткой. До сихъ поръ успѣхъ былъ незначительный вслѣдствіе образующихся во время процесса сводовъ въ углѣ и затягиванія шлакомъ рѣшетки, отчего шуровка сильно затруднялась и ходъ генератора становился неравномернымъ.

Въ 1912 году фирма „Paul Würth и С<sup>о</sup>“ въ Люксембургѣ построила Нѣмецко-Люксембургскому горнозаводскому акціонерному Обществу, кромѣ четырехъ генераторовъ съ вращающимися колосниками, два генератора съ шлаковыми отверстиями.

Путемъ тяжкаго труда и упорныхъ испытаній удалось вышеуказанной фирмѣ достигнуть настолько благоприятныхъ результатовъ, что ею получены еще заказы на шлаковые генераторы. Для газификаціи употребляется мелкій коксъ крупностью кусковъ отъ 8—25 мм. Въ сутки генераторъ перерабатываетъ 60 т кокса. Получающійся газъ весьма однороденъ и содержитъ 34% СО и отъ 1—2% СО<sub>2</sub>, калориметрическая способность 1200—1350. Затруднительное шурованіе устраняется, благодаря чему достигается равномерный ходъ генератора.

Достоинно вниманія, что окись желѣза заключающаяся въ золѣ восстанавливается и при выпускѣ шлака вытекаетъ въ видѣ богатаго кремніемъ и бѣднаго сѣрой чугуна, который составляетъ плюсъ въ расходахъ по газификаціи. Полученный газъ очищается и подводится къ газомоторамъ. Въ заводѣ „Принцирегентъ“ одинъ шлаковый генераторъ обслуживаетъ 4000 паровыхъ лошадей, но можно построить генераторъ большей производительности.

Кромѣ мелкаго кокса пробовали работать на вестфальскомъ углѣ и брикетахъ изъ угольной мелочи и коксовой золы. Результаты получились хорошіе. Газификація шла нормально и калоріи были подходящія, откуда выводъ, что работать можно съ разнымъ горючимъ.

Шлаковые генераторы обладаютъ большою приспособляемостью, можно безопасно переходить съ одного горючаго на другое и регулировать добычу газа сообразно потребности не разстраивая ходъ газовика. Перерабатывалось отъ 30 до 60 т горючаго въ сутки, при чемъ качество его измѣнялось 2 раза въ день не измѣняя правильности хода генератора.

Горн. инж. Тумановъ.

## Обогащеніе газа коксовыхъ печей.

(Technique Moderne 19 <sup>15</sup>/<sub>i</sub> 14).

Задача сводится къ наиболѣе экономному обогащенію газа коксовыхъ печей, напр.: требуется изъ газа дающаго при сгораніи 4200 калорій получить газъ дающій 5100 калорій при 0° и 760 мм. давленія, т. е. сообщить газу добавочныхъ 900 калорій. Одинъ

литръ Галиційскаго или Пенсильванскаго газоваго масла увеличиваетъ на 50 калорій тепловую способность одного кубическаго метра. Практически нужно считать 47—48 калорій. Чтобы получить 900 калорій на кубическій метръ понадобится на 100 куб.

метров  $\frac{900}{47} = 19$  литровъ газоваго масла или 16,3 kg. Считая по 0,09 франка килограммъ получимъ 1,467 франка, т. е. стоимость превращенія кубическаго метра газа дающаго 4200 калорій въ 5100 обойдется 0,0146 франка.

Если пользоваться обуглероженнымъ водянымъ газомъ въ размѣрѣ 30% дающимъ 7200 калорій получимъ  $0,70 \times 4200 + 0,30 \times 7200 = 5100$  калорій.

Если водяной газъ (синій газъ) даетъ 2750 калорій, при сгораніи кубическаго метра нужно  $\frac{7200 - 2750}{47} = 80$  литровъ. Стоимость будетъ  $80 \times 0,09 = 7,2$  франка.

Если принять во вниманіе накладные расходы, рабочую силу, общіе расходы, амортизацію коксоваго производства, нужно прибавить 0,03 франка. Кубическій метръ газа обойдется  $0,072 + 0,03 = 0,102$  франка. Газъ дающій 4200 калорій и стоющій 0,02 франка (включая и провозъ) обогащенный до 5100 калорій обойдется:  $0,02 \times 0,7 + 0,102 \times 0,3 = 0,0446$  франка.

Если обуглероженнаго водянаго газа взять 40% обыкновенный газъ коксовыхъ печей можетъ быть бѣднѣе, но стоимость будетъ 0,0483 франка. Смѣсь состоящая изъ 80% газа въ 4200 калорій и 20% въ 8700 обойдется 0,0413 франка.

Предѣла 8700 для водянаго обуглероженнаго газа переступать нельзя не увеличивъ стоимость. Можно достигнуть обогащенія при помощи бензола или бензина, но способъ этотъ дорогъ и мало практиченъ.

Въ прежнее время примѣняли бурый уголь, особенно для усиленія свѣченія. Газъ давалъ 7200 калорій въ кубическомъ метрѣ и достаточно было прибавить 30%, чтобы получить смѣсь дающую 5100 калорій.

Если возьмемъ хорошій газовый уголь, стоющій 22 франка тонна, дающій 285 куб. метровъ газа и бурый уголь стоимостью 31 франкъ тонна дающій 315 куб. метровъ газа, то изъ перваго куб. метръ газа обойдется 7,7 сантима, изъ втораго 9,8 сантима. Уголь стоимостью 22 фр. тонна даетъ 700 kg. коксу стоимостью 17,50 франковъ (25 фр. тонна). Бурый уголь даетъ 600 kg. плохого коксу стоимостью 9 франковъ (15 фр. тонна). Разница на 1 куб. метръ газа  $\frac{17,5 - 9}{315} = 0,027$  франковъ.

Буроугольный газъ будетъ стоить на 0,098 фр. дороже, а стоимость другою 0,05 фр. Смѣсь обоихъ обойдется  $0,05 \times 0,70 + 0,098 \times 0,3 = 0,0434$  фр.

Надо принять во вниманіе, что газы коксовыхъ печей работающихъ на бельгійскихъ угляхъ даютъ 4500—5200 калорій; къ концу дистилляціи калоріи падаютъ до 4200 и даже до 4000 калорій.

Стоимость обогащенія можетъ еще понизится если возьмемъ 20% водянаго обуглероженнаго газа и 80% газа коксовыхъ печей дающихъ 4550 калорій. Стоимость куб. метра смѣси будетъ 0,037 фр.

Газъ болѣе богатый, полученный непосредственно, дешевле. Не слѣдуетъ покупать слишкомъ бѣдный газовый уголь съ цѣлью обогащенія.

*Горн. инж. Тумановъ.*

## Сравненіе электрическихъ печей и печей работающихъ на горючемъ.

(Technique Moderne 19 <sup>15</sup>/<sub>1</sub> 14).

Сравнивая электрическія плавильныя печи съ печами работающими на горючемъ М. F. Louvrier пришелъ къ слѣдующимъ выводамъ въ пользу первыхъ.

Подсчитывая количество тепла, которое даетъ горючее и количество тепла даваемое электрическими печами работающими сопротивленіемъ, онъ нашелъ, что одна электрическая лошадь-годъ эк-

вивалентна 2700 kg. кокса сгорающаго въ обыкновенныхъ печахъ и что электрическія печи экономнѣе отъ 2—5 разъ коксовыхъ печей. Къ преимуществу электрическихъ печей слѣдуетъ отнести:

- 1) Легкость съ которой регулируется тепло посредствомъ электродовъ и выключателя.
- 2) Полученіе постояннаго количества тепла любой интенсивности.

3) Избѣгается образованіе густыхъ шлаковъ затрудняющихъ плавку.

4) Удобство переработки матерьяловъ всякой огнеупорности.

5) Болѣе высокій выходъ металла вслѣдствіе отсутствія окислительнаго дѣйствія и полученія жидкихъ шлаковъ.

6) Рабочая сила меньше, такъ какъ возможно обрабатывать матеріалы безъ предварительнаго дробленія.

7) Полнѣйшее отсутствіе воздуходувныхъ приспособленій.

8) Уменьшеніе накладныхъ расходовъ по содержанію печей, такъ какъ тепло идетъ на нагрѣваніе матерьяла, но не стѣнокъ печи.

9) Полученіе болѣе чистаго металла вслѣдствіе нейтральности температуры и отсутствія вредныхъ примѣсей въ источникѣ тепла.

10) Возможность эксплуатаціи матерьяловъ удаленныхъ отъ путей сообщенія.

11) Уменьшеніе накладныхъ расходовъ по перевозкѣ при работѣ на рудѣ.

12) Одинаковый выходъ какъ при большихъ, такъ и малыхъ печахъ.

Преимущества выступаютъ рѣзко на примѣрахъ. Электрическая лошадь-годъ при плавкѣ свинцовыхъ рудъ эквивалентна 3600 kg. кокса, такъ какъ свинецъ во время электрической плавки не окисляется и не уносится въ видѣ паровъ. Въ печахъ въ которыхъ восстанавливается цинкъ, эквивалентъ равняется 7000 kg. каменнаго угля при чемъ выдача равняется 95%, противъ 85% при работѣ на каменномъ углѣ. Предполагая, что электрическая лошадь-часъ получается отъ газоваго мотора при расходѣ 3855 kg. угля можно заключить, что примѣненіе электрическихъ печей выгоднѣе коксовыхъ даже въ томъ случаѣ если энергія будетъ дана тѣрмомоэлектрическимъ двигателемъ.

*Горн. инж. Тумановъ.*

## Обзоръ иностранной технической литературы.

### Турбинная врубовая машина типа Лонгъ Волль завода Jeffrey.

*The Iron & Coal Trades Review* № 2.489.

На рудникѣ Lletty Shenkin Colliery, въ Англии, въ настоящее время находится въ дѣйствіи приводимая въ движеніе сжатымъ воздухомъ врубовая машина завода Jeffrey, въ которой движущимъ механизмомъ вмѣсто обычнаго мотора для сжатого воздуха является турбина; въ качествѣ же передаточнаго механизма между турбинной и червячной передачей здѣсь введены зубчатые колеса. Въ этихъ измѣненіяхъ, собственно, и заключаются существенныя свойства новой машины, которая во всемъ остальномъ очень напоминаетъ прежнюю машину этого завода.

Наибольшая длина машины, безъ рѣжущей части, равна 8 фут. 2 дюйм., ширина — 2 фут. 6 дюйм. и высота — 1 фут. 7 дюйм.; вѣсъ машины — около 2,7 тон. Рѣжущая часть подводится подъ уголь посредствомъ вращенія изъ положенія вдоль оси машины въ положеніе подъ прямымъ угломъ

къ ней при помощи толстаго каната, навиваемаго на барабанъ самой машиной. Канатъ направляется такимъ образомъ, что машина автоматически удерживается у забоя. Количество потребляемаго воздуха можетъ быть измѣняемо во время дѣйствія машины путемъ перемѣны числа зубьевъ, захватываемыхъ драчевымъ колесомъ.

Для дѣйствія машины примѣняется турбина Spigo, специально приспособленная также и для частичной производительности. Она состоитъ изъ помѣщенныхъ въ кожухѣ 2 роторовъ, представляющихъ собой, въ сущности, спиральные механизмы, что представляетъ собой огромныя удобства, такъ какъ благодаря этому не только значительно уменьшается стоимость турбины, но и устраняется главный источникъ постоянныхъ неполадокъ и поломокъ. При этомъ устройствѣ величина зазоровъ уменьшается до минимума, и зубья механизма, какъ показала практика, вскорѣ пріобрѣтаютъ гладкую полированную поверхность большой твердости и въ дальнѣйшемъ уже не подвергаются никакимъ измѣненіямъ. Кромѣ того, здѣсь нѣтъ совершенно деликатныхъ частей механизма,

вродѣ клапановъ. Воздухъ впускается подъ роторами и выходитъ черезъ выпускные каналы надъ ними.

На упомянутомъ рудникѣ машина работаетъ на пластѣ мощностью 2 фут. 10 дюйм. Длина забоя — 450 фут., и машина подрубаетъ равномерно по 180 фут. въ часъ. Машина работаетъ при давленіи 60 фунт., но она даетъ вполне удовлетворительные результаты уже при давленіи 50 фунт., при каковомъ давленіи она развиваетъ 30 лош. силъ.

### Новый способъ примѣненія жидкаго воздуха для взрывныхъ работъ.

Coal-Age № 21, 1915 г.

Первыя попытки примѣненія жидкаго воздуха для взрывныхъ работъ въ рудникахъ относятся еще къ первымъ временамъ изобрѣтенія способовъ промышленнаго добыванія его, когда проф. Linde было изобрѣтено взрывчатое вещество, представляющее собой смѣсь жидкаго воздуха съ древеснымъ углемъ и названное имъ *Oxyliquit*. Это вещество, напоминавшее по своему виду клейстеръ, вкладывалось непосредственно въ шпуръ и взрывалось помощью пистона.

Такъ какъ этотъ способъ давалъ совершенно неудовлетворительные результаты, то впоследствии онъ былъ видоизмѣненъ такимъ образомъ, что взрывчатое вещество помѣщалось въ особый картонный цилиндрикъ, который затѣмъ погружался въ жидкій воздухъ. Этотъ способъ уже давалъ нѣкоторые результаты, но онъ былъ не безопасенъ и, кромѣ того, зависѣлъ отъ искусства запальщика и быстроты манипуляцій, такъ какъ вслѣдствіе огромной разницы между температурами жидкаго воздуха и окружающихъ породъ жидкій воздухъ въ шпурѣ испаряется очень быстро. Наибольшій срокъ его дѣйствія исчисляется теоретически въ 10 мин., въ практикѣ же онъ значительно меньше.

Интересные опыты, по словамъ „Montanistische Rundschau“, были произведены въ Шарлотенбургѣ Kowatsch'емъ, совмѣстно съ von Baldus'омъ. Въ цѣляхъ предупрежденія быстрого испаренія жидкаго воздуха, Kowatsch заряжалъ шпуръ патронами сухого угля еще до введенія въ него жидкаго воздуха, чѣмъ онъ предотвращалъ потерю времени, связанную съ необходимыми подготовительными работами; жидкій же воздухъ вводился въ шпуръ

только непосредственно передъ паленіемъ, благодаря чему періодъ испаренія его сводился къ минимуму.

Въ картонномъ цилиндрикѣ помѣщаютъ просверленную трубку, въ которой находится безопасная смѣсь инфузорной земли и асфальта, или же сажи и парафина. На центральную трубку входитъ картонная трубка, сверхъ которой надѣвается другая картонная трубка, для предупрежденія истеченія продуктовъ испаренія жидкаго воздуха. При одновременномъ паленіи нѣсколькихъ шпуровъ они соединяются между собой электрическими проводами.

Жидкій воздухъ доставляется въ необходимомъ для каждаго шпура количествѣ въ маленькихъ бутылочкахъ, къ отверстиямъ которыхъ прикрѣпляется металлическая трубка съ коническимъ наконечникомъ, въ которую вводится центральная трубка патрона. Для того, чтобы зарядить патронъ, достаточно поднять нижнюю часть бутылочки; тогда жидкій воздухъ, подъ давленіемъ собственныхъ испарившихся частей, подымается подобно газированной водѣ съ содержаніемъ углекислоты, вверхъ въ металлическую трубку и подъ давленіемъ вводится въ патронъ. При паленіи электрическимъ пистонемъ жидкій воздухъ соединяется со слагающими патрона и даетъ взрывъ огромной силы.

### Статистика несчастныхъ случаевъ на металлическихкихъ рудникахъ С. А. С. Штатовъ.

Согласно свѣдѣніямъ сѣверо-американскаго Bureau of Mines, общее число несчастныхъ случаевъ со смертнымъ исходомъ на металлическихкихъ рудникахъ Соединенныхъ Штатовъ составляетъ въ 1914 г. 559, противъ 683 въ 1913 г., при соответствующемъ числѣ рабочихъ 158.115 въ 1914 г. и 191.276 въ 1913 г. Такимъ образомъ, при общепринятомъ исчисленіи на 1.000 чел. число смертныхъ случаевъ въ 1914 г. составляетъ 3,54, а въ 1913 г.—3,57. Несчастныхъ случаевъ, связанныхъ съ потерей трудоспособности на время на 20 дней и болѣе, было въ 1914 г. 5.073, противъ 5.890 въ 1913 г. На 1.000 чел. рабочихъ эти цифры составляютъ соответственно 32,08 и 30,79. Несчастныхъ случаевъ съ потерей трудоспособности менѣе, чѣмъ на 20 дней, въ отчетномъ году было 25.143, противъ 27.081 въ 1913 г., причѣмъ на 1.000 раб. въ отчетномъ году приходится 159,02, противъ 141,58 въ 1913 г.



Что касается несчастных случаев въ связи съ той или другой системой горныхъ разработокъ, то данныя этой части статистики выведены изъ свѣдѣній, полученныхъ только отъ нѣкоторой части рудниковъ съ общимъ количествомъ 75.453 раб., приче́мъ въ это количество входятъ горнорабочіе на подземныхъ или открытыхъ горныхъ работахъ, но не поверхностные рабочіе.

Относительно различныхъ системъ разработокъ несчастные случаи со смертнымъ исходомъ въ 1914 г. распредѣляются слѣд. образомъ (на 1.000 чел.):

Потолкоуступная работа . . . . .	4,90
Почвоуступная " . . . . .	5,23
Разработка столбами . . . . .	5,76
" камерами . . . . .	5,10
Открытыя работы съ примѣненіемъ механич. лопаты . . . . .	2,50
Открытыя работы безъ примѣненія механич. лопаты . . . . .	2,28

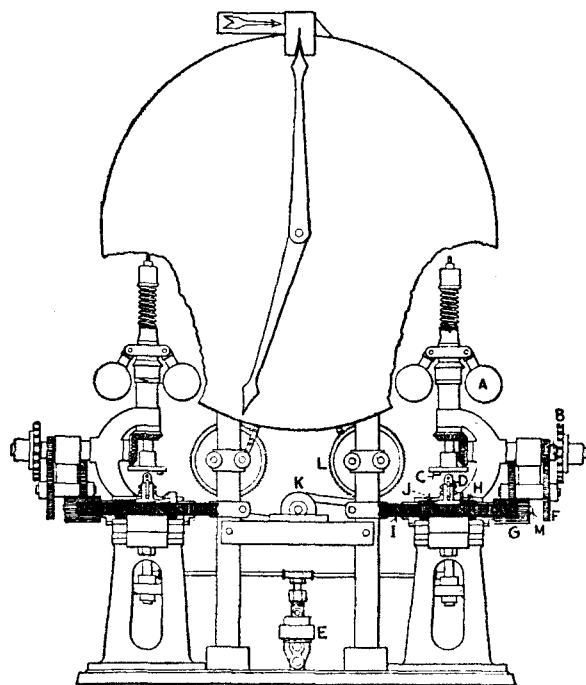
Средняя цифра для всѣхъ этихъ горныхъ работъ составляетъ 4,78, цифра тяжелыхъ несчастныхъ случаевъ—51,67, а мелкихъ случаевъ—270,46 на 1.000 чел.

### Новый предохранительный регуляторъ.

Coal-Age v. 8 № 19. 1915 г.

Недавно фирмой Royer & Zweibel въ Wilkes-Barre, въ Пенсильваніи, выпущенъ на рынокъ усовершенствованный аппаратъ, предупреждающій увеличенія скорости машины выше определенной цифры и задерживающій подъемъ клѣти подъ шкива.

Устройство и дѣйствіе аппарата отличаются крайней простотой. Тѣла *A* (фиг. 1) приводятся въ дѣйствіе зубчатымъ колесомъ *B*, вращаемымъ при помощи цѣпной передачи непосредственно отъ барабана машины. Шпиндель регулятора, снабженный двумя пружинами, заканчивается снизу дискомъ съ цапфой *C*. Когда вмѣстѣ съ увеличеніемъ скорости аппарата тѣла *A* поднимаются все выше и выше, шпиндель начинаетъ опускаться, и, когда скорость достигаетъ определенного максимума, цапфа *C* освобождаетъ рычагъ *D*, приче́мъ дѣйствіе вращающихся тѣлъ *A* теперь уже направляются только противъ одной изъ пружинъ. Если скорость



Фиг. 1. Детали устройства регулятора.

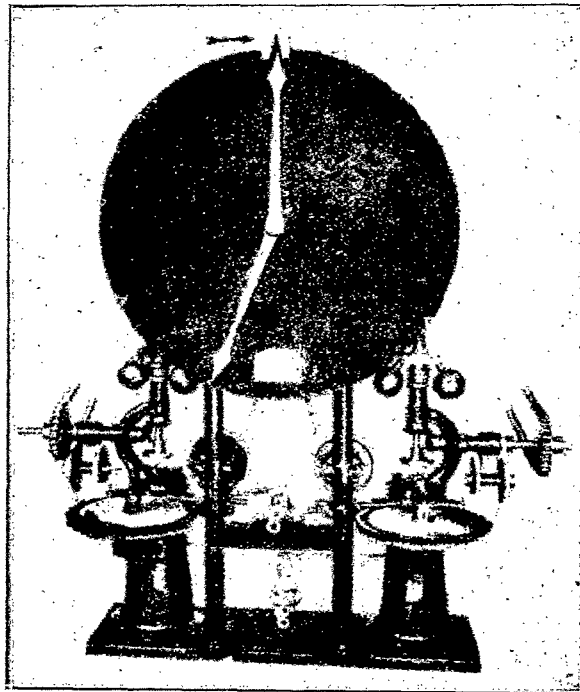
начинает расти, переходя определенную границу, то вращающаяся тѣла *A* давятъ на обѣ пружины и цапфа *C* ударяетъ и отводитъ внизъ рычагъ *D*; при этомъ немедленно открывается доступъ пара къ тормазу черезъ трехходовой кранъ *E*.

Передача движения зубчатого колеса *B* производится при помощи промежуточного вала и зубчатокъ *F*, далѣе черезъ колесо *G* и бесконечный винтъ *H*, приводящій во вращеніе червячное колесо *I*. Вблизи обода этого колеса, въ какой ниб. точкѣ, наиболѣе подходящей для данныхъ условий, помещается снабженная дѣлениями покатая плоскость. Приспособленіе устроено такъ, что когда приближается клѣть, то эта плоскость подымаетъ рычагъ *D* до соприкосновенія съ цапфой *C*, и если скорость машины не уменьшается до соответствующихъ размѣровъ и цапфа *C* подымается вмѣстѣ съ дискомъ и шпиделемъ регулятора, то рычагъ *D* открывается и машина перестаетъ работать.

Когда подъемъ уже закончился и клѣть находится у устья шахты, покатая плоскость *J* нахо-

дится въ соприкосновеніи съ рычагомъ *D*; и всякое движеніе клѣти вверхъ вызываетъ противодействіе тормазы, благодаря чему увеличеніе высоты подъема клѣти, скорости ея подъема, какъ и движеніе клѣти не въ нужномъ направленіи дѣлаются невозможными.

Аппаратъ снабженъ циферблатомъ съ двумя стрѣлками, изъ которыхъ одна соединена и контролируется барабаномъ, прикрѣпленнымъ къ валу, а другая — съ барабаномъ, сидящимъ свободно на немъ; при этомъ относительное положеніе стрѣлокъ указываетъ соответствующіе горизонты. Когда опускающаяся внизъ клѣть проходитъ горизонтъ шахты, то красный семафоръ наверху циферблата исчезаетъ, между тѣмъ какъ при приближеніи къ горизонту второй клѣти, онъ появляется на другой сторонѣ. Благодаря этому, машинисту дается оптическое указаніе на то, какую клѣть слѣдуетъ опускать и какую подымать и, кромѣ того на циферблатѣ въ любой моментъ можно сдѣлать отчетъ положенія клѣтей въ стволѣ шахты.



Фиг. 2. Видъ регулятора спереди.

Когда дается сигнал къ подъему, то машинистъ даетъ обратный сигналъ помощью особаго рычага. Это не только даетъ стволу известнй оптический сигналъ (обыкновенно — электрической свѣтъ), но вращеніемъ связаннаго съ кривошиномъ диска *K* передвигаетъ отвѣстно червячный валъ съ безконечнымъ винтомъ *H* и колесомъ *G*, которое, въ свою очередь, вращаетъ червячное колесо *I* до тѣхъ поръ, пока наклонная плоскость *J* приметъ положеніе, соответствующее положенію кѣтки у рудничнаго двора. Благодаря этому исключается возможность для кѣтки приближаться къ рудничному двору со слишкомъ большою скоростью или же миновать его. Второй безконечный винтъ, прикрѣпленный къ тому же валу, приводитъ во вращеніе безконечное колесо *L*, которое при помощи цѣпной передачи вращаетъ стрѣлки циферблата.

Описанный аппаратъ оказался на практикѣ очень удобнымъ и полезнымъ и за короткое время получилъ широкое распространеніе на антрацитовыхъ рудникахъ Пенсильваніи.

## Желѣзное крѣпленіе въ шахтахъ.

Cool-Age V. 8 № 19 1915.

Примѣненіе желѣза для рудничнаго крѣпленія въ Соединенныхъ Штатахъ началось въ 1907 г., и въ одномъ только 1914 г. было закрѣплено различнаго рода желѣзной крѣпью свыше 20 миль подземныхъ выработокъ, несмотря на то, что этотъ годъ былъ крайне неблагоприятенъ для горнозаводской промышленности.

Однимъ изъ главныхъ горнопромышленниковъ Восточной Пенсильваніи является W. I. Rainey, всѣ рудники котораго даютъ до 3.000.000 тон. угля въ годъ, большая часть котораго идетъ на выжиганіе кокса. За послѣдніе 3 года на всѣхъ этихъ рудникахъ было установлено свыше 2.200 крѣпей на протяженіи около 2 миль.

На фиг. 1 изображена подземная конюшня на 38 лошадей и муловъ, представляющая собой помещеніе для продолжительнаго пользованія со всѣми удобствами и ничѣмъ не уступающая первокласснымъ помещеніямъ такого рода на поверхности.



Фиг. 1. Желѣзно-крѣпленіе подземной конюшни.

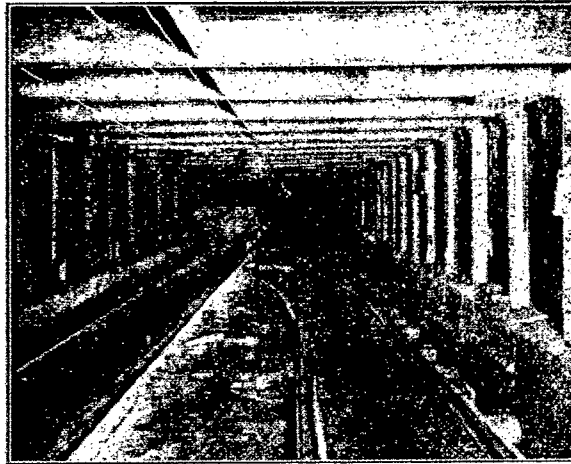
Конюшня устроена вдоль главнаго откаточнаго штрека. Кровля поддерживается 12-дюймовыми двухтавровыми балками съ бетонными сводами между ними. Концы балокъ покоятся на боковыхъ бетонныхъ стѣнахъ. Въ своей серединѣ эти балки поддерживаются стальными подпорками, также двухтавровыми, одновременно служащими для образованія задней части станковъ, отдѣленныхъ

однимъ отъ другого бетонными перегородками, которыя плотно входятъ между полками подпорокъ. При устройствѣ конюшни было обращено особое вниманіе на то, чтобы онѣ какъ съ технической, такъ и съ гигиенической точки зрѣнія ничѣмъ не уступали поверхностнымъ устройствамъ.

На фиг. 2 изображена часть двухпутевого откаточнаго штрека, шириной 18 фут. и высотой

8 фут., закрѣпленнаго состоящей изъ 3 частей рамой изъ 12-дюймовыхъ стальныхъ двухтавровыхъ

колець и 5-дюймовыхъ двухтавровыхъ подпорокъ, покоющихся на бетонныхъ стѣнахъ. Канаты для от-



Фиг. 2. Видъ закрѣпленнаго желѣзомъ двухпутевого откатываемаго штрека.

катки прикрѣплены къ кольцамъ крѣпи посредствомъ особыхъ держателей, специально приспособленныхъ для прикрѣпленія къ стальному крѣпленію, электрическіе же провода прикрѣплены къ кольцамъ помощьюъ деревянныхъ изоляторовъ. Внешній видъ этого откаточнаго штрека можетъ вполне удовлетворитьъ каждаго завѣдывающаго шахтой за-

ботящагося объ аккуратности и красотѣ крѣпленія. Невольно обращаетъ на себя, вниманіе огромная разница въ количествѣ работы потребной въ установкѣ этой крѣпи въ сравненіи съ затрудненіями при примѣненіи огромныхъ бревенъ достаточной толщины для того, чтобы принять на себя давленіе, которому подвергается на стальное крѣпленіе.

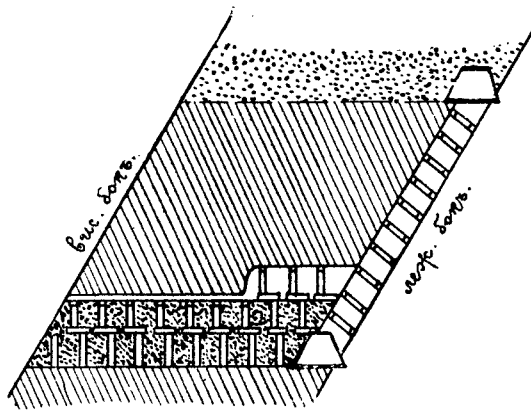
## О возможной экономіи лѣса при поперечной выемкѣ.

Въ районѣ Кривого Рога почти исключительно примѣняется поперечная выемка—горизонтальными слоями съ полной закладкой. Матеріалъ для закладки—большую частью сухая глина.

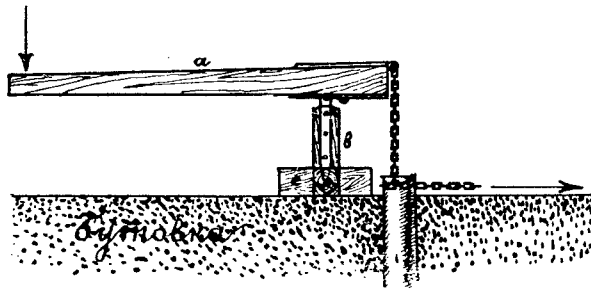
Забой, высокою 1.00—1.20 саж., крѣпятся дверными окладами изъ 3½—4-вершковаго дорогого лѣса и на погонную сажень забоя приходится 3—4 дверныхъ оклада. Подъ стойки рамъ кладутся лежни, длиною 4—5 четвертей, чтобы при нажимѣ на крѣпь стойки не вдавливались въ закладку.

Черт. 1 представляетъ разрѣзъ черезъ забой при поперечной выемкѣ.

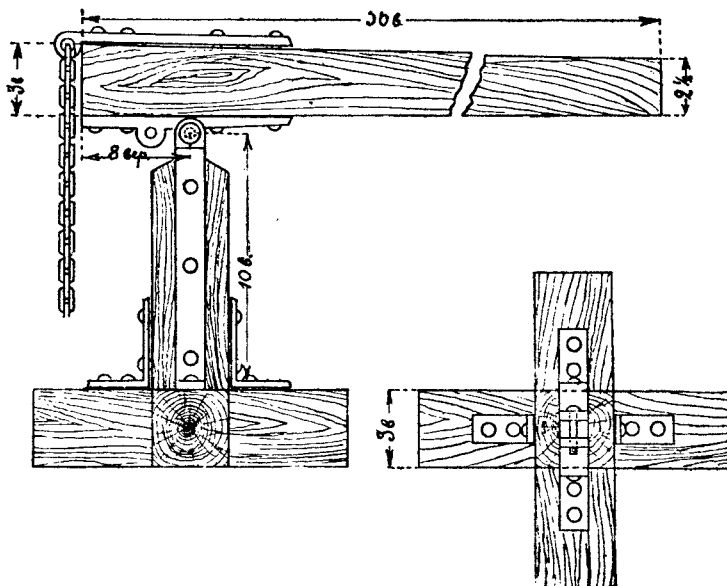
Начиная со второго яруса (этажа), работать приходится стоя на свѣжей неслежавшей забуткѣ. По мѣрѣ подвиганія забоя къ висячему боку верхники рамъ нижняго забученнаго яруса открываются и употребляются въ дѣло; стойки же остаются въ закладкѣ и терются. Между тѣмъ весьма легко этотъ пропадающій лѣсъ использовать. Стоитъ только вытащить его изъ закладки, что легко исполнить при помощи самаго незатѣливаго прибора (изображеннаго на черт. 2), который можетъ быть изготовленъ на любомъ рудникѣ, причѣмъ стоимость прибора съ лихвой окупается въ первый же день его употребленія.



Фиг. 1.



Фиг. 2.



Фиг. 3.

Онъ состоитъ изъ рычага *a*, вращающагося вкругъ горизонтальной оси на стойкѣ *b*; стойка *b* стоитъ на крестовинѣ *c*; на короткомъ концѣ рычага прикрѣплена цѣпь, которую обматываютъ вкругъ верхняго конца стойки, причѣмъ одинъ рабочій натягиваетъ свободный конецъ цѣпи, а два другихъ рабочихъ нажимаютъ на длинный конецъ рычага, при этомъ стойка *e* подается вверхъ на 2—4 вершка; тогда цѣпь обматываютъ ниже и снова поднимаютъ стойку; когда эта операция повторится 4—5 разъ, стойку уже легко вынуть просто руками, для чего достаточно силы одного человѣка.

Рабочіе очень охотно вытаскиваютъ лѣсъ даже безъ дополнительной платы, такъ какъ это избавляетъ ихъ отъ доставки лѣса въ забой.

Указанный способъ уже примѣняется на нѣкоторыхъ рудникахъ Кривого Рога.

Въ настоящее время, когда лѣсные матеріалы дороги и когда вообще доставка лѣса на рудники производится не регулярно, вышеприведенный способъ можетъ принести значительную пользу каждому руднику, на которомъ имѣются условія, необходимыя для его примѣненія.

Б.

## Промышленность радія.

(La Technique moderne 19<sup>1</sup>/<sub>14</sub>).

Начало фабричной добычи радія положено М. Бессономъ въ 1899 году на заводѣ Центральнаго О-ва Химическихъ производствъ по настоянію Петра Кюри. Соли радія были выставлены на продажу на международной Парижской выставкѣ въ 1900 году.

Въ то время подвергали обработкѣ смоляную урановую руду (Pechblende—80%  $U_3O_8$  съ примѣсью Pb, Fe, As, CaO и др.) изъ Иохимсталя (Чехія). До 1904 года было обработано 13 тоннъ руды, изъ коей добыто 2—3 гр. радія, который въ большинствѣ былъ израсходованъ лабораторіей Кюри. Когда австрійское правительство объявило Иохимсталскую руду правительственною собственностью, пришлось искать другія руды. Въ Португаліи былъ найденъ „автонитъ“ (соединеніе фосфорно-кислаго кальція и урана), заключающій къ сожалѣнію на 1000 kg. руды отъ 0,5—2 mg. радія. Послѣ долгихъ испытаній въ 1910 году былъ построенъ заводъ, изготовляющій регулярно нѣсколько гр. радія и ураново-кислаго натрія въ годъ. Фабричная добыча радія требуетъ большихъ расходовъ, и Франція по производству занимаетъ первое мѣсто. Въ настоящее время во Франціи строится еще одинъ заводъ, такъ что, надо надѣяться, потребленіе радія будетъ обезпечено. Кромѣ „автонита“ подвергается еще обработкѣ „карнотитъ“, или урано-ванадитъ, добываемый въ Колорадо.

М. Бессонъ указываетъ на методъ взвѣшиванія международно утвержденный. Приборы, предложенные Кюри, изготовляются Центральнымъ О-вомъ Химическихъ Производствъ.

Нормальный международный образецъ радія изготовленъ госпожею Кюри и находится въ Парижской Палатѣ мѣръ и вѣсовъ. На брюссельскомъ конгрессѣ въ 1910 году была установлена международная радіо-активная единица эманации, названіе которой дано „Кюри“. Промышленность радія стоитъ теперь на прочномъ фундаментѣ.

На практикѣ радій примѣняется въ слѣдующихъ отрасляхъ: 1) *Медицина*. Самое распространенное примѣненіе радія въ медицинѣ. Пионерами примѣненія радія были доктора: Фово-де Курмель (Foveau de Courmelles) и Данкло (Danclos) въ 1912 г. Затѣмъ замѣчательны работы доктора Доминици (Dominici), который открылъ *ультрапроникающіе лучи* фильтраціей черезъ золотыя, серебряныя и платиновыя трубки. Г. Бессонъ имѣетъ массу снимковъ изображающихъ полное излеченіе: рака, волчанки, саркомы произведенное въ госпиталяхъ докторомъ Доминици и его сотрудниками: Барка (Barcat), Шерона (Cheron), Фора-Боліэ (Faure-Beaulieu) и Рубенса-Дюваля (Rubens-Duval), и излеченія всевозможныхъ опухолей при помощи хирургіи и радія.

2) *Электротехника*. При помощи диска, заключающаго небольшое количество радія, соединеннаго со специальной конрукціей вольтаметромъ, дѣлають воздухъ электропроводнымъ, что дѣлаетъ возможнымъ измѣненіе потенциала проводника на разстояніи. При вольтажѣ 300 приборъ чувствителенъ на разстояніи 0,5 метра, при повышеніи вольтажа разстояніе можетъ быть увеличено до 3 метровъ.

3) *Прядильное производство*. Особенно въ шелкопрядильномъ производствѣ. Извѣстно, что при пряденіи шелка электризуются волокна и станки, что нарушаетъ правильность производства, способствуетъ большому полученію брака и задержкамъ. Смочивъ предварительно волокна въ радиоактивной жидкости и покрывъ валцы радиоактивной матеріей, устраняють возбужденіе электричества (M. B. Szilard).

4) *Земледѣліе*. Коломеръ (M. F. Colomer) констатируетъ факты, что удобреніе, перемѣшанное

извѣстнымъ образомъ съ радиоактивными веществами, способствуетъ быстрѣйшему росту растений, придавая одновременно нужную крѣпость, гарантируя тѣмъ увеличеніе урожая и раннюю уборку. Выводъ этотъ получился изъ ряда опытовъ надъ огородными овощами, злаками и свекловицей; докладъ о нихъ былъ сдѣланъ Французской Академіи Наукъ въ ноябрѣ 1912 года и въ январѣ и мартѣ 1913 года.

По новѣйшимъ изслѣдованіямъ, криптогамическія болѣзни растений, особенно виноградниковъ, вполиѣ излечиваются радиоактивнымъ удобреніемъ. Это свойство радія открываетъ ему широкую будущность. Слѣдуетъ однако оговориться, что не всегда получаютъ удовлетворительные результаты. Такъ, напр., при одинаковыхъ условіяхъ, посадка шпината дала 20—25% улучшенія, тогда какъ свекловица дала отрицательные результаты.

*Горн. инж. Тумановъ.*

## Современныя коксовыя печи.

Инжен. E. Lecocq и I. Pieters (Bulletin de la S-té de l'Industrie Minérale, 1915 г. томъ VIII, 3-й выпускъ).

### Историческій очеркъ развитія коксовой печи.

Прежде, чѣмъ разсматривать коксовую печь въ современномъ ея видѣ и какой бы она должна была быть для удовлетворенія теперешнихъ экономическихъ требованій, бросимъ взглядъ назадъ, дабы лучше оцѣнить достигнутые успѣхи и вмѣстѣ съ тѣмъ отмѣтить слѣды, оставленные человѣческимъ умомъ на длинномъ уже пройденномъ пути къ прогрессу.

Въ Китаѣ, этой колыбели современной цивилизации, мы находимъ также и первые слѣды коксоваго производства (см. Stahl und Eisen, 1912 г., стр. 1044).

На западѣ мысль замѣны древеснаго угля коксомъ при производствѣ чугуна и другихъ металловъ возникла впервые въ Англии (см. Instructions sur l'usage de la houille—сочиненіе, появившееся въ 1775 году, г. Венел'я, доктора медицины въ Montpellier, и опубликованное по распоряженію Соединенныхъ Штатовъ провинціи Languedoc).

Такимъ образомъ, на основаніи патента, выданнаго въ 1651 году Jeremias'у Bick'у на способъ обработки минераловъ при помощи каменнаго угля безъ предварительнаго коксованія, можно предположить, что уже въ то время производство кокса для металлургическихъ цѣлей было извѣстно.

Распространеніе новаго продукта дистилляціи каменнаго угля было весьма медленно, такъ какъ приходилось устранить сперва рядъ предубѣждений. Первымъ авторомъ, упоминавшимъ о примѣненіи кокса для металлургическихъ работъ, былъ Swedenborg, въ его сочиненіи: Regnum subterraneum, появившемся въ 1734 году.

Во Франціи лишь въ 1770 году были опубликованы два различныхъ способа приготовленія кокса и примѣненія его къ плавкѣ минераловъ: одинъ въ сочиненіи de Genssane—„Traité de la fonte des mines par le feu du charbon de terre“ и другой въ „Procédés pour employer le charbon de terre dans la fonte des métaux“ par Gabriel Jars.

Чтобы имѣть точное представленіе о производствѣ кокса въ то время, интересно дать здѣсь краткое описаніе обоихъ методовъ, какъ они изложены самими авторами.

### Методъ Jags (дистилляція угля въ кучахъ).

Вначалѣ этотъ способъ дистилляціи назывался „обезсѣриваніемъ“ угля на основаніи общераспространеннаго въ то время мнѣнія, что угольный дымъ состоитъ изъ сѣрнистаго газа. Для наиболѣе выгоднаго коксованія признавалось необходимымъ измелчать уголь до величины кусковъ въ три или четыре кубическихъ дюйма, чтобы огонь легче могъ проникать внутрь массы угля.

На предварительно выравненной горизонтальной площадкѣ тщательно складываютъ уголь кусками и образуютъ изъ нихъ кучу, по формѣ схожую съ кучей для выжиганія древеснаго угля.

Venel добавляетъ, что онъ видѣлъ кучи на фермѣ Grasvenant на возвышенности Rive de Gier.

Эти кучи значительно разнились отъ кучъ, которыя складывались въ то время для выжиганія древеснаго угля, тѣмъ, что послѣднія представляли изъ себя довольно удлиненные и высокіе конусы, между тѣмъ какъ каменноугольныя кучи были низкими усѣченными конусами, высотой не болѣе 15—16 дюймовъ. Рабочій, ведущій углеженіе, увѣрялъ, что огонь не могъ бы проникнуть до основанія кучи, если бы слой былъ болѣе толстымъ.

Верхъ кучи былъ болѣе или менѣе плоскій, приплюснутый.

Каждая куча содержитъ около 50—60 квинталовъ (150 до 180 пудовъ) угля, каковое количество не слѣдуетъ превышать, такъ какъ Jags нашелъ путемъ различныхъ опытовъ, что при болѣе толщинѣ кучи въ концѣ операціи оставалось много угля, до котораго огонь не успѣлъ дойти.

То же самое наблюдалось при небрежной укладкѣ угля или при различной величинѣ кусковъ его.

Хорошо уложенная куча должна имѣть въ діаметрѣ 10, 12 и до 15 футовъ и отъ 2 до 2½ футовъ высоты въ серединѣ.

Вверху кучи оставляется отверстіе, глубиною около 6—8 дюймовъ, предназначенное для закладки огня помощью нѣсколькихъ зажженныхъ кусковъ угля по окончаніи укладки кучи. Послѣ этого отверстіе прикрываютъ различными способами:

Лучше и скорѣе всего прикрытіе производится соломой и растительной полусухой землей. Соломой покрываютъ всю поверхность кучи, причемъ солома должна быть уложена достаточно плотно, чтобы земля, покрывающая ее слоемъ толщиной въ одинъ дюймъ, не могла попасть въ уголь, чѣмъ сильно ослабилось бы дѣйствіе огня.

При неимѣнні соломы ее можно замѣнить сухими листьями: Jags пробовалъ также покрывать уголь кусками дерна, но результаты были неудовлетворительны.

Другой способъ, практикуемый на рудникахъ Rive de Gier, состоитъ въ покрытіи кучи угольной мелочью до высоты около одного фута; остальная поверхность покрывается коксовой мелочью. При этомъ способѣ нѣтъ надобности оставлять отверстія на поверхности кучи для выхода дыма, такъ какъ промежутки между коксовыми кусочками для этого вполне достаточны.

Когда угольная куча покрыта, рабочій бросаетъ нѣсколько кусковъ зажженного угля въ отверстіе и наполняетъ его затѣмъ до верху сырымъ углемъ.

Какъ только куча начнетъ дымить, онъ закрываетъ верхушку ея и продолжаетъ вести дальнѣйшій процессъ, какъ и для древеснаго угля, слѣдя за тѣмъ, чтобы дымъ не выступалъ въ какомъ либо другомъ мѣстѣ. Операція считается законченной, когда дымъ становится совершенно свѣтымъ или когда его выдѣленіе прекратится. Это длится четыре дня.

Когда выдѣленіе дыма прекратилось, кучу покрываютъ угольной пылью, чтобы затушить огонь. На это идетъ отъ 12 до 15 часовъ.

Затѣмъ коксъ выгребаютъ изъ кучи помощью желѣзныхъ грабель, отдѣляя мелочь, идущую на покрытіе другихъ кучъ.

Когда коксъ достаточно остылъ, его складываютъ въ сухое помѣщеніе, а менѣе спекшіеся куски укладываются въ новую кучу для окончательнаго коксованія.

Трое рабочихъ на достаточно обширной площадкѣ могутъ приготовить въ недѣлю отъ 350 до 400 квинталовъ (1050 до 1250 пудовъ) кокса.

При точномъ учетѣ угля рудниковъ Rive de Gier, скоксованнаго съ 30 января 1769 г. по 10 марта 1770 г., были опредѣлены потери въ 35%; на рудникахъ Alais потери достигли 50%.



Марочный вѣсъ кокса—квинталь—сданный въ Sain-Bel изъ Rive de Gier, обходился въ 2 ливра и 4 су (т. е. около 18 к. за пудъ), считая всѣ расходы, а именно: стоимость угля (около 35—30 су за квинталь, или 12 к. за пудъ), рабочую силу, доставку и накладные расходы.

### Методъ de Genssane'a (дистилляція угля въ закрытыхъ сосудахъ).

Этотъ методъ, какъ сообщаетъ Venel, былъ найденъ „по ошибкѣ“, а именно вслѣдствіе распространившихся слуховъ о тщетныхъ попыткахъ во Франціи и другихъ странахъ коксовать уголь въ кучахъ на подобіе дерева. Между тѣмъ этотъ способъ обжига въ кучахъ, вѣроятно, уже давно примѣнялся въ Англіи.

По наблюденіямъ Genssane'a коксъ, полученный въ большихъ дистилляціонныхъ печахъ завода принца Нассау-Саарбрюкенскаго, теряетъ во время коксованія лишь  $\frac{1}{8}$  часть своего вѣса, т. е. 12,5%.

Venel особенно выдвигаетъ эту крайне небольшую потерю въ отношеніи къ способу коксованія въ кучахъ и указываетъ на свойство полученнаго такимъ способомъ кокса горѣть безъ дыма, какъ древесный уголь.

Venel кромѣ того утверждаетъ, что произведенные имъ опыты дистилляціи въ маломъ масштабѣ дали такіе же результаты, и что полученный такимъ образомъ коксъ обладаетъ свойствомъ горѣть безъ пламени, не размягчаясь въ огнѣ.

Аппаратъ для дистилляціи былъ устроенъ такимъ образомъ, что допускалъ удаленіе продуктовъ дистилляціи снизу. Густое и тяжелое масло, наиболѣе обильно получающійся продуктъ, а также болѣе легкія, но менѣе обильныя, масла вытекаютъ и помѣщаются въ пріемники, откуда расходуются на разныя цѣли, что даетъ значительную экономію въ работѣ. Въ то же время самыя легкія масла и летучія водныя щелочныя соли выпускаются на воздухъ черезъ особую отдушину въ трубѣ, по которой менѣе летучія соединенія отводятся въ пріемникъ.

Аппаратъ для дистилляціи можетъ быть построенъ изъ желѣза или чугуна, при достаточной толщинѣ его.

Печи для дистилляціи каменнаго угля въ большихъ количествахъ были построены при заводѣ

въ Theux, въ маркграфствѣ Franchimont, между Льежемъ и Спа. Аппаратъ для дистилляціи состоялъ изъ двухъ большихъ чугунныхъ чашъ, соединенныхъ краями и хорошо замазанныхъ по швамъ. Обогрѣвались онѣ каменнымъ углемъ. Подрядчикъ этого завода, д-ръ de Limbourg, увѣрялъ, что такимъ образомъ построенныя реторты служили очень долго.

Методъ de Genssane'a можетъ быть названъ первымъ способомъ дистилляціи каменнаго угля въ закрытомъ сосудѣ съ цѣлью полученія металлургическаго кокса. Это первая печь съ улавливаніемъ побочныхъ продуктовъ, хотя еще не всѣ эти продукты утилизируются.

Къ сожалѣнію, этотъ аппаратъ, основанный на „ошибкѣ“, какъ говоритъ Венель, впоследствии былъ совершенно заброшенъ, и лишь около пятидесяти лѣтъ тому назадъ мы снова видимъ появленіе коксовыхъ печей съ рекуперацией.

Старый способъ, описанный Jars'омъ, примѣняется еще до сихъ поръ, но въ нѣсколько болѣе усовершенствованной формѣ, въ тѣхъ странахъ, куда прогрессъ могъ проникнуть лишь медленно и постепенно.

Такъ, напр., на рудникахъ Перу усовершенствованіе въ описанномъ способѣ состоитъ лишь въ томъ, что кучи могутъ коксовать единовременно большее количество угля<sup>1)</sup>. Это достигается благодаря каменной дымовой трубѣ, установленной въ серединѣ кучи; труба имѣетъ наружный діаметръ въ 1,8 м., внутренній въ 1,2 м. и высоту въ 1,8 метра. Труба удлиняется конусной верхушкой изъ глины, уменьшающей діаметръ до 60 см. Въ разныхъ мѣстахъ ея окружности и на различной высотѣ въ ней оставлены отверстія, служащія выходомъ каналовъ, проведенныхъ въ кучѣ угля для тяги. Уголь складывается вокругъ трубы на высоту, соответствующую высотѣ послѣдней, и поверхность кучи покрывается глиной или дерномъ.

Такимъ образомъ коксуется сразу 24 тонны угля, которыя, послѣ 10 дней обжига, даютъ 12 тонн. кокса.

• Коксъ имѣетъ красивый видъ и получается въ кускахъ отъ 300 до 450 кв. мм. Однако содержаніе золы въ коксѣ очень велико.

<sup>1)</sup> См. Transactions of the American Institute of Mining Engineers, томъ V, стр. 470.

На рудникахъ сѣвернаго Китая <sup>2)</sup> примѣняютъ печи похожія на ульевыя печи, о которыхъ скажемъ ниже, съ тою лишь разницею, что печь открыта въ верхней части и что продукты дистилляціи удаляются въ нижней ея части. Эти печи имѣютъ 4 м. діаметра и около 3,5 м. высоты, Коксуемый уголь промывается вручную; 22,5 тон. этого угля даютъ 10 тоннъ хорошаго кокса съ содержаніемъ золы около 15% при продолжительности коксованія въ 15 дней.

За этими отчасти сложенными изъ камня кучами слѣдуютъ прямоугольныя печи или шаумбургскія стойла, открытыя въ верхней части и примѣняемая до послѣдняго времени въ Силезіи и въ единичныхъ случаяхъ также въ Россіи.

Даже въ западныхъ европейскихъ странахъ съ современнымъ состояніемъ техники насъ поражаетъ присутствіе и донныя работающихъ установокъ, въ которыхъ методы коксоваго производства почти столь же примитивны, какъ и способы, только что описанные и употреблявшіеся сто пятьдесятъ лѣтъ тому назадъ. Ульевыя печи, старыя „хлѣбопекарныя“ печи, англійская печь съ овальнымъ подомъ, французская печь съ круглымъ подомъ, печь Eaton съ полукруглымъ или трапециoidalнымъ подомъ, прямоугольная печь Opelsoп'a съ приспособленіемъ для выгрузки кокса, всѣ онѣ представляютъ лишь примитивныя приборы коксованія съ болѣе или менѣе огнеупорной оболочкой, позволяющей уменьшить потери тепла черезъ лучеиспусканіе.

Дистилляція во всѣхъ этихъ печахъ производится за счетъ извѣстнаго количества угля, сожженного непосредственно для полученія температуры, необходимой для процесса коксованія.

Производительность такихъ приборовъ можетъ быть такимъ образомъ лишь весьма посредственной.

Такъ напр., уголь изъ Коннелъсвилля въ Америкѣ съ содержаніемъ 59,62% углерода даетъ всего 54,25% кокса. Уголь съ 68,5% углерода иногда даетъ коксъ съ содержаніемъ только 50,35% С.

Поэтому трудно объяснить себѣ столь долгое существованіе такихъ неэкономичныхъ аппаратовъ. Приведемъ здѣсь нѣкоторыя цифровыя данныя, касающіяся даннаго вопроса.

<sup>2)</sup> См. Transactions of the American Institute of Mining Engineers, томъ XXXVI. 1906 г. стр. 661.

Въ Америкѣ въ 1910 году изъ полученныхъ 35 милліоновъ тоннъ кокса лишь 22% было выжжено въ печахъ съ улавливаніемъ побочныхъ продуктовъ, все же остальное количество было добыто въ ульевыхъ печахъ. Богатое Общество „United States Steel Corporation“ получило 16 мил. тон. кокса, изъ которыхъ 11 мил. было выжжено въ ульевыхъ печахъ. Въ Англии это отношеніе почти такое же.

Въ 1911 году было 143.000 ульевыхъ печей и лишь 6524 коксовыя печи съ рекуперацией. Первыя дали 5.577.000 тоннъ кокса, вторыя — 8.220.240 тоннъ.

Учитывая такое положеніе и столь медленное распространеніе новыхъ методовъ, можно было бы предположить, что эти методы не дали ощутительныхъ улучшеній. Однако, если прослѣдить развитіе коксовой промышленности, и пройденный ею путь, то станетъ яснымъ, что прогрессъ шелъ чрезвычайно быстро. Отсталость нѣкоторыхъ промышленниковъ объясняется извѣстной инертностью и тѣмъ, что нѣкоторыя лица были весьма тяжелы на подъемъ, такъ какъ имъ современное состояніе техники коксоваго производства казалось неяснымъ и окруженнымъ таинственностью, что возбуждало ихъ недовѣріе. Въ Германіи, родинѣ строителей коксовыхъ печей, уже въ 1909 году 80% производства всего кокса было получено въ печахъ съ рекуперацией побочныхъ продуктовъ и въ настоящее время печи безъ улавливанія побочныхъ продуктовъ коксованія тамъ примѣняются такъ мало, что являются уже рѣдкостью.

#### *Нынѣшнія коксовыя печи.*

Первымъ шагомъ впередъ въ коксовомъ производствѣ надо считать дистилляцію въ закрытомъ сосудѣ, безъ доступа воздуха въ печь.—Это дало возможность, какъ уже отмѣтили Venel и de Gensane, достигнуть увеличенія выхода кокса. Кромѣ того, произведены были попытки съ углями, отличными отъ тѣхъ, которые казались единственно пригодными къ производству кокса, и содержащими отъ 20 до 22% летучихъ веществъ.

Наконецъ, главнымъ образомъ озабочивались усиленіемъ производительности дистиллирующаго аппарата при помощи увеличенія поверхности нагрѣва. Такимъ образомъ, ульевая печь должна была быть вскорѣ оставлена вслѣдствіе невозможно-

сти приспособить ее ни къ усиленному и регулярному нагрѣву, ни къ большой производительности.

Вскорѣ была введена призматическая плоская форма, дающая максимальную поверхность нагрѣва для даннаго объема, и печи быстро приняли нынѣшней свой видъ: горизонтальной и узкой печи. Эти печи получили специальное названіе бельгійскихъ. Число изобрѣтенныхъ системъ печей весьма велико, и мы ограничимся лишь напомнимъ нѣкоторыхъ изъ нихъ: Smet, Lambert, Fromont, Francois-Resroth, Collin, Coppée и т. д.

Однако коксовая печь получила свое полное развитіе лишь послѣ введенія рекуперации побочныхъ продуктовъ, заимствованной у газовыхъ заводовъ. Такимъ образомъ, появились печи Carvès, однѣ изъ первыхъ наряду съ печью Кнаба, печи Hüssener'a, Брунка, Коллена, Сметъ-Сольве, Отто-Гофмана, Фестнеръ-Гофмана, Люрмана, Кваглио, Grand и друг.

Перечисленіе патентовъ, выданныхъ понынь, на коксовые печи съ рекуперацией побочныхъ продуктовъ дало бы безконечный списокъ. Во всѣхъ этихъ печахъ размѣры быстро были доведены до высшихъ предѣловъ.

Ширина варьируетъ отъ 40 до 60 см. въ зависимости отъ свойствъ коксуемыхъ углей.

Длина, зависящая исключительно отъ сопротивленія кокса выталкиванію его изъ печи и отъ опасности разрушенія печи вслѣдствіе раздавливанія коксовой массы, была вначалѣ равна 5—6 м., а затѣмъ доведена до 12 м. Высота, также зависящая отъ равномерности состава и достаточнаго сопротивленія кокса, вскорѣ достигла 2 м., 2,5 м. и даже 3,5 м. въ нѣкоторыхъ американскихъ печахъ.

Первыя печи коксовали нагрузку въ 1.000—1.500 klg. въ 48 часовъ. Большія современныя печи могутъ вмѣстить отъ 12 до 15 тоннъ и понижаютъ продолжительность процесса коксованія до 20—18 и даже 16 часовъ.

Однако, рекуперация побочныхъ продуктовъ введена лишь сравнительно недавно, такъ какъ долго полагали, что удаленіе побочныхъ продуктовъ могло быть примѣнено лишь къ коксу тѣхъ же качествъ, какъ и коксъ, полученный въ газовыхъ ретортахъ, и совершенно невозможно для металлургическаго кокса. Первыя печи были построены въ Bessèges.

Для оцѣнки преимуществъ современныхъ печей съ рекуперацией побочныхъ продуктовъ передъ ульевыми печами ниже приведена таблица Meissner'a, взятая изъ его статьи въ Scientific American 8 ноября 1913 года и относящаяся къ печамъ округа Posaconta въ Соед. Шт. Сѣв. Амер.

	Ульевыя печи	Рекуперацион. печи
Число печей . . . . .	6.154	560
Продолжительность кокованія . . . . .	72 часа	17½ часовъ
Выходъ кокса . . . . .	60%	82%
Количество скокован- наго угля . . . . .	4.800.000 тоннъ	3.512.000 тоннъ

Отсюда видимъ, что увеличеніе выхода кокса для одного и того же угля составляло въ среднемъ 22%.

Печь съ рекуперацией побочныхъ продуктовъ кокованія между тѣмъ сама также подверглась значительному усовершенствованію введеніемъ регенерации теплоты, которая уже задолго передъ тѣмъ примѣнялась въ металлургии.

Первая регенеративная печь была построена въ Германіи дромъ Отто и Гофманомъ въ 1882 году. Она главнымъ образомъ должна была облегчить дистилляцію каменныхъ углей съ малымъ содержаніемъ летучихъ веществъ, которые не удавалось коковать въ обыкновенныхъ печахъ съ утилизаціей побочныхъ продуктовъ, существовавшихъ въ то время и обладавшихъ малой производительностью. Послѣдняя, дѣйствительно, вслѣдствіе незначительнаго количества одновременно коксуемаго угля, имѣли слишкомъ большой коэффициентъ лучеиспусканія и не обладали достаточнымъ для дистилляціи количествомъ газа; значительная часть теплоты этого газа уходила единственно на компенсацію жара, теряющагося черезъ лучеиспусканіе.

Однако, регенерация теплоты, примѣненная къ кокованію печамъ, получила реальный успѣхъ лишь спустя пятнадцать лѣтъ приблизительно, когда моторы внутренняго сгорания достигли значительнаго распространенія и вызвали тѣмъ примѣненіе газа кокованія печей. Вскорѣ возникли другія отрасли примѣненія газа кокованія печей: освѣщеніе городовъ и отопленіе металлургическихъ печей.

Въ особенности освѣщеніе городовъ открыло въ послѣднее время широкой сбытъ газу кокованія

печей, и можно сказать, что не далеко то время, когда всѣ современные газовые заводы перейдутъ исключительно на коксовые печи, какъ аппараты для получения газа. Вслѣдствіе этого газовые заводы постепенно закроются сами собою въ виду того, что газъ будетъ доставляться въ городъ прямо отъ коксовых печей, расположенныхъ вблизи рудниковъ, и по болѣе дешевой цѣнѣ, чѣмъ газъ специальныхъ заводовъ въ городахъ.

Ниже приведенныя цифровыя данныя даютъ поразительные факты постоянного возрастанія потребления газа коксовых печей для этой цѣли.

Первые опыты были произведены въ Германіи въ 1905 году на рудникахъ Hugo-Stinnes, подающихъ газъ отъ коксовых печей для освѣщенія города Эссена. Эти опыты сразу показали, что для городовъ получается на столько большая выгода при пользованіи свѣтильнымъ газомъ, получаемымъ непосредственно отъ коксовых печей, что въ настоящее время большинство городовъ и значительныхъ общинъ рейнско-вестфальскаго района большую часть газа для освѣщенія получаютъ отъ рудниковъ, расположенныхъ поблизости отъ нихъ.

Въ 1911 году одни лишь вестфальскіе рудники отпускали 84.397.403 куб. метр. газа, а всѣ имѣющіяся въ Германіи коксовые печи распредѣляли уже 122.554.355 куб. метровъ газа.

Во Франціи города Firminy и Chambon-Feugeolle, въ департаментѣ Луары, потребляютъ, начиная съ 1912 г., около 1 милліона куб. метр. газа коксовых печей Roche-la-Molière, расположенныхъ въ разстояніи 7 километровъ.

Въ Бельгіи, каменноугольные рудники Brau отпускаютъ ежедневно 40.000 куб. метр. излишка газа ихъ коксовых печей городу Монсу, на разстояніи 20 километровъ.

Коксовые печи, построенныя Обществомъ завода Clabecq въ Vilvord'ѣ, даютъ ежедневно 30.000 куб. метр. газа мѣстечку Saint Josse-ten-Noode (Bruxelles).

Примѣненіе газа коксовых печей для металлургическихъ цѣлей не сдѣлало такихъ быстрыхъ успѣховъ, но достигнутые имъ до сихъ поръ результаты настолько благоприятны, что несомнѣнно близко то время, когда весь газъ коксовых печей пойдетъ прямо въ различныя металлургическія печи.

Въ 1909 году въ собраніи германскихъ металлурговъ инженеръ завода Hubertushütte Petersen

сообщилъ дѣйствительно экономичные результаты использования газа коксовых печей для нагрѣванія мартеновской двадцати-пяти тонной печи, причемъ газъ состоялъ изъ смѣси доменнаго и коксоваго газовъ (70<sup>0</sup>/<sub>0</sub> газа кокс. печей и 30<sup>0</sup>/<sub>0</sub> доменнаго газа).

При такой комбинаціи не только была констатирована значительная экономія въ топливѣ, рабочей силѣ и расходахъ по содержанію и текущему ремонту газогенераторовъ, но въ то же время наблюдалось, вопреки первоначальныхъ предположеній, довольно сильное уменьшеніе расходовъ по содержанію и эксплуатаціи коксовых печей.

Печи выдерживали, благодаря новому методу отопления, отъ 550 до 600 нагрузокъ, а регенераторы - отъ 1050 до 1100 операций, въ то время какъ прежде тѣже самыя печи выдерживали меньшее число нагрузокъ. На качество полученнаго продукта составъ новаго газа, въ особенности вслѣдствіе значительнаго содержанія въ немъ водорода, не имѣлъ никакого вліянія.

Такіе благоприятные результаты, полученные съ перваго же опыта въ этомъ направленіи, побудили и другихъ металлурговъ приступить къ подобнымъ же опытамъ.

Въ 1909 году заводъ Кокерилиа въ Seraing началъ такіе опыты съ двумя мартеновскими печами съ основнымъ подомъ и производительностью отъ 4 до 7 тоннъ. Для нагрѣва этихъ печей употреблялись только газы коксовых печей и результаты были положительно въ пользу примѣненія новаго газа (см. докладъ E. Trasenster въ Revue universelle des mines, ноябрь 1910 г.).

Около того же времени тѣже опыты были произведены въ Мюльгеймѣ съ двѣнадцати-тонной мартеновской печью на заводѣ Deutsch-Luxemburgisches Bergwerk—und Hütten—Aktiengesellschaft.

Въ 1912 году Общество Cockerill построило 2 печи по 40 тоннъ, специально приспособленныя для нагрѣванія газами коксовых печей. Въ Мюльгеймѣ также были построены двѣ такія новыя печи. Опыты, произведенныя на этихъ двухъ заводахъ, дали вполне удовлетворительные результаты. Проф. Оскаръ Зиммерсбахъ въ своей статьѣ о примѣненіи газа коксовых печей къ мартеновскому производству (Stahl und Eisen, 13 февраля 1913 года) приводитъ благоприятные результаты, полученные на заводѣ Friedrich Wilhelmshütte Mühlheim), а именно:

увеличение производительности той же печи достигло 15%. Авторъ цитируетъ также результаты, достигнутые въ такихъ же печахъ въ Америкѣ.

Одна печь въ 40 тоннъ и другая въ 85 тоннъ, при нагрѣвѣ исключительно газомъ коксовыхъ печей, увеличили производительность также на 15%. Для этихъ печей считаютъ 300 куб. мет. газа съ теплопроизводительной способностью 4000 калорій на одну тонну полученной стали.

Нагрѣваніе мартеновскихъ печей газомъ коксовыхъ печей дало настолько выдающіеся результаты, что Общество Cockerill не ограничилось лишь этимъ способомъ утилизаціи газовъ коксовыхъ печей. Согласно докладу E. Houbaer'a, инженера завода Кокериль, прочитаннаго имъ на сѣздѣ Iron and Steel Institute въ Бельгій, состоявшагося въ августѣ и сентябрѣ 1913 года, коксовые печи О-ва Кокериль даютъ въ часъ около 3.740 куб. метр. газа, остающагося въ распоряженіи для металлургическихъ цѣлей.

Этотъ газъ расходуется слѣдующимъ образомъ:

Количество газа, расходовааннаго въ часъ	
1 печь въ 9 тоннъ . . . . .	520 куб. метр.
1 " " 12—13 тоннъ . . . . .	600 "
2 топки . . . . .	90 "
2 сварочныя печи . . . . .	450 "
2 газов. мотора по 500 пар. лош. . . . .	750 "
1 " " 1000 " " . . . . .	750 "
2 мотора для экстрактора по 50 пар. лош. . . . .	100 "
1 воздушный компрессоръ въ 600 пар. лош. . . . .	440 "
Итого . . . . . 3.700 куб. метр.	

Газометръ, емкостью въ 50.000 куб. метр., служащій для регулированія производства, дополняетъ эту установку.

Отсюда усматриваемъ, что газъ коксовыхъ печей окончательно доказалъ свои превосходныя качества не только въ примѣненіи къ мартеновскимъ печамъ, но равнымъ образомъ и для нагрѣванія всѣхъ другихъ печей, служащихъ для металлургическихъ цѣлей.

Нѣтъ основанія сомнѣваться въ томъ, что крайне благоприятныя практическіе результаты, полученные отъ употребленія газокксовыхъ печей для самыхъ разнообразныхъ цѣлей металлургической промышленности, побудятъ всѣхъ металлурговъ къ луч-

шему использованию этой энергіи, имѣющейся въ нихъ распоряженіи почти даромъ, а слѣдовательно и къ достиженію новаго весьма важнаго источника дополнительныхъ прибылей. Такія прибыли еще значительно увеличатся, если использовать для этой цѣли полностью все количество полученныхъ отъ дистилляціи каменнаго угля газовъ и если пользоваться для этого печами, идущими на бѣдномъ газѣ (см. Revue de la métallurgie, т. X, № 4, апрѣль 1913 г.).

### Усовершенствованія въ печахъ съ улавливаніемъ побочныхъ продуктовъ.

#### а) Усовершенствованіе механической части.

Всѣ улучшения, реализованныя въ рекуперационныхъ печахъ, до сихъ поръ преслѣдовали лишь одну главную цѣль: уменьшеніе стоимости самого производства кокса. Печи получили большіе размеры; нагрузка производится помощью механическихъ вагонетокъ; трудная для человѣка ручная работа разравниванія угля въ печи замѣнена механической. Тушеніе кокса, грохоченіе и погрузка въ вагоны могутъ быть произведены однимъ рабочимъ для свыше 15 тоннъ кокса въ часъ при помощи большихъ специально приспособленныхъ аппаратовъ.

Въ Америкѣ, гдѣ вся промышленность до крайности перешла на механическую силу, производство данного количества кокса доведено до послѣдняго предѣла въ смыслѣ уменьшенія продолжительности коксованія и числа рабочихъ рукъ.

Messner утверждаетъ, что система самой печи не имѣетъ никакого значенія съ точки зрѣнія полученія кокса. Такъ, пять или шесть различныхъ системъ печей съ рекуперацией дали всѣ очень хорошіе коксы.

#### б) Усовершенствованіе матеріаловъ для постройки коксовыхъ печей.

Огнеупорныя матеріалы, изъ которыхъ возводятся боковыя стѣнки печей, имѣютъ первостепенное значеніе, такъ какъ лишь они одни даютъ возможность перегрѣвать огневые каналы, а слѣдовательно, усиливать передачу теплоты.

Опыты въ этомъ направленіи были сдѣланы въ Joliet въ Соединенныхъ Штатахъ Сѣверной Америки (см. Messner) съ цѣлью уменьшитъ продолжитель-

ность процесса коксованія повышеніемъ температуры нагрѣва. Съ этой цѣлью построены были три батареи печей изъ различныхъ огнеупорныхъ матеріаловъ: первая изъ кирпичей, приготовленныхъ изъ почти чистыхъ силикатовъ, добытыхъ въ сыромъ видѣ въ округѣ Barabso въ Висконсинѣ; вторая изъ

огнеупорной глины съ высокимъ содержаніемъ кремнезема (Missouri); третья изъ огнеупорной глины съ большимъ содержаніемъ  $\text{SiO}_2$ , полученной изъ Германіи. Составъ огнеупорныхъ кирпичей этихъ трехъ сортовъ показанъ въ слѣдующей таблицѣ:

С о с т а в ъ	$\text{SiO}_2$	$\text{Fe}_2\text{O}_3$	$\text{Al}_2\text{O}_3$	$\text{CaO}$	$\text{MgO}$	$\text{K}_2\text{O}$
Силикатные кирпичи . . .	94,06	0,87	2,23	2,52	0,15	0,15
Кирпичи изъ амеріканск. огнеупорн. глины . . .	79,29	2,26	16,66	0,49	0,36	0,82
Кирпичи изъ германской огнеупорн. глины . . .	83,15	1,57	13,19	0,37	0,34	1,17

Этотъ опытъ показалъ, что силикатные кирпичи, приготовленные изъ почти чистаго кремнезема, гораздо лучше другихъ противостоятъ дѣйствию жара и механическихъ операций.

Печи этой батареи выпаивались въ 16—17 часовъ, въ то время какъ другія батареи—лишь въ теченіе 24 часовъ.

Полученный коксъ былъ одинаковъ во всѣхъ трехъ батареяхъ. Кромѣ того, этотъ опытъ еще показалъ другой важный фактъ, а именно, что въ первой батарее выходъ побочныхъ продуктовъ былъ замѣтно меньше, за исключеніемъ, однако, смолы, но качество послѣдней было хуже вслѣдствіе большого содержанія въ ней свободнаго углерода и нафталина.

Въ теченіе послѣдняго времени большинство крупныхъ заводовъ огнеупорныхъ издѣлій изучаютъ глубже и болѣе научно производство огнеупорныхъ кирпичей, достигая такимъ образомъ по-

ставки строителямъ печей матеріала, качества котораго вполне опредѣлены въ смыслѣ температуры плавленія, расширенія и сопротивленія сжатію при высокихъ температурахъ. Точные опыты были произведены и опубликованы проф. Gary, директоромъ королевскаго института испытанія матеріаловъ въ Берлинѣ; они касались удѣльнаго вѣса, пористости, плавкости и теплопроводности и обнимали большое число огнеупорныхъ издѣлій (см. Ueber die Prüfung feuerfester Steine nach den Vorschriften der Kaiserlichen Marine, insbesondere auf Raumbeständigkeit in der Hitze, Verein deutscher Ingenieure, Heft 116).

Другіе опыты были произведены недавно проф. G. H. Brown и A. V. Bleiming'омъ. Подобные же опыты сдѣлали профессоръ д-ръ Wüst и инженеръ Gilles въ высшей технической школѣ въ Аахенѣ. Ниже приведена таблица, въ которой собраны результаты, полученные при испытаніи главнѣйшихъ матеріаловъ.

*Калорифическая теплопроводность, удѣльный вѣсъ и пористость различныхъ огнеупорныхъ издѣлій.*

	Удѣльный вѣсъ		Пористость %	Коэффициентъ теплопроводности *)		
	Кажущійся $P_a$	Дѣйстви- тельный $P_n$		при 100°	при 800°	0° до 1000°
Шамоть . . . . .	1,8	2,53	29	0,75	1,07	0,91
Ліасъ . . . . .	1,75	2,88	39	0,72	0,81	0,71
Магнезитъ . . . . .	2,34	3,53	39	4,20	3,20	3,59
Графитъ . . . . .	1,19	1,93	38	0,71	1,17	1,02

\*) Коэфф. теплопроводности=количеству теплоты, проходящей на 1 кв. м. поверхности при разницѣ температуры въ 1° и средней толщинѣ въ 1 метръ.

Таблица показывает, что теплопроводность увеличивается с повышением температуры для всех огнеупорных материалов, исключая магнезит.

Описание современных методов испытания огнеупорных изделий, с точки зрения всех их свойств, интересующих металлургов, было дано С. Сапарис'ом, инженером в Huckingen am Rhein, в заседании общества германских фабрикантов огнеупорных изделий (см. Stahl und Eisen, 14 марта 1914 г.).

Товарищества фабрикантов огнеупорных изделий в свою очередь публикуют произведенные ими опыты в издаваемых ими „записках“ и тем способствуют научному развитию этого производства (см. доклады: О ва American Ceramic и О-ва Verein Deutscher Fabriken feuerfester Produkte и т. д.).

Строители коксовых, а также строители металлургических печей могут таким образом, зная точно качества имеющихся в их распоряжении материалов, употребить их наилучшим способом с точки зрения использования этих качеств. При этом предполагается, конечно, что строитель хорошо знаком с аппаратом, который он возводит, и основательно изучил законы, управляющие различными явлениями.

Разсмотрим прогресс в этом направлении.

### Усовершенствования в научном обосновании проекта аппаратов дистилляции.

Мы уже пользуемся действительно значительными усовершенствованиями во *внешней* части коксовой печи, касающейся ее размеров, аппаратов для загрузки, выгрузки и перевозки; но если коснемся внутренней части самой печи, то, к сожалению, увидим, что строители печей в общем тщательно и ревниво скрывают ее от постороннего любопытства. Здесь имеем тайну, нередко остающуюся таковой не только для лица непосвященного, но весьма часто и для самого строителя.

Коксовая печь, как и большинство металлургических печей, была до сих пор просто эмпирическим аппаратом.

В настоящее время существует более сотни систем различных коксовых печей, которые дают или по крайней мере давали хороший кокс из коксового угля. Это неудивительно, если при-

нять во внимание имеющиеся в распоряжении широкие пределы в отношении продолжительности процесса коксования. Так, обыкновенный коксовый уголь, смотря по тому, был ли он коксован в примитивных кучах или в американских печах, построенных из силикатных кирпичей, коксовался в течение 15 суток, или 16 часов и давал в обоих случаях металлургической кокс одного и того же качества. Единственное затруднение, которое строители стараются устранить в настоящее время, состоит в нагревании всей массы угля достаточно однообразно по всему его объему.

В некоторых печах примитивной конструкции нагревание производилось со стороны пола; в современных печах обогревание производится исключительно через боковые стенки. Так как, следовательно, основные идеи известны уже с давних пор, то изобретение новой коксовой печи состоит только в более или менее удачном изменении жаровых каналов или отвода газов, которые можно было уже найти в одной из раньше построенных печей. После первого опыта и нескольких более или менее трудных, ощупью произведенных попыток строителю обыкновенно удается обогреть свою печь достаточно удовлетворительно с точки зрения производства кокса. При проектировании таких печей, следовательно, не участвует ни одного серьезного научного основания, но действуют скорее ощупью и опытным путем.

Опыты должны производиться во время пуска печей в ход и нередко даже в течение эксплуатационного периода. В таких случаях необходима особая сноровка рабочих для поддержания постоянной температуры. К этой сноровке рабочих приходится прибегать именно благодаря ошибкам в проектировании печей. Приводим такой пример:

Если вследствие взаимного расположения и соединения жаровых каналов распределение воздуха происходит неравномерно, то можно добиться исправления неправильного нагревания печи, впуская, например, большой избыток газа для получения неполного сгорания во всех каналах.

Неполное горение будет иметь последствием сильное удлинение пламени, а следовательно более равномерное распределение теплоты по всему пути

газовъ въ различныхъ каналахъ. Теплопроводность огнеупорныхъ матеріаловъ повліяетъ также на уравненіе температуры на всей площади нагрѣва, въ то время какъ теоретически горѣніе должно бы было наглядно указывать на неправильное и неравномѣрное нагрѣваніе. Въ нѣкоторыхъ печахъ для достиженія достаточно успѣшнаго сжиганія, а слѣдовательно длиннаго пламени, газъ пускается въ печь періодически съ перерывами, а воздухъ поступаетъ непрерывно въ мѣста сжиганія газа.

Между тѣмъ неизвѣстно, одинаково ли экономичны эти печи, которыя всѣ могутъ при помощи нѣкоторыхъ болѣе или менѣе эмпирическихъ приѣмовъ дать хорошій коксъ, и не даютъ ли многія изъ нихъ слишкомъ большой расходъ энергіи и значительныя потери въ побочныхъ продуктахъ.

Допустимъ, на примѣръ, что на основаніи болѣе подробнаго и глубокаго изученія явленій, происходящихъ въ печи, и знанія болѣе точныхъ законовъ ихъ дѣйствія, достигнута экономія въ объемѣ газа, необходимаго для дистилляціи одной тонны угля, соответствующемъ 150.000 калоріямъ, т. е. 30 куб. м. газа по 5000 калорій, и что, съ другой стороны, выходъ сѣрно кислаго аммонія увеличился на 1 килогр. на тонну угля.

Полученная такимъ образомъ дополнительная выгода составила бы тогда 1 fr. 20 сантим. на тонну, считая газъ по 0,03 франка за куб. метръ и сѣрнокислый аммоній по 0,30 фр. за килограммъ.

Такой результатъ намъ кажется возможнымъ, и это мнѣніе можно основать одновременно на теоретическихъ и практическихъ соображеніяхъ.

#### **А). Количество теплоты, необходимое для дистилляціи одной тонны угля.**

Эта теплота распредѣляется слѣдующимъ образомъ (см. *Revue de la Métallurgie*, т. IX № 9, сентябрь 1912):

1) Лишь небольшая часть служить самому процессу дистилляціи.

Эта часть кажется даже отрицательной, какъ предполагаетъ O Rau въ своемъ изслѣдованіи, напечатанномъ въ *Stahl und Eisen* 20 іюля 1910 г. Согласно мнѣнію Rau, выдѣленіе газа изъ коксовыхъ углей представляетъ экзотермическую реакцію, т. е. реакцію съ выдѣленіемъ теплоты. Это мнѣніе основано на опытахъ Hilgenstock'a, показывающихъ

что ходъ нагрѣванія на разныхъ разстояніяхъ отъ стѣнокъ почти одинаковъ въ теченіе критическаго періода максимальнаго выдѣленія газа между 250° и 500°. Авторъ на основаніи личныхъ опытовъ съ коксовымъ углемъ, содержащимъ въ среднемъ 22% летучихъ веществъ, также предполагаетъ, что выдѣленіе газовъ вызываетъ экзотермическую реакцію, по крайней мѣрѣ для указаннаго угля. Установивъ, что количество теплоты, поглощаемое исключительно въ самой печи на дистилляцію одной тонны угля, доходило до 500.000 калорій, и опредѣливъ съ другой стороны количество теплоты, увлеченное коксомъ и газами, равнымъ 460.000 калорій, авторъ такимъ образомъ нашель, что теплота, израсходованная лучеиспусканіемъ, не превышала 40.000 калорій на тонну угля, что очевидно слишкомъ мало въ разсматриваемомъ опытѣ, принимая во вниманіе также и результаты, полученные Euschène'омъ прямыми измѣреніями на газовыхъ заводахъ (см. *Comptes rendus du Congrès international de l'industrie du gaz*, Paris, сентябрь 1900 г.).

2) Часть теплоты увлекается газомъ перегонки и водянымъ паромъ (здѣсь подразумѣвается теплота, необходимая на превращеніе гигроскопической воды въ паръ. Теплота, идущая на превращеніе въ паръ воды, образующейся по химической реакціи, входитъ въ количество ея, поглощаемое самой дистилляціей).

3) Часть уносится коксомъ.

4) Часть теряется внѣшнимъ лучеиспусканіемъ самой печи.

Всѣ эти 4 части вмѣстѣ достигаютъ, а для многихъ печей даже превосходятъ 500.000 калорій на тонну коксуемаго угля.

5) Наконецъ, нѣкоторая часть теплоты уносится сгорѣвшими газами, выходящими изъ регенераторовъ въ дымовую трубу, а также теряется черезъ лучеиспусканіе послѣднихъ.

Во многихъ регенеративныхъ печахъ эта часть превышаетъ 225.000 калорій. Такимъ образомъ, общее количество теплоты, необходимой для дистилляціи одной тонны угля, во многихъ случаяхъ доходитъ до 725.000 калорій для угля съ содержаніемъ 22% летучихъ веществъ и 10% воды.

По всей вѣроятности возможно было бы по помощью особаго способа нагрѣванія и хорошо изученной регенераціи тепла понизитъ общее коли-



чество теплоты, идущей на дистилляцию, до 600.000 калорий, не больше, на тонну коксуемого угля.

Это количество теплоты распредѣлилось бы слѣдующимъ образомъ:

1) 169.000 кал., поглощенныхъ продуктами регонки при 550° (газъ, водяной паръ и смола).

2) 260.000 калорий \*), унесенныхъ выгруженнымъ при средней температурѣ въ 900° коксомъ.

3) 86.000 кал. \*\*), увлеченныхъ газами горѣнія, въ предположеніи, что регенераторъ достаточно усовершенствованъ для пониженія температуры сгорѣвшихъ газовъ до 325° на пути ихъ къ дымовой трубѣ.

4) Потеря теплоты отъ лучеиспусканія. Она не должна превосходить въ общемъ 85.000 калорий на тонну угля при условіи, что печные каналы удачно расположены и регенераторы устроены такъ, чтобы сократить потери отъ лучеиспусканія до минимума.

### Б) Выходъ побочныхъ продуктовъ.

#### 1) Вліяніе равномернаго нагрѣванія стѣнокъ печи.

Многочисленные опыты показали, что при дистилляціи угля при низкой температурѣ (около 300°—400°) получалось много смолы (до 12%), очень мало газа и амміака.

Амміакъ, слѣдовательно, выдѣляется при высокой температурѣ послѣ смолы и бензола. По изслѣдованіямъ Max Mayer'a и V. Altmayer'a, выдѣленіе амміака происходитъ главнымъ образомъ между 700 и 800°.

Для того, чтобы выходъ амміака былъ больше, необходимо, чтобы всѣ части угольной массы нагрѣвались достаточно равномерно во избѣжаніе полученія недожженныхъ частей во время выгрузки печи. Такія недожженные части, сколь бы онѣ ни были незначительными, даютъ уменьшеніе выхода амміака.

Согласно опытамъ Christie, коксованіе угля уже окончено при 570° и выдѣленіе газа почти закон-

\*) См. Revue de Métallurgie, т. X № 3, мартъ 1913 г.

\*\*) См. Revue de Métallurgie, т. X № 4, апрѣль 1913 г.

чено; количество же выдѣливагося амміака, однако, еще весьма незначительно. Слѣдовательно, въ недопалахъ, температура которыхъ во время дистилляціи врядъ ли на много выше 570°, теряется значительная часть амміака, который можно было бы извлечь при надлежащемъ ходѣ дистилляціи.

Равномерное нагрѣваніе стѣнокъ печей поэтому даетъ возможность увеличить выходъ побочныхъ продуктовъ.

#### 2) Вліяніе скорости нагрѣванія.

Произведенные G. Christie въ электрической печи опыты коксованія навѣски угля въ 20—40 гр. показали, что скорость нагрѣванія угля имѣетъ большое вліяніе не только на относительное количество летучаго азота, но также и азота, содержащагося въ амміакѣ. Такъ, на примѣръ, газовый уголь рудника Consolidation, нагрѣтый двумя различными способами до одной и той же конечной температуры въ 865°, далъ слѣдующія количества азота въ % отношеніи ко всему содержанію азота въ углѣ:

Продолжительность нагрѣванія	% N въ коксѣ	NH <sub>3</sub>	летуч. N
80 минутъ . . .	56,92%	18,25%	24,83%
170 часовъ . . .	37,35%	27,45%	35,2%

Такимъ образомъ эти опыты показали, что выходъ NH<sub>3</sub> могъ быть увеличенъ на половину при болѣ медленномъ нагрѣваніи.

Отсюда видно, что слишкомъ быстрое коксованіе вредно отзывается на выходѣ побочныхъ продуктовъ. Это было подтверждено въ американскихъ коксовыхъ печахъ, построенныхъ изъ силикатныхъ кирпичей, о которыхъ мы уже упомянули выше, и которые позволили сократить продолжительность коксованія съ 24 до 16 часовъ.

Поэтому, чтобы не понижать выхода побочныхъ продуктовъ, не слѣдуетъ стремиться къ сокращенію продолжительности процесса единственно повышеніемъ температуры нагрѣванія. Само собою разумѣется, что минимальная продолжительность коксового процесса, которой можно достигъ для данной температуры равномернымъ нагрѣваніемъ стѣнокъ, можетъ лишь благотворно отразиться на количествѣ получаемаго амміака.

### 3) Разложение аммиака при высоких температурах.

Начиная съ 800° разложение образовавшагося аммиака идетъ весьма дѣятельно. Прослѣдивъ процессъ коксованія въ современныхъ печахъ, мы увидимъ, что выжиганіе кокса, подвигаясь отъ стѣнки къ серединѣ печи, образуетъ нѣкоторую зону вродѣ шва, рѣзко ограничивающую уже выжженный коксъ отъ угля съ низкой температурой. Эта зона раздѣла, находящаяся уже въ плотномъ состояніи относительно обжѣга угля, почти непроницаема для газа.

Температура въ это время около 500° и большая часть газа уже выдѣлилась, какъ это доказали опыты Christie. Отсюда слѣдуетъ, что большая часть газа можетъ выдѣляться лишь черезъ внутреннюю часть угольной массы. Это, впрочемъ, подтверждается на практикѣ, гдѣ было доказано, что газъ, полученный изъ вертикальныхъ ретортъ, вродѣ ретортъ Dessau, обладали свойствами съ точки зрѣнія освѣтительной и теплотворной способности по меньшей мѣрѣ равными и даже высшими, чѣмъ газы, получавшіеся раньше въ горизонтальныхъ ретортахъ. По этому вопросу очень интересенъ обмѣнъ мнѣній по поводу доклада Давидсона, въ Бирмингамѣ, относительно дистилляціи угля въ газовыхъ ретортахъ: вертикальныхъ, горизонтальныхъ и непрерывнодѣйствующихъ. (Gaslighting, 5 ноября 1912, Midland Association meeting).

Если, слѣдовательно, газъ въ большей своей части можетъ ускользнуть отъ дѣйствія диссоціаціи подъ влияніемъ высокой температуры печныхъ стѣнокъ, то для аммиака наблюдается не то же самое. Мы, дѣйствительно, видѣли уже раньше, что большая часть аммиака образуется только при температурѣ болѣе высокой, чѣмъ температура самого коксованія.

Этотъ аммиакъ, слѣдовательно, находится вѣ соединительной зоны, со стороны печной стѣнки и, выдѣляясь вдоль послѣдней, легко можетъ быть нагрѣтъ до температуры достаточно высокой для быстрого разложения. Чтобы довести его образование до минимума, необходимо слѣдить за тѣмъ, чтобы газъ не встрѣчалъ на своемъ пути снизу вверхъ перегрѣтыхъ слоевъ.

Это, очевидно, можетъ быть достигнуто помощью надлежащаго нагрѣванія печной стѣнки снизу вверхъ.

Въ регенеративныхъ печахъ чаиболѣе высокая температура получается въ точкѣ соединенія обоихъ горючихъ. Нагрѣваніе печи сверху внизъ должно, слѣдовательно чрезвычайно вредно отражаться на выходѣ аммиака. Точно также и горизонтальное нагрѣваніе, производимое горизонтальными каналами, хотя тоже позволяетъ получить температуру, убывающую снизу вверхъ печной стѣнки, не можетъ быть рекомендовано, такъ какъ почти всегда имѣется перегрѣвъ въ мѣстахъ впуска газа въ каналы, гдѣ горѣніе происходитъ наиболѣе быстро.

Нагрѣваніе снизу вверхъ не противорѣчитъ принципу равномернаго нагрѣванія угольной массы, такъ какъ верхніе слои угля получаютъ нѣкоторую прибыль жара отъ газовъ, поднимающихся изъ нижележащихъ слоевъ.

Съ точки зрѣнія разложения газовъ оставленное въ верхней части печи для разравниванія угольной массы пустое пространство приобретаетъ весьма важное значеніе.

Это пространство иногда бываетъ большого объема и газъ въ общемъ остается въ немъ достаточно долгое время, чтобы температура его приблизилась къ температурѣ огнеупорной стѣнки, вдоль которой онъ проходитъ. Необходимо, слѣдовательно, чтобы это пространство не получало прямого притока теплоты ни со стороны жаровыхъ каналовъ, устроенныхъ слишкомъ высоко, ни вслѣдствіе чрезмѣрно сильнаго накаливанія, вызывающаго въ концѣ процесса нагрѣваніе раскаленнымъ коксомъ свода печи лучеиспусканіемъ. Ниже приводимъ таблицу, показывающую температуры въ различныхъ мѣстахъ печи системы Koppers'a согласно опытамъ, произведеннымъ профессоромъ О. Симмерсбахомъ, въ Бреславлѣ и опубликованнымъ въ Stahl und Eisen 4 июня 1914 г.

Эти температуры были измѣрены помощью шести термоэлектрическихъ пирометровъ, соединенныхъ съ однимъ гальванометромъ при посредствѣ коммутатора. Такое устройство позволило наблюдать одновременно ходъ нагрѣванія во всѣхъ частяхъ печи.

Эта таблица съ поразительной ясностью показываетъ, какое влияніе можетъ имѣть верхняя свободная часть печной камеры на разложение аммиака, а также и на другіе продукты дистилляціи, такъ какъ средней температурѣ въ этой камерѣ, впро-

долженіе процесса коксованія и въ особенности въ теченіе послѣдней трети его, соотвѣтствуетъ весьма дѣятельное разложеніе различныхъ побочныхъ продуктовъ.

Слѣдуетъ еще отмѣтить, что въ данномъ случаѣ нагрѣваніе было далеко неравномѣрнымъ, потому что получалась разница температуры въ 200° при выгрузкѣ кокса между точками въ серединѣ печи и въ сторонѣ выгрузки, т. е. въ разстояніи всего 2,5 метр. между ними.

Такая разница въ температурѣ нагрѣванія неизбежно должна имѣть послѣдствіемъ: или недопаль, когда надо ускорить выгрузку, или очень высокую конечную температуру кокса, поглощающую довольно большое дополнительное количество газа для нагрѣванія. Въ обоихъ случаяхъ будетъ потеря побочныхъ продуктовъ и уменьшеніе количества свободнаго газа.

Далѣе мы найдемъ, при расчетѣ этого способа нагрѣванія, объясненіе неправильности температуръ, найденныхъ профессоромъ Simmersbach.

Процентное содержаніе ціана въ газахъ, который можно разсматривать, какъ продуктъ вторичнаго образованія амміака при высокихъ температурахъ, даетъ указаніе той выгоды, которой можно достигнть единственно рациональнымъ и равномѣрнымъ отъ низа до верха нагрѣваніемъ. Такъ, по даннымъ А. Schorf'a, коксовый уголь изъ Durham'a, дающій 76,44% кокса и содержащій 1,57% азота, при дистилляціи въ печахъ Otto-Hilgenstock'a, далъ слѣдующее распредѣленіе азота въ различныхъ продуктахъ дистилляціи:

Таблица температуръ, опредѣленныхъ въ печи Копперса, размѣрами 10 м. × 0,500 × 2,600 м.

Нагрузка: 8 тоннъ угля, содержащаго 22% летуч. веществъ, 6,32% золы и 12,1% воды.

Время послѣ нагрузки.	Температура въ массѣ кокса			Температура въ печной камерѣ надъ углемъ, вблизи свода		
	Со стороны коксывал- талькивателя	Въ серединѣ печи	Со стороны выгрузки	Со стороны коксывал- талькивателя	Въ се- динѣ печи	Со стороны выгрузки
0	10	10	10	730	750	760
0,5	10	10	10	730	750	730
1,0	10	10	10	720	750	720
1,5	10	10	10	730	760	710
2,0	10	10	10	730	750	700

Время послѣ нагрузки	Температура въ массѣ кокса			Температура въ печной камерѣ надъ углемъ, вблизи свода		
	Со стороны коксывал- кивателя	Въ серединѣ печи	Со стороны выгрузки	Со стороны коксывал- кивателя	Въ се- динѣ печи	Со стороны выгрузки
2,5	100	100	100	730	745	700
3,0	100	100	100	730	740	690
3,5	100	100	100	720	740	690
4,0	100	100	100	720	740	690
4,5	100	100	100	730	750	690
5,0	100	100	100	735	750	690
5,5	100	100	100	735	755	690
6,0	100	100	100	735	755	690
6,5	100	100	100	740	755	695
7,0	100	100	100	740	755	695
7,5	100	100	100	740	755	700
8,0	100	100	100	745	760	700
8,5	100	100	100	750	765	705
9,0	100	100	100	750	770	705
9,5	100	100	100	755	775	710
10,0	100	100	100	755	775	710
10,5	100	100	100	755	775	710
11,0	100	100	100	760	775	715
11,5	100	100	100	765	780	715
12,0	100	100	100	775	785	715
12,5	120	100	100	775	785	715
13,0	130	100	100	775	790	720
13,5	135	115	100	775	790	720
14,0	150	130	100	775	795	730
14,5	200	180	100	775	795	730
15,0	210	190	100	775	795	730
15,5	215	190	120	775	800	730
16,0	260	200	150	790	805	740
16,5	330	210	240	790	805	740
17,0	370	250	270	795	810	745
17,5	420	310	310	800	810	745
18,0	440	330	330	810	820	750
18,5	480	370	380	810	820	750
19,0	520	430	410	815	825	750
19,5	590	440	490	815	825	755
20,0	630	440	590	820	830	760

Время послѣ нагрузки	Температура въ массѣ кокса			Температура въ печной камерѣ надъ углемъ, вблизи свода		
	Со стороны коксова- talkивателя	Въ серединѣ печи	Со стороны выгрузки	Со стороны коксова- talkивателя	Въ серединѣ печи	Со стороны выгрузки
20,5	760	445	640	820	830	760
21,0	810	570	570	820	825	760
21,5	865	680	545	825	830	765
22,0	900	725	560	825	830	765
22,5	930	770	565	830	835	770
23,0	955	800	590	835	840	775
23,5	980	910	560	835	840	780
24,0	995	940	565	840	845	780
24,5	1010	890	665	850	845	785
25,0	1030	870	750	855	850	785
25,5	1045	925	780	860	855	790
26,0	1060	960	810	865	860	795
26,5	1065	965	865	865	860	795
27,0	1070	995	870	865	860	800
27,5	1075	1025	875	865	860	805
28,0	1080	1055	880	865	860	810
28,5	1090	1090	900	870	865	810
29,0	1090	1120	920	870	865	810

въ коксѣ . . . . . 43,31%  
 въ видѣ NH<sub>3</sub> . . . . . 15,16%  
 " " CN . . . . . 1,43%  
 въ смолѣ . . . . . 2,98%  
 свободнаго N и потерь 37,12%

(Быстрая перегонка въ тиглѣ даетъ, наоборотъ, 64,91% азота въ коксѣ).

Какъ видно изъ этихъ цифръ отношеніе разложившагося амміака ко всему его количеству, содержащемуся въ газѣ, составляетъ почти 10%.

Въ ретортахъ газовыхъ заводовъ такое разложение его въ общемъ еще болѣе сильно. Такъ, Drehschmidt и Bunte нашли помощью многочисленныхъ опытовъ на газовыхъ заводахъ, что въ углѣ, дающемъ отъ 58 до 72% кокса, содержалось отъ 8,5 до 25% азота въ амміакѣ перегнаннаго газа (въ среднемъ 14,9%) и отъ 1,6 до 4,4% въ цианѣ (въ среднемъ 2,6%).

Эти данныя достаточно наглядно указываютъ какую дополнительную выгоду можно извлечь изъ коксо-

ваго газа при хорошо изученномъ способѣ нагрѣванія. Соединивъ эти три разсмотрѣнныхъ нами причины, мы вполне убѣждаемся, что нисколько не преувеличили вліянія рациональнаго нагрѣванія вертикальныхъ стѣнокъ печей на увеличеніе выхода побочныхъ продуктовъ, по крайней мѣрѣ на 10% для лучшихъ современныхъ печей.

### Другіе способы увеличенія выхода побочныхъ продуктовъ коксованія.

Много опытовъ уже сдѣлано съ цѣлю преобразования въ амміакъ возможно большей части азота, содержащагося въ углѣ. Такъ, уже въ 1875 г. Кпабъ получилъ англійскій патентъ на способъ, дающій возможность превратить въ амміакъ весь азотъ, содержащійся въ коксовомъ газѣ, прибавленіемъ тщательно смѣшанной съ углемъ извести.

Многіе изслѣдователи производили опыты подмѣшиванія извести, но результаты были очень противорѣчивы \*).

Было доказано (между прочимъ Salm'омъ), что относительное содержаніе азота въ коксѣ не уменьшилось, и что известь оказывала вліяніе лишь на нѣкоторыя составныя части смолы (см. Rau).

Недавно еще произведены были опыты въ Friedrich Wilhelmshütte, Mühlheim a. d. Ruhr, но они скоро были оставлены, такъ коксѣ слишкомъ скоро дѣлался хрупкимъ по истеченіи нѣкотораго времени храненія на открытомъ воздухѣ \*\*).

Точно также опыты надъ впускомъ водяного пара въ печь во время коксованія угля дали нѣкоторый положительный результатъ лишь въ количествѣ полученнаго газа, но не дали увеличенія выхода амміака. Послѣдній могъ быть увеличенъ лишь сжиганіемъ самого кокса при высокой температурѣ, что и было осуществлено въ способѣ Mond'a.

Опыты съ воздухомъ, дѣйствующимъ на раскаленный коксѣ, также не привели къ удовлетворительнымъ промышленнымъ результатамъ \*\*\*).

Итакъ, можно положительно утверждать, что нѣтъ дѣйствительнаго практическаго способа химич-

\*). См. описаніе способа Cooper'a въ J. A. Wanklyn Journal, Soc. Chem. Industry 1883 года, стр. 438, а также опыты E. Schilling'a -Düsseldorf, München 1887.

\*\*). См. Stahl und Eisen, 6 марта 1913 г.

\*\*\*). См. Lunge-Ammoniak, изд. 1912 стр. 144.

ческимъ путемъ увеличить выходъ амміака, полученнаго перегонкой угля въ коксовыхъ печахъ.

Такимъ образомъ единственный путь, которымъ можно достигнуть замѣтнаго увеличенія выхода побочныхъ продуктовъ, состоитъ въ тщательномъ изученіи способа нагрѣванія, какъ мы только что объяснили.

### Изученіе рациональнаго способа нагрѣва стѣнокъ печей.

Для достиженія методическаго обогрѣванія стѣнокъ недостаточно принять извѣстное число вертикальныхъ жаровыхъ каналовъ и распределить въ основаніи ихъ нѣкоторое количество воздуха и газовъ; какъ мы только что видѣли, для этого прежде всего необходимо тщательно слѣдить за слѣдующими двумя условіями:

- 1) Чтобы температура пламени равномерно уменьшалась снизу вверхъ
- и 2) Чтобы эта температура во всѣхъ мѣстахъ одного и того же горизонтальнаго сѣченія была одинаковая.

Эти два условія трудно выполнить въ точности; это бываетъ даже невозможно безъ знанія извѣстныхъ законовъ, безъ примѣненія нѣкоторыхъ принциповъ, служащихъ основаніями для изслѣдованій. Слишкомъ часто строители сбиваются съ дороги вслѣдствіе найденныхъ недостатковъ и пытаются исключительно ослабить ихъ послѣдствія вмѣсто того, чтобы искать причины этихъ недостатковъ.

Понятно, что слѣдуетъ прежде всего стараться найти различныя средства предупрежденія зла, а затѣмъ уже способы его устраненія въ виду его случайности.

Приведемъ два примѣра:

1) Многіе строители печей сперва заботились объ опредѣленіи точныхъ причинъ образованія графита въ газораспределительныхъ каналахъ, и лишь затѣмъ искали способы помѣшать образованію этихъ весьма вредныхъ для правильнаго хода печей отложеній графита.

Почти всѣ они становились втуликъ передъ вопросомъ нахожденія средства противъ этого уже образовавшагося зла, т. е. когда уже газовые каналы были забиты, они только начали отыскивать средства очистить эти каналы, не заботясь о причинахъ, вызвавшихъ ихъ засореніе, чего, можетъ

быть, было бы гораздо легче совершенно избѣгнуть съ самаго начала.

2) Многіе строители также старались найти такой способъ циркуляціи газовъ въ стѣнкахъ печей, который единственно вслѣдствіе особаго расположенія каналовъ могъ бы обезпечить правильное распределеніе воздуха и сжигаемаго газа по всей стѣнкѣ, вмѣсто того, чтобы вначалѣ принять какое бы ни было распределеніе, иногда существенно неправильное, и уже затѣмъ лишь найти болѣе или менѣе удачный способъ для исправленія этого распределенія.

Слѣдовательно, если съ одной стороны не слѣдуетъ пренебрегать изысканіемъ способа предотвращенія возможнаго зла, то съ другой стороны надо прежде всего думать о томъ, какъ бы воспрепятствовать образованію этого зла.

Въ сферѣ коксовыхъ печей предупредительныя мѣры слишкомъ часто упускаютъ изъ виду передъ мѣрами исправительными.

### Правила и законы, которые слѣдуетъ соблюдать при изученіи конструкціи стѣнокъ коксовыхъ печей.

Ниже мы приведемъ нѣкоторые законы, касающіеся коксовыхъ печей въ цѣломъ.

#### а) Горѣніе.

Воздухъ для горѣнія и газъ въ моментъ ихъ смѣшенія при выходѣ изъ каналовъ обладаютъ высокою температурой, доходящей для воздуха до 800—1000° и для газа отъ 200 до 500°; ихъ сродство при этой температурѣ очень велико; по этому горѣніе немедленно становится весьма энергичнымъ. Если газовыя струи, направлены, какъ это замѣчается въ нѣкоторыхъ системахъ печей, такимъ образомъ, что достигается тѣсное смѣшеніе ихъ, то можно было бы получить чрезвычайно высокую температуру при условіи достаточнаго количества кислорода для полнаго сгоранія. Эта температура достигла бы легко 1800° до 2000° для газа съ теплопроизводительной способностью въ 4000 калорій, при избыткѣ воздуха въ 10%, полагая по закону Péclet для топковъ паровыхъ котловъ, что одна четвертая часть теплоты немедленно теряется черезъ лучеиспусканіе, а три четверти идутъ на повышеніе температуры газа, получающагося отъ сгоранія. Ни одинъ огнеупорный матеріалъ изъ примѣняемыхъ нынѣ для постройки коксовыхъ печей не могъ бы противостоятъ такой высокой температурѣ.

Слѣдовательно, въ регенеративныхъ печахъ совершенно невозможно реализовать полное и немедленное горѣніе въ основаніи стѣнокъ, не рискуя испортить печи. Обязательно необходимо, чтобы пламя было удлиненное, т. е. чтобы сгорание было прогрессивное для болѣе продолжительнаго лучеиспусканія и во избѣжаніе, такимъ образомъ, слишкомъ высокой температуры продуктовъ горѣнія.

Если пламя и должно быть достаточно длинно, то вмѣстѣ съ тѣмъ и само сгорание должно быть полное, но смѣсь горючихъ не должна всетаки быть вполне тѣсной сейчасъ же послѣ ихъ встрѣчи.

Это правило, не будучи принято во время во вниманіе, было причиной многихъ разочарованій строителей коксовыхъ печей.

### б) Циркуляція газовъ въ боковыхъ стѣнкахъ.

Въ печахъ съ реверсивнымъ ходомъ, въ которыхъ половина жаровыхъ каналовъ проходитъ то пламенемъ горѣнія, то газами, слѣдуетъ совершенно отбросить, вслѣдствіе несовершенства самого принципа, способъ нагрѣванія, состоящій въ соединеніи въ одну группу большого числа однородныхъ каналовъ, такъ какъ въ такомъ случаѣ неизмѣнно получается или неправильное, или не экономичное горѣніе какъ съ точки зрѣнія расхода газа, такъ и выхода побочныхъ продуктовъ.

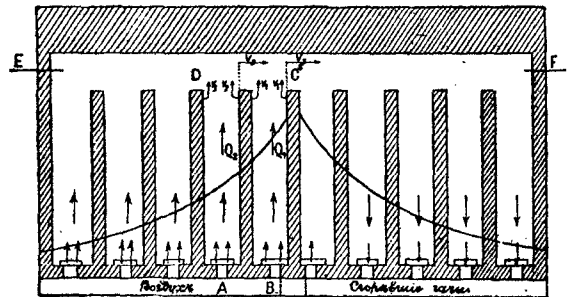
Чтобы получить возможно болѣе правильное нагрѣваніе, въ теченіе обоихъ періодовъ обратнаго хода, необходимо, чтобы зоны нагрѣва были наиболѣе сближены между собою. Это, однако, требуетъ извѣстныхъ предосторожностей, чтобы идущіе внизъ сгорѣвшіе газы не были нагрѣваемы пламенемъ вертикальныхъ каналовъ.

Когда нагрѣваніе производится группами изъ нѣсколькихъ сосѣднихъ каналовъ, распределеніе всасываемаго воздуха, а также и сгорѣвшихъ газовъ, происходитъ неправильно въ различныхъ каналахъ.

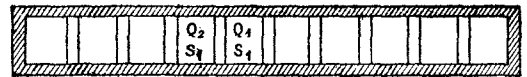
Разсмотримъ наиболѣе общій случай, когда нагрѣваніе происходитъ половиной боковой стѣнки въ теченіе каждаго періода, причемъ пламя поднимается въ одной половинѣ стѣнки, а сгорѣвшіе газы спускаются по другой половинѣ, и постараемся опредѣлить помощью вычисленія распределеніе газа.

### Г) Примѣненіе расчета къ движению газа въ стѣнкахъ печей.

1) Разсмотримъ прежде всего самый простой примѣръ и допустимъ, что сопротивление движению газовъ по пути отъ канала для входящаго воздуха и до канала выхода сгорѣвшихъ газовъ ничтожно. (См. фиг.).



Видъ по Б.Б.



Эта гипотеза, не обнимающая всѣхъ данныхъ, не достаточно точна, чтобы служить основаніемъ для точныхъ вычисленій, но позволяетъ по крайней мѣрѣ вывести нѣкоторую формулу, ясно показывающую недостатки способа нагрѣванія посредствомъ группы большого числа сосѣднихъ каналовъ, пробѣгаемыхъ одновременно однимъ и тѣмъ же обогрѣвающимъ газомъ.

Мы можемъ здѣсь воспользоваться для истечения газовъ закономъ Берноулли, выражающемся формулой:

$$h + \frac{v^2}{2g} - C \text{ (постоянной) } . . (1)$$

гдѣ  $h$  въ литрахъ газа показываетъ статическое давленіе или депрессию въ какой нибудь точкѣ газовой струи;

$v$  — скорость газа въ той же точкѣ въ литрахъ въ секунду

и  $g$  — ускореніе силы тяжести въ метрахъ въ секунду.

Выраженіе  $\frac{v^2}{2g}$  называется динамическим давленіемъ; оно всегда положительное.

Въ коксовыхъ печахъ  $h$  всегда отрицательное.

(Обратное направленіе пламени, наблюдаемое иногда черезъ смотровыя отверстія горизонтальныхъ каналовъ въ верхней части стѣнокъ, происходитъ при  $\frac{v^2}{2g} > h$ ).

Колѣбаніе плотности газа въ каждомъ отдѣльномъ вертикальномъ каналѣ имѣетъ лишь небольшое значеніе, которымъ можно пренебречь на практикѣ, при вычисленіяхъ по формулѣ (1), такъ какъ для всей группы вертикальныхъ каналовъ плотность газа всегда будетъ почти одинакова въ каждой точкѣ одной и той же горизонтальной плоскости.

Разсмотримъ одну какую нибудь газовую струйку, поступающую въ верхнюю часть горизонтального канала: статическое давленіе  $h$  будетъ одно и то же для молекулы газа поднимающейся, какъ и для молекулы, поступающей въ горизонтальный каналъ. Слѣдовательно, горизонтальная скорость  $v_2$  въ какой нибудь точкѣ верхняго горизонтального канала равна вертикальной скорости  $v_c$  для газа, вытекающаго изъ вертикальнаго канала.

Обозначимъ черезъ  $Q$  объемъ газа, проходящаго въ единицу времени черезъ какое нибудь сѣченіе  $s$  горизонтальнаго канала, гдѣ скорость =  $v$  (высота и ширина сѣченія безразличны). Тогда

$$Q = s \cdot v \dots \dots \dots (2).$$

Измѣненіе этого объема при переходѣ въ другое, бесконечно близкое сѣченіе зависитъ исключительно отъ измѣненія скорости  $v$ ; дифференцируя формулу (2), получаемъ:

$$dQ = s \cdot dv.$$

Далѣе, это измѣненіе объема должны быть, очевидно, равнымъ объему газа, вытекающаго изъ соответствующаго сѣченія вертикальнаго канала, при чемъ средняя скорость также равна  $v$ .

Если размѣры этого бесконечно малаго сѣченія обозначимъ черезъ  $a$  (ширина вертикальнаго канала) и  $d_x$ , то получимъ уравненіе:

$$dQ = s \cdot dv = a \cdot v \cdot d_x \quad (x)$$

откуда

$$\frac{s}{a} \frac{dv}{v} = d_x \dots \dots \dots (3).$$

Интегрируя оба члена этого уравненія въ соответствующихъ предѣлахъ ( $v_2$   $v_1$ ) и ( $ob$ ), гдѣ  $b$  второе измѣреніе вертикальнаго канала въ направленіи горизонтальнаго истеченія, получаемъ:

$$\int_{v_2}^{v_1} \frac{s}{a} \cdot \frac{dv}{v} = \int_0^b dx \dots \dots (4).$$

Откуда:  $\frac{s}{a} \lg \text{Nep} \frac{v_1}{v_2} = b$ .

$$\lg \text{Nep} \frac{V_1}{V_2} = \frac{ab}{s} \frac{s_1}{s} \dots \dots \dots (5).$$

( $s_1$  = сѣченію вертикальнаго канала).

Слѣдовательно

$$\frac{V_1}{V_2} = e \frac{s_1}{s} \quad (\text{гдѣ } e = \text{основ. Nep. } \log = 2,7218).$$

Такимъ же образомъ получили бы:

$$\frac{V_2}{V_3} = e \frac{s_1}{s} \text{ и } \frac{V_{n-1}}{V_n} = e \frac{s_1}{s}$$

Умножая между собою эти уравненія, получимъ общее уравненіе.

$$\frac{V_1}{V_n} = e (n-1) \frac{S_1}{S} \dots \dots (6).$$

Эта формула получаетъ видъ:

$$y = \frac{V_1}{e^x}$$

если черезъ  $y$  обозначить скорость газовъ въ различныхъ вертикальныхъ каналахъ и черезъ  $x$  нѣкоторое число, пропорціональное разстоянію до точки, гдѣ скорость наибольшая и равна  $V_1$ .

Эта формула показываетъ, что скорость газа, а слѣдовательно и его объемъ, быстро уменьшается по мѣрѣ удаленія отъ точки максимальной скорости, т. е. въ данномъ случаѣ отъ середины стѣнки. Тоже самое было бы, очевидно, и съ нагрѣваніемъ, если бы можно было въ принципѣ исправить неравномѣрность его помощью какихъ-либо способовъ. Но, какъ это часто случается, весьма трудно въ полной мѣрѣ исправить этотъ недостатокъ принципа какими бы то ни было совершенными средствами, чему яркій примѣръ даетъ опытъ Simmersbach'a.

Тотъ, кто прибѣгаетъ къ извѣстному средству для исправленія ошибки, въ дѣйствительности большею частью не имѣетъ способа достаточнаго контроля, чтобы точно судить о результатахъ, достигнутыхъ этимъ средствомъ.

2) Изслѣдуемъ такимъ же образомъ распредѣленіе газовъ, считаясь на сей разъ съ тѣми сопро-

тивлениями движению ихъ, которыми нельзя пренебречь, а именно, начиная отъ сопротивления въ каналахъ, подводящихъ воздухъ и газъ, вплоть до каналовъ выхода газовъ подъ подомъ печей. Въ этихъ каналахъ, сѣченіе которыхъ довольно велико, сопротивление или разность  $hf - \frac{V^2}{2g}$  — весьма незначительна. Здѣсь  $hf$  — сопротивление тренія и  $\frac{V^2}{2g}$  — динамическое давленіе.

Депрессія можетъ быть разсматриваема, какъ величина постоянная по всей длинѣ каналовъ впуска и выхода газовъ.

Обозначимъ, какъ и въ предыдущемъ случаѣ, скорости въ верхнемъ концѣ возстающихъ каналовъ черезъ  $V_1, V_2, V_3, \dots, V_n$  и черезъ  $Q_1, Q_2, Q_3, \dots$  соответствующіе объемы газовъ въ различныхъ вертикальныхъ каналахъ и опредѣлимъ отношеніе:  $\frac{Q_1}{Q_2}$ .

Средняя скорость газовъ въ первомъ вертикальномъ каналѣ приблизительно равна

$$\frac{V_1 + V_2}{2}$$

$$\text{а объемъ газа } Q_1 = S_1 \frac{V_1 + V_2}{2} \dots (1)$$

$$\text{Точно также } Q_2 = S_2 \frac{V_2 + V_3}{2} \dots (2)$$

Сопротивленіе тренія газовъ въ какомъ либо мѣстѣ можетъ быть выражено формулой:

$$\frac{c l p}{S} \frac{V^2}{2g}$$

гдѣ  $c$  — коэффициентъ.

$l$  — длина канала въ метр.

$p$  — периметръ его въ метр.

$S$  — сѣченіе его въ кв. метр. и

$V$  — скорость въ метр.

Въ данномъ случаѣ, гдѣ всѣ коэффициенты для различныхъ разсматриваемыхъ каналовъ сходны, мы можемъ замѣнить ихъ однимъ множителемъ  $K_1$ , который можно точно опредѣлить по формѣ каналовъ.

Потери въ давленіи, происходящія отъ усадки и внезапнаго расширенія каналовъ также имѣютъ видъ

$$K_1 \frac{V_2^2}{2g}$$

Поэтому мы можемъ соединить всѣ эти потери въ давленіи въ одну формулу:  $K \frac{V^2}{2g}$ , гдѣ  $V$  — обозначаетъ скорость въ какомъ либо мѣстѣ струи газовъ, напр. среднюю скорость въ вертикальномъ каналѣ.

Если, слѣдовательно разсматривать двѣ какія либо струи ADC и ABC (см. фиг.) между однѣми и тѣми же точками A и C, то потери въ давленіи между этими точками должны быть тождественныя въ обѣихъ струяхъ.

Обозначивъ потерю въ давленіи между A и C черезъ  $h$ , мы для струи ABC имѣемъ:

$$h = \frac{K}{2g} \left( \frac{V_1 + V_2}{2} \right)^2 \dots (3)$$

и для струи ADC:

$$h = \frac{k}{2g} \left( \frac{V_2 + V_3}{2} \right)^2 + \frac{V_1^2}{2g} - \frac{V_2^2}{2g} \dots (4)$$

Выраженіе  $\frac{V_1^2}{2g} - \frac{V_2^2}{2g}$  обозначаетъ уменьшеніе давленія при переходѣ отъ скорости  $V_2$  къ скорости  $V_1$  въ верхнемъ горизонтальномъ каналѣ.

Имѣемъ, слѣдовательно:

$$\frac{K}{2g} \left( \frac{V_1 + V_2}{2} \right)^2 = \frac{K}{2g} \left( \frac{V_2 + V_3}{2} \right)^2 + \frac{V_1^2}{2g} - \frac{V_2^2}{2g} \dots (5)$$

Замѣнивъ въ этомъ уравненіи  $\frac{V_1 + V_2}{2}$  и  $\frac{V_2 + V_3}{2}$

ихъ значеніями по формуламъ (1) и (2), получаемъ:

$$\frac{K}{2g} \left( \frac{Q_1}{S_1} \right)^2 = \frac{K}{2g} \left( \frac{Q_2}{S_2} \right)^2 + \frac{V_1^2}{2g} - \frac{V_2^2}{2g} \dots (6)$$

$$\text{Откуда } K \left( \frac{Q_1}{S_1} \right)^2 = K \left( \frac{Q_2}{S_2} \right)^2 + (V_1 + V_2) - (V_1 - V_2) \dots (7)$$

Если обозначимъ черезъ  $S$  сѣченіе верхняго горизонтальнаго канала, то получимъ уравненіе:

$$Q_1 = S(V_1 - V_2) \dots (8)$$

такъ какъ увеличеніе объема  $Q_1$  въ этомъ каналѣ соответствуетъ увеличенію скорости  $(V_1 - V_2)$ .

При замѣнѣ  $(V_1 - V_2)$  и  $(V_1 - v_2)$  ихъ значеніями по формуламъ (1) и (8) формула (7) принимаетъ видъ:

$$K \left( \frac{Q_1}{S_1} \right)^2 = K \left( \frac{Q_2}{S_2} \right)^2 + \frac{2Q_1}{S_1} \cdot \frac{Q_1}{S} \dots (9)$$



Такъ какъ сѣченіе  $S_1$ , почти всегда равно сѣченію  $S_2$ , то имѣемъ въ концѣ концовъ:

$$K \left( \frac{Q_1}{S_1} \right)^2 = K \left( \frac{Q_2}{S_1} \right)^2 + \frac{2Q_1^2}{S_1 S_2}, \text{ откуда}$$

$$Q_1^2 \left( \frac{K}{S_1} - \frac{2}{S} \right) = Q_2^2 \frac{K}{S_1} \text{ или}$$

$$\left( \frac{Q_1}{Q_2} \right)^2 = \frac{KS}{KS - 2S_1} = \frac{1}{1 - \frac{2S_1}{KS}} \dots (10)$$

при  $S_1 = S$  имѣемъ

$$\left( \frac{Q_1}{Q_2} \right)^2 = \frac{1}{1 - \frac{2}{K}} \dots (11)$$

Формула (10) показываетъ, что  $Q_1$  тѣмъ ближе къ  $Q_2$ ,

1) чѣмъ  $S_1$  меньше по отношенію къ  $S$ , т. е. чѣмъ меньше сѣченіе вертикальныхъ каналовъ по отношенію къ сѣченію верхняго горизонтальнаго канала и 2) чѣмъ больше  $K$ , т. е. чѣмъ выше давленія.

Два приведенные выше расчета могутъ служить показателями той выгоды, которую строитель коксовыхъ печей могъ бы извлечь изъ основательнаго примѣненія извѣстныхъ законовъ, давно уже доказавшихъ свою справедливость во всѣхъ другихъ отрасляхъ промышленности. Расчетъ, основанный на точномъ знаніи явленій, происходящихъ въ коксовой печи, дастъ возможность не только обнаружить нѣкоторые недостатки новаго устройства, которые поневолѣ ускользаютъ отъ вниманія и проницательности чисто эмпирическаго изобрѣтателя, но и вести все время изслѣдованія, принципиально указывая путь, по которому слѣдуетъ идти, а также исправить несовершенное изобрѣтеніе или же точно установить въ цифрахъ достигнутые результаты.

Мы надѣемся, что коксовые печи вскорѣ вступятъ на этотъ путь прогресса и что облако таинственности, которымъ большинство строителей любить окутывать этотъ важнѣйшій въ металлургіи аппаратъ, разсѣется вполнѣ, чтобы открыть взору металлурговъ всѣ хорошія качества и всѣ недостатки каждой изъ системъ печей.

**Нѣкоторые общіе законы, полезные при предварительномъ проектированіи коксовыхъ печей.**

Мы выше уже рассмотрѣли нѣкоторые законы, касающіеся истеченія газовъ:

1) *Законъ Bernouilli*

Когда сопротивленіемъ тренію при истеченія газовъ можно пренебречь, то имѣемъ формулу:

$$h + \frac{V^2}{2g} = \text{постоянной величины по всему}$$

пути струи газа . . . . . I

$h$  — статическому давленію или депрессіи.

$V$  — скорость газа въ разсматриваемой точкѣ.

Этотъ законъ показываетъ, что увеличенію скорости теченія газовъ въ любой точкѣ соответствуетъ уменьшеніе давленія или увеличеніе депрессіи въ той же точкѣ.

II) *Общій законъ потери давленія въ каналѣ любого сѣченія:*

$$h = c \frac{lp}{S} \times \frac{V^2}{2g} \dots \dots \dots \text{ II}$$

$l$  — потеря въ давленіи въ м. газа, въ зависимости отъ значенія коэффициента  $c$ .

$c$  — коэффициентъ, величина котораго зависитъ отъ формы сѣченія и скорости истеченія газовъ.

Этотъ коэффициентъ былъ опредѣленъ различными изслѣдователями для каналовъ различныхъ формы и сѣченія. Однако, несмотря на большое число уже извѣстныхъ результатовъ, строители коксовыхъ печей будутъ принуждены во многихъ случаяхъ сами опредѣлять этотъ коэффициентъ или довольствоваться приблизительнымъ множителемъ.

Непосредственное, впрочемъ, опредѣленіе этого коэффициента на существующихъ установкахъ не представляетъ большихъ затрудненій, если пользоваться для опредѣленія скорости газовъ въ каждомъ каналѣ методомъ, схожимъ съ тѣмъ, который нами былъ изложенъ при опредѣленіи объема газа, поступающаго въ печи (см. *Revue de métallurgie* № 1, январь 1914 г.).

$l$  — длина разсматриваемаго канала.

$S$  — площадь сѣченія въ кв. метр.

$p$  — периметръ его въ метр.

$V$  — скорость газовъ въ метр. въ секунду.

$g$  — ускореніе тяжести.

Плотность газовъ также входитъ въ эту формулу и при обозначеніи плотности черезъ  $W_0$ , формула принимаетъ видъ:

$$h_0 = c \times \frac{lp}{S} \times \frac{V^2}{2g} \times \frac{W_0}{(1 + at)} \dots \dots \text{ II bis,}$$

гдѣ  $h_0$  — потеря въ давленіи въ мм. водяного столба.

$t$  — температура газа въ градусахъ Цельсія.

Профессоръ Петроградскаго университета Грумъ-Гржимайло, первымъ указавшій истинный путь для изучения печей, опубликовалъ нѣсколько весьма интересныхъ статей, въ которыхъ изложилъ основанія для устройства большинства металлургическихъ печей.

Въ одной изъ своихъ первыхъ работъ, помѣщенныхъ въ переводѣ въ Stahl und Eisen (№№ 49 и 50 1911 года), профессоръ изложилъ примѣненіе законовъ гидравлики къ расчету печей, идущихъ на газлахъ. Такъ:

III) *Высота, до которой можетъ быть поданъ газъ, опредѣляется по формуль, установленной Эсманомъ для воды:*

$$H = \frac{V^2 \sin^2 \delta}{2g} \times \frac{273 + t_n}{t_b - t_n} \dots \dots \dots \text{III.}$$

Здѣсь

H—высота въ метрахъ газоваго столба.

V—скорость газа въ метр. въ секунду.

δ—уголъ струи газа къ горизонту.

t<sub>b</sub>—температура газа въ движеніи.

t<sub>n</sub>—температура газа, окружающаго газовую струю.

IV) *Высота истеченія газа надъ порогомъ дана другой формулой Эсмана, установленной также для воды:*

$$h_t = A^3 \sqrt{\frac{Q_t^2}{B^2 t}} \dots \dots \dots \text{IV.}$$

h<sub>t</sub>—высота газа надъ сводомъ или порогомъ въ метрахъ.

A—коэффициентъ, зависящій отъ h<sub>t</sub> и ширины B.

Различныя значенія этого коэффициента приведены въ указанной выше статьѣ.

B—ширина печи.

Q—число куб. метр. газа при температурѣ t въ градусахъ Цельсія.

Формулы III и IV проф. Грумъ-Гржимайло применилъ къ металлургическимъ печамъ, а въ частности къ сварочнымъ печамъ, и такимъ образомъ ему удалось найти нѣсколько ошибокъ въ проектѣ этихъ печей, которыя впослѣдствіи имъ исправлены вполне удовлетворительно.

Въ болѣе новой своей работѣ, опубликованной въ „Извѣстіяхъ русскаго Общества металлурговъ“ (см. 1912 г., № 5, стр. 573—611), а также въ Stahl und Eisen №№ 21 и 24 1913 г., Грумъ-Гржимайло разсматриваетъ другія печи съ точки зрѣнія

ихъ нагрѣванія, болѣе или менѣе соответствующаго предыдущимъ законамъ, которые онъ наблюдалъ на сварочныхъ печахъ. Онъ находитъ, что многія мартеновскія печи, отражательныя печи, печи для обжига кирпичей, нѣкоторыя установки паровыхъ котловъ и т. д. построены съ большими дефектами съ точки зрѣнія правильнаго и соответствующаго нагрѣванія. Для анализа этихъ печей онъ основывается на новомъ законѣ, установленномъ Peclet (см. Traité de la chaleur, par Peclet, стр. 551 I тома, 4-е издание 1878 г.).

V. *Если газовая струя раздѣляется на нѣсколько отдѣльныхъ боковыхъ струй такъ, чтобы каждая изъ нихъ могла такъ-же способствовать обмѣну жара этихъ газовыхъ струй, то необходимо,*

а) чтобы горячіе, охлаждающіеся газы, должны обогрѣвать извѣстные предметы, имѣли направленіе нисходящее, и 2) чтобы холодныя, нагрѣвающіеся газы, имѣли направленіе восходящее.

Мы можемъ выразить этотъ законъ иначе, а именно: чтобы способствовать равномерному распределенію газовой струи на нѣсколько отдѣльныхъ вертикальныхъ боковыхъ струй, необходимо, чтобы движущее дополнительное давленіе, появляющееся въ этихъ вертикальныхъ каналахъ вслѣдствіе нагрѣванія или охлажденія газовъ, было направлено въ сторону движенія послѣднихъ. (Горячіе газы, охлаждаясь, становятся болѣе тяжелыми и тѣмъ облегчается ихъ движеніе сверху вниз, а холодныя газы нагрѣваясь дѣлаются болѣе легкими, чѣмъ усиливается ихъ движеніе снизу вверхъ).

Законъ этотъ имѣетъ силу лишь до тѣхъ поръ, пока дѣйствуетъ это дополнительное движущее давленіе, и его нельзя, слѣдовательно, примѣнять безъ оговорокъ, какъ это дѣлаетъ Грумъ-Гржимайло, безразлично къ газовымъ струямъ, встречающимъ мало или много сопротивленія по пути ихъ движенія.

Возьмемъ, на примѣръ, регенераторъ мартеновскихъ печей, въ общемъ весьма похожій на регенераторъ коксовыхъ печей, и разсмотримъ, какое максимальное вліяніе могла бы имѣть на распределеніе газовъ неправильная циркуляція горячихъ газовъ, идущихъ охлаждаясь снизу вверхъ. Примемъ высоту регенератора въ 2 метра съ общимъ

сопротивленіемъ движенію горячихъ газовъ равнымъ 3 мм. водяного столба. Допустимъ, что средняя температура этихъ газовъ = 600° и плотность ихъ = 1,3 при 0° и 760 мм. давл. атмосфер. Если далѣе предположимъ, что распределеніе газовъ въ малыхъ каналахъ, расположенныхъ между кладкой, весьма неправильное, то разница между температурой элементарныхъ струй наиболѣе горячихъ и наиболѣе холодныхъ не превзойдетъ тахітумъ въ 200°, вслѣдствіе теплопроводности огнеупорной кладки и смѣшенія газовъ, необходимо образующагося при многочисленныхъ перемѣнахъ направленія движенія элементарныхъ струй. Получающееся вслѣдствіе этого уменьшеніе движущей силы въ отвѣтвленіи холодной струи относительно отвѣтвленія горячей струи, позволяющее измѣрить неравномѣрность распределенія газовъ, не превзойдетъ слѣдовательно:

$$2. \frac{1,3}{1 + 0,00367 \cdot 400} - \frac{1,3}{1 + 0,00367 \cdot 600} = 2,0,118 = 0,236 \text{ мм. водяного столба,}$$

т. е. наиболѣе холодная струя въ дѣйствительности будетъ имѣть на 0,236 мм. менѣе движущаго давленія, чѣмъ самая горячая струя, и единственно вслѣдствіе разницы въ температурѣ этихъ двухъ струй

Такъ какъ общее движущее давленіе наиболѣе холодной элементарной струи равно 3 мм. водяного столба, то для самой горячей струи оно равно 3,236 мм. Объемы газовъ, отнесенные къ одной и той же плотности пропорціональны квадратнымъ корнямъ изъ движущихъ давленій, раздѣленныхъ на двучленъ расширения \*).

Посему имѣемъ

$$\frac{\text{Объемъ горячей струи при } 0^{\circ}}{\text{Объемъ холодной струи при } 0^{\circ}} = \frac{\sqrt{3,236 \times (1 + 0,00367 \times 400)}}{\sqrt{3 \times (1 + 0,00367 \times 600)}} = \frac{\sqrt{3,236 \times 2,468}}{\sqrt{3 \times 3,2}} = \sqrt{\frac{8}{9,6}} = \frac{2,83}{3,1} = 0,94.$$

Отклоненіе газа въ сторону наиболѣе медленной, т. е. наиболѣе холодной, струи было бы болѣе сильно,

\*) Законъ II bis даетъ:

$$h = A \frac{q^2 W_0}{1 + \alpha t}$$

въ этой формулѣ q есть объемъ газа при температурѣ t. Если приведемъ этотъ объемъ къ температурѣ 0°, то получимъ:

$$h = A \frac{q_0^2 W_0 (1 + \alpha t)^2}{(1 + \alpha t)} = A q_0^2 W_0 (1 + \alpha t)$$

$$\text{откуда } q = A_1 \sqrt{\frac{h}{1 + \alpha t}}$$

чѣмъ въ сторону самой горячей струи. Это происходитъ единственно отъ принятой въ самомъ началѣ расчета гипотезы, а именно: что разница средней температуры холодной и горячей струи можетъ достигнуть 200°. Въ общемъ эта разница можетъ быть меньше и тогда оба объема сближаются. Во всякомъ случаѣ максимальная разница въ объемахъ различныхъ элементарныхъ струй можетъ быть лишь весьма незначительной.

Этотъ примѣръ намъ показываетъ, что и правильный законъ можетъ насъ привести къ ошибочнымъ результатамъ или заключеніямъ, ели не примемъ во вниманіе всѣ условія его примѣненія. Грумъ Гржимайло въ своемъ изслѣдованіи отвергаетъ безъ различія всѣ регенераторы, въ которыхъ циркуляція горячихъ газовъ происходитъ снизу вверхъ.

Однако въ большинствѣ случаевъ такой способъ циркуляціи весьма пріемлемъ съ точки зрѣнія равномѣрнаго обмѣна теплоты по всему регенератору. Сопротивленіе послѣдняго, какъ мы видѣли, пріобрѣтаетъ первенствующее значеніе.

Мы болѣе не будемъ распространяться о примѣненіи различныхъ формулъ, которыя мы привели выше и къ которымъ можно было бы добавить формулы, дающія потери давленія отъ сокращенія или расширенія сѣченія каналовъ. Онѣ имѣютъ видъ  $K \frac{V^2}{2g}$ , гдѣ коэффициентъ имѣетъ величину весьма различную въ зависимости отъ формы расширенія или суживанія.

Зная эти всѣ законы и съ другой стороны будучи знакомы съ явленіями, къ которымъ ихъ слѣдуетъ примѣнять, мы могли бы выразиться, какъ Грумъ Гржимайло это уже сдѣлалъ относительно металлургическихъ печей: „*Благодаря расчету болѣе не существуетъ тайнъ въ области коксовыхъ печей*“.

### Успѣхи, достигнутые въ дѣлѣ улавливанія побочныхъ продуктовъ.

Чтобы прослѣдить полное развитіе коксовыхъ печей, намъ остается еще указать на успѣхи, достигнутые въ области полученія побочныхъ продуктовъ.

Такъ какъ эта тема весьма обширна и заслуживаетъ полнаго вниманія заводчиковъ, то мы намѣрены вернуться къ ней въ слѣдующій разъ, здѣсь же довольствуемся лишь нѣкоторыми замѣчаніями, касающимися процесса, послужившаго до-

вольно шумной рекламой нѣсколькимъ строителямъ коксовыхъ печей, а именно: процесса прямой рекуперации.

При прямой рекуперации различаютъ нѣсколько способовъ въ зависимости отъ того, ведется ли работа при высокой температурѣ, т. е. выше точки насыщения газовъ, или при низкой температурѣ, близкой къ конечной температурѣ охлажденныхъ газовъ.

Между этими двумя температурами, можно вообразить себѣ цѣлый рядъ другихъ способовъ, соответствующихъ всѣмъ промежуточнымъ температурамъ, но на практикѣ всѣ эти способы совпадаютъ и различаются лишь нѣсколькими второстепенными аппаратами, предназначенными главнымъ образомъ къ болѣе или менѣе полному отдѣленію смолы, содержащейся въ газахъ.

Каждый новый аппаратъ для извлеченія смолы изъ газа даетъ новый способъ прямой или полупрямой рекуперации побочныхъ продуктовъ. Въ дѣйствительности всѣ эти способы полупрямые и различаются между собою лишь нѣкоторыми, довольно мало варьирующими предѣлами температуры обработки газовъ въ сатураторахъ.

Если мы теперь остановимся на той выгодѣ, которую можетъ дать наиболѣе прямой способъ относительно обыкновеннаго процесса, то найдемъ, что эта выгода на самомъ дѣлѣ ничтожна и не заслуживаетъ во всякомъ случаѣ той огромной рекламы, которую не перестаютъ давать этому такъ называемому прогрессу.

Возьмемъ, на примѣръ, цифры, касающіяся стоимости производства сѣрнокислага аммонія помощью различныхъ способовъ, какъ-то: прямого, полупрямого и обыкновеннаго, приведенныя въ таблицѣ статьи инженера С. Неск „о выгодахъ прямыхъ способовъ въ сравненіи съ старымъ способомъ косвеннаго улавливанія побочныхъ продуктовъ (Stahl und Eisen, 1914 года, № 19 и 20).

По этой таблицѣ прибыль, которую можно было бы получить въ самомъ благоприятномъ случаѣ для ста печей съ производительностью 33,3 тоннъ коксующаго угля въ часъ, съ электрической центральной станціей и турбо-генераторомъ, потребляющимъ всего 7 klg. пара на киловаттъ, составила

бы всего 213.000—157.900—55.100 марокъ въ годъ или  $\frac{55.100}{365 \cdot 24 \cdot 33,3} = 0,190$  марки на тонну скокованнаго угля.

Болѣе чѣмъ вѣроятно, что на практикѣ даже для такой установки, эта прибыль кажется значительно преувеличенной. Относительно цифръ, служившихъ основаніемъ для приведеннаго расчета, мы можемъ, дѣйствительно, замѣтить:

1) Что указанная сила въ 92 пар. лош. слишкомъ мала, въ то время какъ сила, приведенная для непрямого процесса можетъ быть признана точной.

2) Что расходъ пара въ 7 klg. на киловаттъ есть опытный расходъ на полномъ ходу, но слишкомъ малъ, если принять во вниманіе толчки и колебанія практической нагрузки, которыя неизбежно случаются.

3) Что необходимый ремонтъ и расходъ материаловъ, кромѣ кислоты и извести, были приняты равными для обѣихъ системъ, въ то время какъ они явно больше при прямомъ процессѣ.

4) Что не приняты были во вниманіе потери амміака въ смолѣ, которыя могутъ стать весьма значительными при прямомъ процессѣ.

5) Что не были приняты во вниманіе расходы по первоначальному оборудованію, которые обыкновенно болѣе значительны для прямого способа.

6) Что, наконецъ, не считались съ меньшей безопасностью хода прямого процесса сравнительно съ непрямымъ процессомъ.

Если принять во вниманіе различные вышеприведенные факторы для точнаго сравненія наиболѣе современнаго прямого способа со старымъ способомъ улавливанія промывкою водою, то легко убѣдиться, что преимущество одного способа передъ другимъ весьма невелико, даже для крупныхъ установокъ.

Понятно, что для маленькихъ установокъ, не включающихъ центральныя электрическія станціи съ паровыми машинами или турбинами съ конденсаціей пара, всякая экономическая выгода одного способа передъ другимъ исчезаетъ совершенно.

Слѣдовательно, если обратимся къ огромной рекламѣ, данной этому новому, современному способу и, перейдемъ къ выгодѣ, которую можно получить отъ одного только научнаго изученія

дистиллирующаго прибора и которая, какъ мы видѣли, опредѣляется до 1 f. 20 ctm. на тонну скопаннаго угля, то увидимъ, что умы направлены на ложную дорогу и что прогрессъ можетъ быть реализованъ не методомъ *рекуперации* побочныхъ

продуктовъ, но методомъ *производства* этихъ продуктовъ путемъ полученія ихъ въ максимальномъ количествѣ въ соответствующихъ приборахъ, требующихъ возможно меньшій расходъ теплоты.

*К. де-Тилли.*

## Примѣненіе сжатого воздуха къ врубовымъ машинамъ.

(По даннымъ С. Мэворъ и др. источникамъ).

### Часть I.

*Введеніе:* Примѣненіе сжатого воздуха въ угольныхъ копаяхъ является почти неизбѣжнымъ въ газовыхъ шахтахъ, но сжатый воздухъ могъ бы быть использованъ и для негасовыхъ шахтъ, если-бы не его дороговизна, являющаяся слѣдствіемъ громадныхъ потерь при передачѣ этого рода энергіи.

Считать энергію сжатого воздуха конкурентомъ электрической силы нельзя, и для обоихъ родовъ энергіи найдется достаточно мѣстъ примѣненія, въ зависимости отъ природныхъ условий, особенностей работы и специальныхъ орудій.

Главнымъ препятствіемъ болѣе широкаго примѣненія сжатого воздуха являются потери энергіи, т. е. очень низкій коэффициентъ полезнаго дѣйствія, который могъ-бы быть значительно повышенъ при соблюденіи нѣкоторыхъ правилъ и при точномъ измѣреніи потребляемаго воздуха и самихъ потерь. Точное измѣреніе потребляемаго воздуха очень важно, ибо дороговизна пользования сжатымъ воздухомъ очень часто объясняется излишнимъ потребленіемъ воздуха для даннаго орудія и данной работы. Этотъ излишекъ является слѣдствіемъ полнѣйшей неизвѣстности о количествѣ нужнаго воздуха. Опредѣлить теоритически точно нужное количество воздуха почти невозможно, и такое измѣреніе лучше всего дѣлать съ помощью измѣрительныхъ приборовъ (воздухомѣры или аэрометры), которые, къ сожалѣнію, почти никогда въ Россіи не примѣняются, а за границей стали примѣнять только въ послѣднее время.

### *Коэффициентъ полезнаго дѣйствія.*

Для сжатого воздуха этотъ коэффициентъ очень малъ и, къ сожалѣнію, на практикѣ почти не при-

мѣняются никакія средства къ его увеличенію, между тѣмъ какъ, по тщательномъ изученіи всѣхъ условий, возможно значительно увеличить этотъ коэффициентъ.

Опредѣленіе коэффициента. Для энергіи сжатого воздуха этотъ коэффициентъ опредѣляется какъ отношеніе:

Дѣйст. HP, затрачен. вруб. маш въ теченіе 1 смѣны

Дѣйст. HP, затрачен. компресс. въ теченіе той-же смѣны

Эта формула включаетъ всѣ возможныя потери энергіи: механическія, термическія, утечки въ трубахъ и проч. Этотъ коэффициентъ колеблется въ практикѣ отъ 5% до 10% и въ большинствѣ случаевъ не превосходитъ 7%.

Степень нагрузки. Этотъ факторъ имѣетъ большее вліяніе на коэффициентъ полезнаго дѣйствія при воздушной энергіи, чѣмъ при всякой другой энергіи. При полной нагрузкѣ коэффициентъ достигаетъ своего максимума, но онъ быстро падаетъ при уменьшеніи степени нагрузки.

Утечка воздуха продолжается при полной нагрузкѣ и даже увеличивается при увеличеніи давленія. Такъ, утечка въ 30% при полной нагрузкѣ доходитъ до 60% при 1/2 нагрузкѣ. Степень нагрузки зависитъ отъ характера работы и мѣстныхъ условий. Условия примѣненія сжатого воздуха для врубовыхъ машинъ такъ разнообразны, что дать практическія цифры невозможно. Можно только сказать, что если степень нагрузки невелика, то и коэффициентъ полезнаго дѣйствія малъ, а если степень нагрузки чрезмѣрно велика, т. е. компрессоръ перегруженъ, то это ведетъ за собой увеличенное потребление воздуха, паденіе давленія, уменьшеніе коэффициента полезнаго дѣйствія и другія вредныя послѣдствія.

Чувствительность воздушных моторов. Главное различие воздушных моторов от электрических, это — их чувствительность. Электрические моторы, рассчитанные, положим, на 220 вольт, будучи включены в сеть с напряжением в 110 вольт, могут не вращаться, даже, и без нагрузки. Воздушные моторы будут вращаться при всяком давлении, немного выше атмосферного, и при этом вращение воздушного мотора возможно, даже, при некоторой малой нагрузке, хотя коэффициент полезного действия, в этом случае, будет очень незначителен. Эта повышенная чувствительность воздушных моторов является скорее их отрицательным качеством, ибо при малом давлении эти моторы только дают впечатленье, что они производят работу полезную.

### Измерения.

Удивительно, как мало обращают внимания на измерения потребляемого сжатого воздуха, а между тем сжатый воздух требует не менее аккуратного и постоянного измерения, чем электрическая энергия, которая без точного учета почти нигде не эксплуатируется.

Теоретическое измерение воздуха очень сложно и не надежно, ибо часто действительное измерение воздуха точными аппаратами показывает ошибочность теоретических расчетов. Очень важно, чтобы величина коэффициента п. д. находилась все время под точным контролем, который дает возможность, если не увеличить самый коэффициент, то, по крайней мере, поддержать его на максимальном уровне. Приборы для измерения воздушной энергии разделяются на манометры для измерения давления и на аэрометры для измерения объемов воздуха.

Манометры — довольно известные аппараты, и рекомендуется ставить их у компрессоров и вблизи воздушных механизмов, потребляющих воздух под землей.

Эти манометры предпочтительнее иметь с самопишущими приборами.

Большинство аэрометров (волюметры) основано на известном принципе: „количество воздуха, вытекающего из отверстия данного диаметра, пропорционально давлению“. Эти приборы известны в 4 типах: 1) — трубка Питота, 2) — трубка Вентури, 3) — вращающиеся заслонки (лопасти) и 4) — с помощью водоизмещения двух одинаковых баков.

На практике применяются несколько типов переносных аппаратов, а именно:

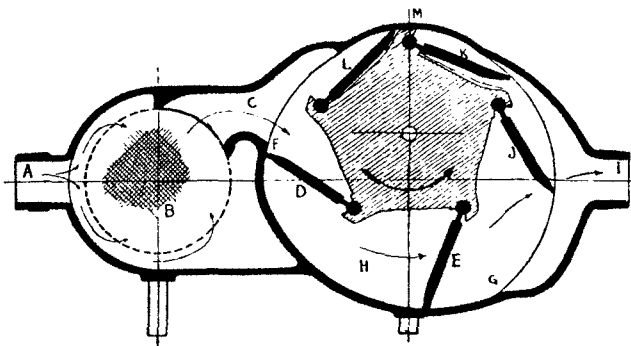
1) — Аэрометры сист. Крейцберг (вращающиеся заслонки) в Чикаго, С.В. Америки. Этот аппарат построен на том принципе, что струя воды или воздуха проходит через трубку и делится на равные объемы, которые регистрируются в определенный промежуток времени, причем получается измерение скорости и объема в данный промежуток времени и при данном давлении.

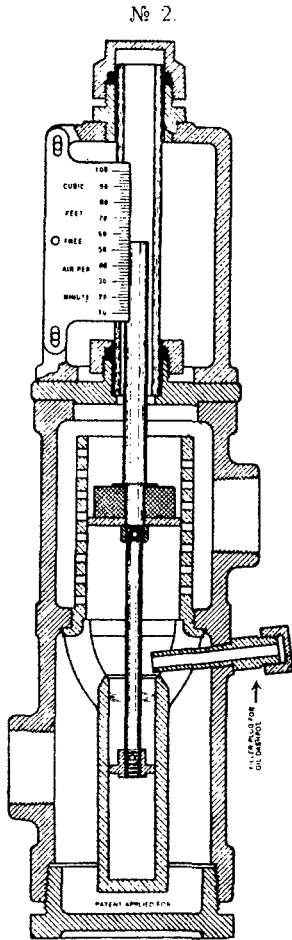
2) — Тулометр, прибор, основанный на принципе Понселе, а именно: количество сжатого воздуха (или жидкости), при постоянном давлении, проходящее через отверстия одинакового диаметра, прямо пропорционально числу этих отверстий. Оба аэрометра требуют поправок на температуру.

Эти аппараты строятся для объемов до 500 и более куб. футов в минуту и для давлений до 125 фунтов.

Поправки на давление и температуру.

№ 1.





Если давление и температура сжатого воздуха остаются во все время измѣрения постоянными, то аэрометры точно отмѣчают на скалѣ количество пройденнаго сжатого воздуха въ минуту или въ часъ. Но на практикѣ такихъ условій быть не можетъ, и всѣ измѣрительные приборы имѣютъ указанія, при какихъ температурѣ и давленіи ихъ скала соотвѣтствуетъ дѣйствительному количеству воздуха.

*Измѣренія воздуха въ Рандѣ, Южн. Африка.*

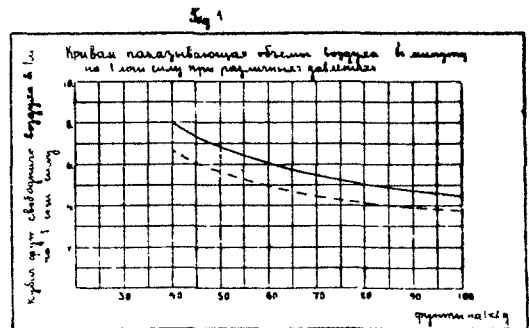
Компанія силовой воздушной станціи въ Рандѣ является отличнымъ примѣромъ очень точныхъ измѣреній сжатого воздуха, отпускаемаго въ продажѣ различнымъ горнымъ предприятиямъ въ этомъ районѣ. Сжатый воздухъ съ 2 центральныхъ станцій, общей мощностью около 80,000 HP, отпускается 13 различнымъ рудникамъ, расположеннымъ на пло-

щади около 20 верстѣ длиной и около 3 верстѣ шириной. Давленіе воздуха равно 100 фунтамъ. Воздухъ измѣряется приборами на мѣстѣ потребления. Постоянное наблюденіе за воздухопроводами и поддержаніе всѣхъ воздушныхъ орудій и буровой стали въ должномъ порядкѣ и работа при строго-опредѣленномъ давленіи съ поправками на температуру, все это дало экономію (въ сравненіи съ прежними отдѣльными установками) въ энергіи до 37%, и эти 37% выражаются въ суммѣ около 130.000 руб., т. е. для каждаго рудника около 10.000 руб. въ годъ.

Постоянный контроль можетъ увеличить значительно коэффициентъ полезнаго дѣйствія.

Необходимо устанавливать волюметры у компрессора и такіе-же самопишущіе приборы въ концѣ каждаго воздухопровода подѣ землей въ отдѣльныхъ участкахъ; кромѣ того, при воздушныхъ моторахъ и орудіяхъ слѣдуетъ предвидѣть возможность включенія во время работы переносныхъ измѣрительныхъ аппаратовъ (аэрометровъ и манометровъ). Стоимость такого устройства ничтожна, уходъ за ними въ высшей степени простой, и всѣ затраты быстро окупятся той экономіей, что будетъ достигнута поддержаніемъ постоянного максимальнаго уровня коэффициента п. д. моторовъ и другихъ воздушныхъ орудій, находящихся подѣ точнымъ контролемъ.

Единица для измѣренія воздуха. Точной и краткой номенклатуры для измѣренія сжатого воздуха еще не существуетъ. Принятое вездѣ выраженіе „куб. футъ (или метровъ) въ минуту (или въ часъ) при такомъ-то давленіи“, еще не даетъ вполне ясное и точное представленіе, ибо количество HP для сжатія воздуха не вполне пропорціально давленію.



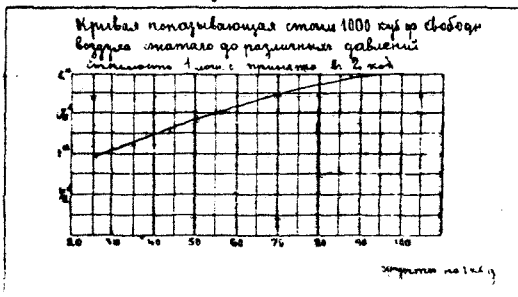
Кривая „А\*“) основана на гарантированной производительности компрессора при полной нагрузкѣ и въ условіяхъ испытанія при сдачѣ. Кривая „В\*\*“) основана на предположеніи, что средняя производительность компрессора при колеблющейся нагрузкѣ на 17% меньше, чѣмъ указано кривой „А“.

*Стоимость сжатого воздуха.*

Стоимость силы. Стоимость НР на центральныхъ станціяхъ колеблется въ зависимости отъ мѣстныхъ условій. Въ послѣднее время рудники предпочитаютъ пользоваться электрической энергіей съ большихъ центральныхъ районныхъ станцій, по цѣнѣ около 2,1 коп. за киловаттъ-часъ и при этой цѣнѣ, при коэффициентѣ п. д. въ 0,80 и при  $\frac{3}{4}$  нагрузкѣ, эксплуатация электрическаго мотора обходится около 2 коп. за 1 НР-часъ.

Объемъ сжатого воздуха на 1 НР-часъ. На таблицѣ фиг. 1 кривая „А“ представляетъ объемы своб. воздуха въ минуту на 1 НР, сжатые до различныхъ давленій. Эта кривая эмпирическая и основана на производительности компрессоровъ, гарантированной заводами при условіи работы при полной нагрузкѣ, и для практическихъ цѣлей эта кривая является болѣе полезной, чѣмъ теоритически высчитанная. Современные усовершенствованные компрессоры при полной нагрузкѣ сжимаютъ въ 1 минуту 6 куб. футовъ своб. воздуха до 60 фунт. и требуютъ при этомъ 1 НР. Большинство рудниковъ имѣютъ компрессоры старой или мало усовершенствованной конструкціи, и производительность таковыхъ рѣдко бываетъ на 1 НР болѣе 5 куб. футовъ своб. воздуха въ минуту, и въ 1 часъ это составитъ 300 куб. футовъ. 1 НР-часъ стоитъ, какъ выше указано, 2 к., или иначе говоря, сжатіе 300 куб. футовъ до 60 фунтовъ стоитъ 2 коп.

Fig 2



\*) На фиг. 1 показана сплошной линіей.  
 \*\*) „ „ „ пунктирной „

Эта таблица даетъ приблизительную стоимость 1000 куб. фут. своб. воздуха при разныхъ давленіяхъ, при условіи, что стоимость 1 НР-часъ обходится около 2 коп.

*Измѣреніе потребленія воздуха.*

До сихъ поръ не было точныхъ измѣреній потребляемаго врубовыми машинами сжатого воздуха, а также не было извѣстно отношеніе между количествомъ потребленнаго воздуха и площадью подрубѣ.

Въ самое послѣднее время были сдѣланы довольно точныя измѣренія съ 40 врубовыми машинами. Испытанныя машины были разныхъ типовъ и работали въ разнообразныхъ условіяхъ. Всѣ результаты собраны въ таблицахъ I, II и IV.

Опытами было установлено, что 3 машины типа Лонгволль различной конструкціи, въ среднемъ, потребляютъ одно и то же количество воздуха при одинаковомъ давленіи и температурѣ, и, слѣдовательно, при выборѣ типа машины слѣдуетъ руководствоваться только мѣстными условіями, а не потребленіемъ воздуха.

Сравнительно малое потребленіе воздуха нѣ которыми машинами объясняется слѣдующимъ:

- а) — давленіе воздуха соответствовало конструкціи машины;
  - б) — машины имѣли моторы средней мощности;
  - в) — клапаны и поршни въ порядкѣ;
  - г) — гибкій резиновый рукавъ не давалъ утечки.
- Очень большое потребленіе воздуха объясняется слѣдующимъ:
- а) — клапаны и поршни не въ порядкѣ;
  - б) — давленіе очень велико или очень мало;
  - в) — утечка въ воздухопроводахъ;
  - г) — твердая зарубка и проч. несоотвѣтствующія условія.

Въ тѣхъ случаяхъ, когда давленіе очень низко, потребленіе воздуха моторомъ, при работѣ въ холостую или при работѣ при очень малой нагрузкѣ, можетъ быть очень незначительно, но если это количество воздуха перевести на 1 кв. футъ подрубѣ, то количество потребленнаго воздуха на единицу площади подрубѣ окажется несоразмѣрно велико.

Также, при очень высокомъ давленіи, потребленіе воздуха моторомъ можетъ сильно увеличиться, ибо при повышенномъ давленіи моторъ пріобрѣ-



**Табл. I. Испытание врт. машин: Общая таблица  
статистическая**

1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.	12.	13.	14.	15.
Возраст лет и мес.	Средн. число врт. в час.	Внутр. диаметр в см.	Внутр. диаметр в см.	Внутр. диаметр в см.	Внутр. диаметр в см.	Внутр. диаметр в см.	Внутр. диаметр в см.	Внутр. диаметр в см.	Внутр. диаметр в см.	Внутр. диаметр в см.	Внутр. диаметр в см.	Внутр. диаметр в см.	Внутр. диаметр в см.	Внутр. диаметр в см.
A.	тверд. лима	2 1/2"	40.	12.	64.	60.	54.	многолетн. не более 5 лет!		14,06.	64.	6944.	681.	980.
B.	—	2 1/2"	42.	12.	64.	59,4.	52.	" "		12,7.	65,59.	6434.	695.	1084.
C.	Дерево тверд.	2 1/2"	42.	12.	64.	52.	39,5.			8,9.	60.	4086.	599.	1461.
D.	—	2 1/2"	36.	12.	64.	55,6.	39,76.			4,25.	60.	1967.	714.	3642.
E.	Зрел. древ.	2 1/2"	20.	12.	64.	52,8.	45.			14,9.	71,17.	8144.	580.	715.
F.	древ.	2"	75.	20.	74.	51.	40,7.	15,7.	2,5.	6,9.	51,83.	2756.	652.	2367.
G.	тверд. лима	2"	47.	18.	74.	45,3.	42,6.	27,0.	15,6.	3,2.	63,6.	1917.	714.	3728.
H.	древ.	2"	70.	17.	74.	61,25.	56,25.	21,25.	3,5.	7,4.	49,75.	287.	450.	1568.
I.	тверд. лима	2"	82.	20.	70.	65,77.	64,27.	29,72.	36,55.	8,11.	65,89.	412.	897.	2176.
J.	—	2 1/2"	40.	12.	70.	67,2.	65.	*	46,6.	9,46.	64,66.	47.	1146.	2435.
K.	—	2"	80.	20.	70.	70.	68,1.	28,4.	39,6.	6,86.	62,8.	332.	797.	2402.
L.	—	2"	20.	15.	70.	65.	62.	*	5,5.	11,36.	63,38.	564.	1029.	1825.
M.	древ.	2"	40.	11.	65.	65.	53.	14,8.	38,2.	13,66.	49.	512.	735.	1435.
N.	—	2"	40.	10.	65.	65.	64.	17,6.	46,1.	24,85.	50,6.	964.	831.	862.
O.	—	2"	40.	15.	54.	42.	35.	13.	2,2.	9,8.	66.	499.	543.	1089.
P.	древ. лима	2 1/2"	35.	15.	54.	43.	29,5.	небольш. при машин.		9,6.	72.	534.	478.	896.
Q.	—	2 1/2"	35.	15.	54.	36.	25,5.	" "		6,0.	72.	353.	413.	1241.
R.	древ. лима	2"	20.	9.	50.	46.	31.	16.	15.	16,64.	32,7.	42.	656.	1562.
S.	тверд. древ.	2"	62.	7.	50.	48.	47,4.	21,4.	2,6.	14,0.	40,6.	438.	681.	1554.
T.	древ.	2"	41.	5.	50.	46.	45,5.	13,5.	3,2.	33,5.	42.	1085.	753.	694.
U.	древ. лима	2"	38.	3.	50.	45.	39.	17,5.	21,5.	22,6.	30.	523.	658.	1258.
V.	—	2"	30.	20.	60.	55.	50.	20.	30.	16,5.	70.	90.	550.	620.

\* Ветили машины были не вполне открыты.

тает излишнюю большую скорость (разгонь мотора).

Коэффициент п. д. различных воздушных машин колеблется между 1% и 40%, так, врубовыя машины при благоприятных условиях показывали до 30%, отдельные воздушные двигатели до 40% при полной нагрузке и, наконец, водяные насосы, без подъема воды, давали только до 4%—5%.

*Составление воздушного баланса.*

Составление воздушного баланса в каждом отдельном случае является наилучшим методом точного исследования всех условий работы и потерь.

В дебет записывается все количество воздуха в определенное время и сжатое до определенного давления.

Испытание пробных машин, указанных в воздушном балансе „А“ (таб III). Давление воздуха на поверхности 50 фунт  
Таблица II

1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.	12.	13.
Воздух впуск машин	давление паров запуска в фунт	давление паров в фунт	температура паров в градусах	температура на входе в градусах	сп. темп. по впуск. воздуху в градусах	давление на входе в фунт	давление на выходе в фунт	давление на входе в фунт	давление на выходе в фунт	коэффициент на входе	коэффициент на выходе	коэффициент на входе
1	чистый пар	2"	26	38	62°	362	115	247	12	34	893	2808
2	—	2"	55	30	61°	392	199	193	106	33	635	2326
3	—	2"	40	18	61°	36	14	22	185	34	475	980
4	чистый пар	2"	55	18	60°	38	18	20	20	33	515	1010
5	—	2"	39	18	59°	309	174	135	262	29	618	1054
6	—	2"	37	20	62°	356	13	22,6	192	33,4	478	967

Цифры даны в столбцах от 6 до 13 являются средними от ряда наблюдений указанных в столбцах 5.

Таб. V.

Dr.		Воздушный бал. „В“				Cr.		
Воздух	Описание	Куб. фут в 15 мин.	Воздух	Описание	Куб. фут в 15 мин.	Куб. фут на входе машин	Умнож.	
A	Компрессор одноцилиндровый с клапаном двойного действия Диаметр 26" Ход порш. 60" Волнов. кол. 71" Масло оборот. компрессора в 15 мин. - 38700.	2,027.880	1	Впуск. маш. хол. хол. 12%	127.6	1.800	229.680	257,241
			2	Впуск. маш. хол. хол. 12%	26.2	1.597	41.841	46,861
			3	Впуск. маш. хол. хол. 12%	134.0	1.155	154.770	173,842
			4	Впуск. маш. хол. хол. 12%	90	1.325	119.250	133,560
B	Компрессор одноцилиндровый с клапаном двойного действия Диаметр 22" Ход порш. 56" Волнов. кол. 75" Масло оборот. компрессора в 15 мин. - 38700.	688.860	5	Впуск. маш. хол. хол. 12%	110	1.960	215.600	241,472
			6	Впуск. маш. хол. хол. 12%	132	2.427	320.364	358,807
			7	Впуск. маш. хол. хол. 12%	141	1.780	250.980	281,097
			8	Впуск. маш. хол. хол. 12%	222	923	204.906	229,494
			9	Впуск. маш. хол. хол. 12%	132	1.484	195.888	219,394
			10	Впуск. маш. хол. хол. 12%	30	5.465	163.950	183,624
							518.400	
							30 090	
		2,716.740					2,716.740	

В кредитъ вписываются количество воздуха, поглощенное различными моторами и орудіями, потери въ воздухопроводахъ (ок. 40%—50%), потери воздуха въ предохранительныхъ клапанахъ, утечки воздуха и прочія невыясненные потери.

Данные для воздушнаго баланса: Измѣреніе воздуха въ компрессорахъ производилось не аэрометрами, а съ помощью тахометровъ, отмѣчающихъ число оборотовъ компрессора въ минуту, и съ помощью индикаторной діаграммы воздушнаго цилиндра, по которой высчитывался коэффициентъ п. д.

Утечка въ воздухопроводахъ опредѣлялась слѣдующимъ образомъ: При опредѣленномъ давленіи всѣ воздушныя орудія сразу останавливались и компрессоръ продолжалъ работать, причемъ точно отмѣчалось количество оборотовъ въ минуту, потребныхъ для поддержанія опредѣленнаго давленія. Этому числу оборотовъ соответствуетъ извѣстное количество куб. фут. воздуха, какое и составляетъ потерю въ воздушной линіи, при этомъ нужно точно знать вмѣстимость всѣхъ трубъ и воздушнаго резервуара.

Мощность врубовыхъ машинъ. Точное опредѣленіе величины дѣйствительныхъ HP врубовыхъ машинъ производилось долгое время надъ врубовыми машинами съ электрическими моторами, коэффициентъ п. д. которыхъ былъ точно извѣстенъ. Было доказано, что при легкой зарубкѣ врубовая машина развивала ок. 1,09 HP-часъ (или 65 HP-минута) на 1 кв. саж. подруба. Въ твердой зарубкѣ, для каковой врубовая машина и предназначены, мощность, развиваемая врубовыми машинами, доходить до 260 HP минуту на 1 кв. сажень подруба.

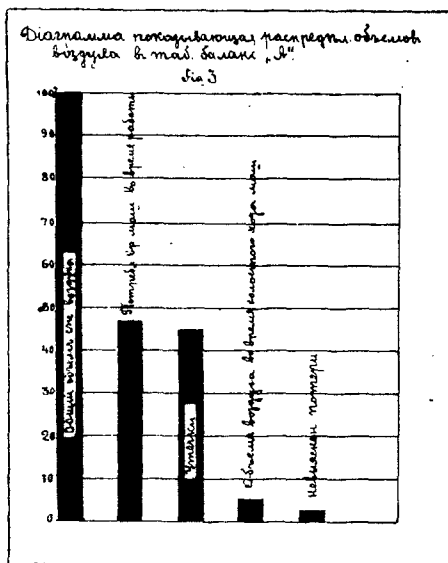
Въ кредитъ баланса (табл. III) допущены потери въ 12% во время работы машины безъ нагрузки или съ очень малой нагрузкой, именно во время маневровъ съ машиной, ея установки и пр. Балансъ по табл. III можетъ быть иллюстрированъ двумя нижепомѣщенными таблицами, фиг. 3 и 4.

Коэффициентъ п. д., высчитанный по воздушному балансу въ таблицѣ III:

Предположимъ, что моторъ врубовой машины расходуетъ при данныхъ условіяхъ ок. 0,5 HP-часъ

Табл. III.

Dr.		Воздушный баланс „А“				Cr.			
Воздухъ	Описание	Куб. футовъ въ часъ при 15,5 в.	№	Описание	Мощность въ HP-часъ на куб. футъ въ часъ	Куб. футовъ въ часъ при 15,5 в.	Итого		
A.	Компрессоръ одинъ кратн. сжатія, орудія 30", цилиндръ 30" для мотора 40 HP. Коэф. 80%. Итого обор. компр. въ 15,5 в. 27400.	868 577	1.	Вруб. машина Коэф. заруб. 12, %	72,55	22,08	203,720	228,166	
			2.	Вруб. машина Коэф. заруб. 12, %	93,0	23,26	212,318		242,276
			3.	Вруб. машина Коэф. заруб. 12, %	50,0	9,60	49,000		
			4.	Вруб. машина Коэф. заруб. 12, %	74,0	10,10	74,740		85,708
B.	Моторъ для компр. одинъ 40 HP. Коэф. 80%. Итого оборотовъ въ 15,5 в. 31620.	736 746	5.	Вруб. машина Коэф. заруб. 12, %	107,0	10,54	112,778	126,311	
			6.	Вруб. машина Коэф. заруб. 12, %	105,0	9,67	101,935		113,719
				Утечка въ соедин. и др. частяхъ при 15,5 в. отъ объема воздуха				716 000	
				Коррекция потерь на тр. и утечки въ воздухопроводахъ = 12,5%, отъ объема воздуха				40 263	
		1605 323						1605,323	



Для сжатия 3,200 куб. ярдовъ воздуха до 50 фунтовъ, требуется 7,83 HP-часъ.

Коэффициентъ п. д. равенъ:

$$\frac{0,50 \text{ HP-часъ} \times 100}{7,83 \text{ HP-часъ}} = 6,38\%$$

Эти расчеты нужно понимать, какъ отношение силъ компрессора къ отдачѣ моторовъ врубовыхъ машинъ, и здѣсь не принимаются во вниманіе коэффициенты п. д. паровыхъ котловъ и машинъ центральной станціи.

Коэффициентъ полезнаго дѣйствія, высчитанный по воздушному балансу въ таблицѣ V:

Предположимъ, что въ данныхъ условіяхъ моторъ врубовой машины расходуетъ ок. 0,40 HP часъ на 1 кв. ярдъ (1 кв. сажень равняется 5,444 кв. ярдовъ), и мы получимъ:

Общая поверхность вруба 1,145 кв. ярдовъ.

Общее количество св. воздуха 2.716,740 куб. футъ.

Количество св. воздуха на 1 кв. ярдъ 2,372 куб. фута.

Для сжатія 2372 куб. фут. воздуха до 35 фунтовъ требуется ок. 4,66 HP-часовъ.

Коэффициентъ п. д. равенъ:

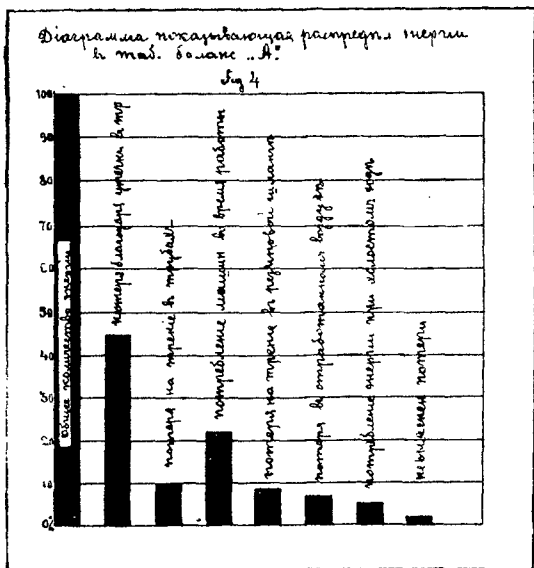
$$\frac{0,40 \text{ HP-часовъ} \times 100}{4,66 \text{ HP-часовъ}} = 8,60\%$$

Испытанныя врубовыя машины были всѣ одного типа и одного завода. Врубовая машина № 8 (табл. IV и V) требовала минимальное количество воздуха и подрубила максимальное количество квадратныхъ ярдовъ, и этотъ отличный результатъ объясняется тѣмъ, что клапаны, поршни и вообще вся машина находилась въ полной исправности и также потому, что отработанный воздухъ не выпускался наружу, а использовался еще для другихъ цѣлей.

Колебания въ потребленіи воздуха различными машина въ минуту объясняются 2 главными причинами:

а)—низкое давленіе и б)—утечка воздуха въ клапанахъ и въ поршняхъ.

Данныя для врубовой машины № 6 (табл. VI и V) показываютъ, что низкое давленіе и малое потребление воздуха въ минуту еще далеко не харак-



на 1 кв. ярдъ подруба (1 кв. сажень равна 5,444 кв. ярдовъ), и мы получимъ:

Общая поверхность подруба 502 кв. ярда.

Общее количество св. воздуха 1.605,323 куб. фута.

Количество св. воздуха на 1 кв. ярдъ 3,200 куб. ярдовъ.

Табл. IV. Испытание вруб. машины указанного в воздухе. бал. „В“ (таб V)  
Давление воздуха на поверхности 35 атм.

1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.	12.	13.	14.
Обороты вруб. машины	Классификация вруб. кн.	Диаметр поршня в дюймах	Диаметр шейки в дюймах	Колесный диаметр	Минутный расход воздуха	Давление в компрессоре в атмосферах	Давление в компрессоре в атмосферах	Давление в компрессоре в атмосферах	Давление в компрессоре в атмосферах	Среднее давление в атмосферах	Среднее давление в атмосферах	Среднее давление в атмосферах	Среднее давление в атмосферах
1.	—	2"	50	17	49°	30	194	74	12	7.8	32	342	1800
2.	—	2"	35	18	49°	29	18	56	12.4	8.0	32	313	1597
3.	—	2"	30	18	49°	38	33	138	18	19	36	645	1155
4.	—	2"	20	17	50°	357	29	использован сломан		12.5	30	376	1325
5.	—	2"	36	17	50°	393	34.3	163	18	13.6	30	619	1960
6.	чуж.	2"	36	17	48°	20	13	5	8	4.0	36	267	2427
7.	—	2"	72	17	49°	275	22.5	12.4	10	10.0	38	508	1780
8.	маш. чуж.	2"	58	17	48°	43	25	11	14	19.6	40	566	923
9.	чуж.	2"	40	17	48°	40	32.5	16	16.5	13	43	650	1484
10.	—	3"	30	17	48°	355	19	3	16.3	4	33	552	5465

Цифры даны в столбцах от 6 до 14, являются средними данными от количества наблюдений указан в столбце 5.

\* Резиновая шланга пропускающая воздух + Среднее давление

теризуют экономическое потребление воздуха на единицу площади подрубца. Э

Врубовая машина № 10 была неисправна и клапаны пропускали воздух, даже в то время, когда машина не работала. Утечка в 19% не включала утечку в гибком резиновом рукаве, где надо еще прибавить ок. 4%.

### Утечка воздуха.

Измерение утечки. Простейший способ такого измерения будет остановка всех орудий и машин на определенное время и наблюдение за числом оборотов компрессора в 1 минуту для поддержания определенного давления. Этот способ очень грубый, но он удобен и не требует специальных приборов, и мы рекомендуем применять этот способ хотя бы раз в неделю для проверки воздухопроводов. Следует иметь в виду, что чем меньше степень нагрузки, тем меньше

отношение количества потребленного воздуха к воздуху, утерянному, благодаря утечке.

Применен потерь при утечке Табл. VI						
	1	2	3	4	5	6
НР Компрессора	1434	670	532	1250	317	440
НР Компрессора 80% к 11 дюймам	1144	534	426	1000	254	352
Объем воздуха в компрессоре	6400	2800	2900	6486	1730	3000
рабочее давление	64	74	50	54	50	33
Объем воздуха в компрессоре на 14. и 2. 1 ми.	55	525	68	63	68	85
Объем потерь в компрессоре	1900	717	725	3530	770	570
Процент потерь к общему количеству	29.5%	25.7%	25%	52%	44.6%	19%

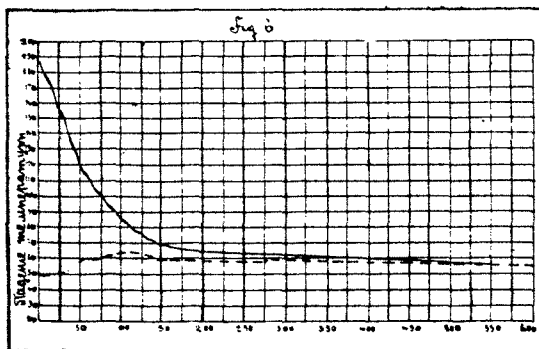
Эта таблица составлена по точным наблюдениям и опытам в 6 различных рудниках, и потери при утечке колеблются от 19% до 52%.



Кривыя на фиг. 5 показывают степень утечки (и ее скорость) въ зависимости отъ давленія при началѣ наблюденія, и видно, что чѣмъ выше было давленіе, тѣмъ скорѣе происходитъ утечка. Кромѣ утечки въ моторахъ врубовыхъ машинъ и въ резиновыхъ шлангахъ, остаются еще 3 главные источника потерь, благодаря утечкѣ:

а) — неплотныя соединенія трубъ, б) — неплотныя соединенія вентилей и крановъ, и в) — открытыя краны для стока воды и краны для продуванія.

Неплотныя соединенія трубъ являются одними изъ главныхъ причинъ утечекъ воздуха. Воздушныя трубы подѣ землей болѣе, чѣмъ на поверхности, подвержены всякаго рода перемѣщеніямъ, и устройство вполнѣ и постоянно герметическихъ соединеній является почти не осуществимымъ. Предложенныя гибкія соединенія очень быстро изнашиваются и находятся въ полной зависимости отъ состоянія прокладокъ и набивки, которыя подѣ землей быстро портятся. Обязательный еженедѣльный контроль съ помощью вышеуказаннаго простаго способа остается единственнымъ надежнымъ средствомъ предотвращать этого рода утечки. Трубы и ихъ соединенія подвержены также разрушающимъ дѣйствіямъ сжатого воздуха, высокой температуры его и кислотнымъ водамъ подѣ землей.



Кривая показываетъ измѣненіе температуры вдоль воздухопровода отъ резервуара и далѣе. Діам. трубы въ 10'', и въ 1 минуту проходить 2000 куб. футовъ воздуха. (См. табл. 1).

Отсюда ясно, что воздухопроводъ, подверженный большимъ колебаніямъ температуры, долженъ имѣть „компенсирующія соединенія“ для расширенія и сжатія трубъ, иначе перемѣщенія и сдвиги трубъ будутъ нарушать плотныя соединенія. Очень часто соединенія пропускаютъ воздухъ, если ихъ прокладки сдѣланы изъ резины, которая легко разрушается при высокой температурѣ, подѣ влияніемъ масла, уносимаго сжатымъ воздухомъ, и подѣ давленіемъ самаго воздуха.

Утечка въ вентиляхъ и кранахъ бываетъ отъ 2 причинъ: а) — внутри крана (или вентиля) и б) — снаружи.

Въ первомъ случаѣ слѣдуетъ осмотрѣть шпиндель и замѣнить внутреннія набивки и прокладки, а прекращеніе наружной утечки устраняется возобновленіемъ наружныхъ нартзоекъ на входныхъ и выходныхъ трубкахъ.

Утечка въ сточныхъ и продувныхъ кранахъ. Выпускъ воды изъ воздухопроводныхъ трубъ невозможенъ безъ утечки воздуха.

Въ нѣкоторыхъ случаяхъ положеніе трубъ облегчаетъ спускъ воды, въ другихъ (и въ большинствѣ) спускъ воды затрудняется неудобнымъ положеніемъ трубъ.

Очень важно выпускать воду изъ трубъ и возможно чаще и для этого примѣняются 3 способа: а) — автоматическіе сборники воды, б) — аккумулярованіе воды въ воздушномъ резервуарѣ и періодическій выпускъ ея, и в) — оставляя спускныя краны слегка открытыми.

Часто условія подземныхъ воздухопроводовъ не позволяютъ примѣнять автоматическія приспособленія. Второй способъ требуетъ постоянныхъ тщательныхъ наблюденій за резервуарами и небрежность надзора повлечетъ за собой избытокъ скопившейся воды въ резервуарѣ, откуда она можетъ попасть въ моторъ врубовой машины и быть причиной серьезныхъ поломокъ.

Остается практически осуществимый 3-й способъ, когда продувные краны оставляются слегка открытыми, но при этомъ приходится мириться со значительными утечками воздуха.

Для того, чтобы измѣрить количество воздуха, вытекающаго въ 1 минуту черезъ отверстія раз-

Табл .1)-я.)

**Количество кубических футов свободного воздуха, вытекающего в минуту через круглое отверстие  
из резервуара в атмосферу.**

Диаметръ отверстія въ дюймахъ	Д а в л е н і е п о м а н о м е т р у , в ь ф у н т а х ь н а к в . д .																
	2	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	60	70	80	90	100	125
1/64	0,038	0,060	0,084	0,103	0,119	0,133	0,156	0,173	0,190	0,208	0,225	0,260	0,295	0,330	0,364	0,400	0,486
1/32	0,153	0,242	0,342	0,418	0,485	0,540	0,632	0,710	0,770	0,843	0,914	1,05	1,19	1,33	1,47	1,61	1,97
1/16	0,647	0,965	1,36	1,67	1,93	2,16	2,52	2,80	3,07	3,36	3,64	4,20	4,76	5,32	5,87	6,45	7,85
1/8	2,435	3,86	5,45	6,65	7,70	8,60	10,0	11,2	12,27	13,4	14,5	16,8	19,0	21,2	23,5	25,8	31,4
1/4	9,74	15,1	21,8	26,7	30,8	34,5	40,0	44,7	49,09	53,8	58,2	67,0	76,0	85,0	94,0	103	125
3/8	21,95	34,6	49	60	69	77	90	100	110,45	121	130	151	171	191	211	231	282
1/2	39	61,6	87	107	123	138	161	179	196,35	215	232	268	304	340	376	412	502
5/8	61	96,5	136	167	193	216	252	280	306,80	336	364	420	476	532	587	645	785
3/4	87,6	139	196	240	277	310	362	400	441,79	482	522	604	685	765	843	925	
7/8	119,5	189	267	326	378	422	493	550	601,32	638	710	822	930	1040			
1	156	247	350	427	494	550	645	715	785,40	860	930						
1 1/4	242	384	543	665	770	860	1000										
1 1/2	350	550	780	960													
2	625	985															

ныхъ діаметровъ и при разныхъ давленіяхъ, — принимаютъ аэрометры съ выходными отверстиями разныхъ діаметровъ. Нижепомѣщенная таблица составлена этимъ способомъ.

Если въ воздушномъ резервуарѣ давленіе 50 фунтовъ, то черезъ круглое отверстіе въ  $\frac{1}{8}$ " воздухъ будетъ выходить въ количествѣ 14,5 куб. футъ въ минуту, и при отверстіи въ  $\frac{1}{4}$ " и при томъ же давленіи пройдетъ воздуха 58,2 куб. фут. въ минуту. Если эти цифры перемножить на количество слегка открытыхъ крановъ, то мы получимъ большое количество воздуха, теряемаго въ минуту. Единственнымъ средствомъ избѣжать эти утечки является уменьшеніе количества спускныхъ крановъ, а это можно достигнуть установкой большого резервуара, гдѣ вода аккумулируется и спускается одинъ или два раза въ сутки.

## Часть II.

### *Давленіе воздуха.*

Потеря энергіи, благодаря паденію давленія, измѣняется различно, и потери давленія не прямо пропорціональны давленію. Точное измѣненіе этой потери очень затруднительно, потому что энергія, затраченная на треніе въ воздухопроводахъ, превращается въ теплоту, которая частью передается желѣзнымъ трубамъ и разсѣивается въ окружающій воздухъ, а частью поглощается самимъ сжатымъ воздухомъ, слѣдствіемъ чего и является увеличеніе объема воздуха и его давленія.

Приблизительная потеря энергіи, все-таки, можетъ быть опредѣлена. Для данного случая можно предположить, что потерянная энергія, выражающаяся въ уменьшеніи давленія, равна той энергіи, какую требуется затратить для восстановленія давленія. Фиг. 1 даетъ приблизительное понятіе объ энергіи въ HP—минуту, потерянной даннымъ объемомъ воздуха при данномъ давленіи.

Если, напримѣръ, воздухъ, сжатый въ компрессорѣ до 60 фунтовъ, доставляется ко врубовой машинѣ при 30 фунтахъ, то по фиг. 1 видно, что каждые 1000 кубическихъ фут. воздуха требуютъ для сжатія до 30 фунтовъ,—125 HP—минуту и для подъема давленія до 60 фунтовъ потребуется 200 HP—минуту, разница въ 75 HP—минуту и будетъ выражать потерянную энергію въ данномъ

случаѣ при уменьшеніи давленія съ 60 до 30 фунтовъ.

При врубовыхъ машинахъ паденіе давленія рѣзко и быстро сказывается въ уменьшеніи добычи угля (поверхность подруба) и въ этихъ случаяхъ обычно ищутъ причины совсѣмъ не тамъ, гдѣ нужно, и часто малую производительность машинъ приписываютъ несовершенной конструкціи ихъ или неопытности персонала, обслуживающаго врубовую машину. Въ этомъ случаѣ поднять производительность машины очень просто,—нужно поддерживать давленіе, но наличность самага паденія можно установить только съ помощью измѣрительныхъ приборовъ, устанавливаемыхъ при самыхъ врубовыхъ машинахъ, и автору еще ни разу не приходилось наблюдать присутствіе манометровъ на моторахъ врубовыхъ машинъ на русскихъ рудникахъ.

### *Паденіе давленія въ трубахъ.*

Въ видахъ экономіи выбираютъ діаметры главнаго воздухопровода такъ, чтобы потеря давленія была незначительна, и подобная экономія не заслуживаетъ вниманія, потому что, дѣлая большія затраты на прокладку главнаго постояннаго воздухопровода, его разсчитываютъ для малаго паденія давленія и часто принимаютъ въ разсчетъ только существующіе или предполагаемые въ ближайшемъ будущемъ компрессоры и впослѣдствіи, при увеличеніи числа компрессоровъ или увеличеніи потребленія,—оказывается что діаметръ главнаго воздухопровода очень малъ и давленіе сильно уменьшается.

Отъ главнаго воздухопровода идутъ питательныя воздушныя трубы, и почему-то ихъ діаметры бывають часто въ 2 раза меньше діаметровъ главныхъ трубъ, между тѣмъ, эти діаметры должны быть только на 1" (или  $1\frac{1}{2}$ " максимально) меньше главнаго трубопровода, и вотъ по какимъ соображеніямъ: разстояніе главнаго воздухопровода возможно всегда заранѣе опредѣлить болѣе или менѣе точно; питательныя трубы проводятся временно и на разстоянія, которыя заранѣе опредѣлить трудно, ибо:

1) часто возникаетъ необходимость пользоваться воздухомъ въ мѣстахъ, непредположенныхъ раньше и расположенныхъ далеко въ сторону отъ главнаго воздухопровода.



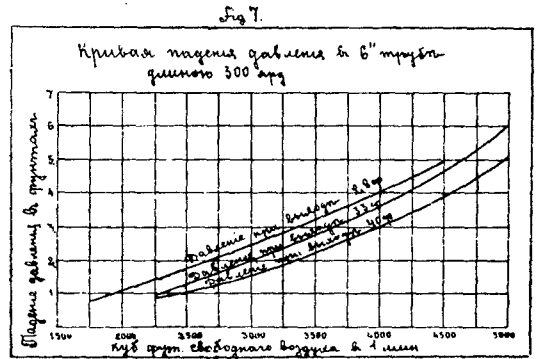
2) Врубная машина все время идет вперед и увеличивает длину питательной трубы, и идеальный случай применения врубной машины будет именно тот, когда машина идет вперед безостановочно до выработки всего поля.

Автор знает некоторые случаи, когда питательные трубы тянутся на расстоянии, в 4 раза превышающем длину главного воздухопровода, и при этом диаметр этих питательных труб в 2 раза меньше диаметра главного трубопровода.

*Измерение падения давления в трубах.*

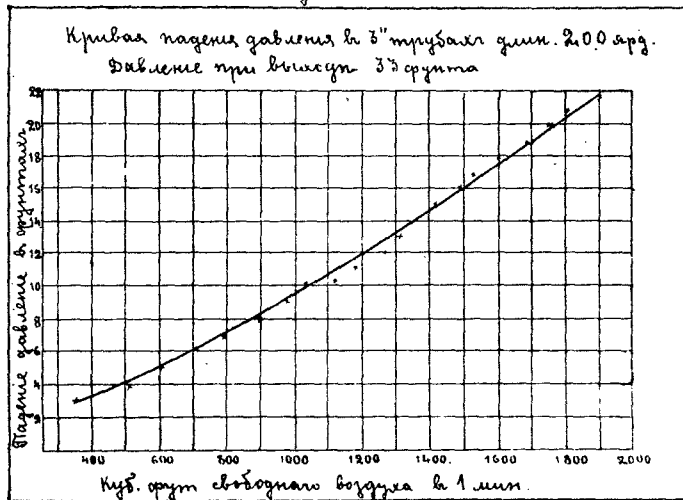
Опыт делается так: трубы соединялись и укладывались на поверхности, диаметр труб был 6", а длина воздухопровода 900 футов. На свободный конец трубы устанавливался вентиль для регулировки выхода воздуха в атмосферу, и резуль-

таты измерения с помощью аэрометра и манометра указаны на фиг. 7.



Кривые показывают интересную зависимость падения давления при одних и тех же объемах воздуха, но при разных первоначальных давлениях.

Fig. 8



Фиг. 8 иллюстрирует кривую для подобных опытов в трубах диам. в 3" и длиной в 600 футов при одном давлении в 35 фунтов.

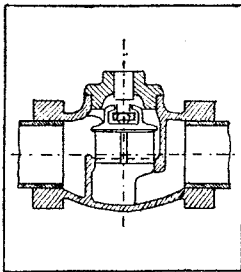
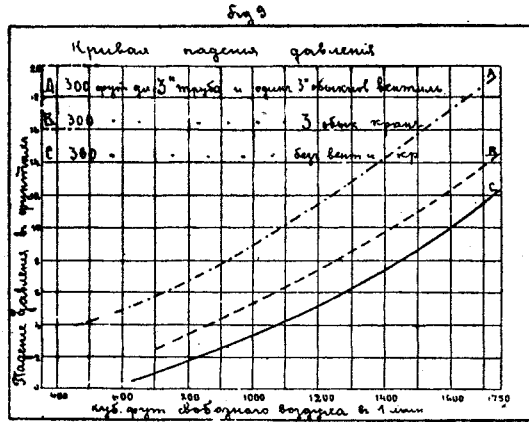
Обе кривые показывают, что падение давления увеличивается также с увеличением объема воздуха, вытекающего из труб.

*Падение давления в вентилях.*

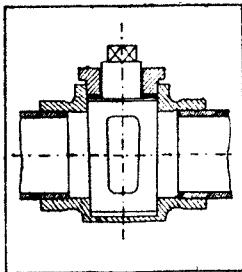
Были сделаны многочисленные опыты для определения потерь давления в вентилях различной конструкции, а также по трубам, согнутым под прямым углом.

Эти опыты показали, что обычно применяемые вентили служат причиной большого падения давления и в сущности большинство из них являются скорѣе „редуцирующими“ вентилями.

На фиг. 9 кривыя показывают потери въ давлении при 2 разныхъ вентиляхъ, разрѣзы которыхъ показаны на фиг. 10 и 11.



Фиг. 10. Вентиль 3"



Фиг. 11. Кранъ 3"

450 куб. фут. въ минуту сжатого воздуха, проходя черезъ вентиль по фиг. 10 въ 3" диаметра, даютъ потерю въ 4 фунта, а тѣ-же 450 куб. фут. въ минуту, проходя черезъ вентиль 3" по фиг. 11, теряютъ только 1½ фунта. Большая потеря давленія въ вентиль по фиг. 10 объясняется тѣмъ, что струя сжатого воздуха должна два раза изогнуться подъ прямымъ угломъ при своемъ прохожденіи черезъ этотъ вентиль. Вентиль по фиг. 11 далъ-бы еще меньше потерь въ давленіи, если-бы отверстіе въ пробкѣ было одинаковаго діаметра съ діаметромъ трубы; между тѣмъ, на практикѣ поверхность отверстія въ пробкѣ на 25% меньше діаметра трубы. Вентиль по фиг. 11 имѣетъ еще одно важное преимущество,—это возможность быстро прекращенія притока воздуха въ моторъ, а слѣдовательно, и быстрой остановки машины, что имѣетъ большое значеніе при работѣ съ врубными машинами.

Таблицы для расчетовъ діаметровъ воздухопроводовъ для различныхъ объемовъ и разныхъ давленій.

**Потери давления въ англ. фунтахъ при теченіи по трубамъ разнаго діаметра и длины на каждые 500 футъ.**

Первоначальное давление въ резервуарѣ въ 80 англ. фунтовъ—или въ 5,45 атмосферъ.

Количество куб. футъ свободного воздуха въ 1 минуту.

Диаметръ трубъ . . . дюймы	100	150	200	300	400	500	600	700	800	900	1000	1500	2000	2500	3000	3500	4000	4500	5000
1 1/4" . . . .	7.62	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
1 1/2" . . . .	2.93	6.87	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
2" . . . . .	0.65	1.47	2.68	6.01	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
2 1/2" . . . .	0.20	0.47	0.87	1.89	3.28	5.43	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
3" . . . . .	0.08	0.18	0.32	0.70	1.25	1.94	2.83	3.76	4.94	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
4" . . . . .	0.02	0.04	0.07	0.16	0.28	0.40	0.67	0.84	1.10	1.39	1.67	3.84	6.83	—	—	—	—	—	—
5" . . . . .	—	—	0.03	0.05	0.09	0.14	0.20	0.28	0.37	0.45	0.53	1.25	2.17	3.45	4.48	6.67	—	—	—
6" . . . . .	—	—	—	—	0.04	0.06	0.08	0.11	0.14	0.18	0.21	0.51	0.85	1.38	1.90	2.68	3.87	4.29	5.29
7" . . . . .	—	—	—	—	—	—	0.03	0.05	0.07	0.08	0.10	0.25	0.38	0.58	0.89	1.19	1.54	1.97	2.38
8" . . . . .	—	—	—	—	—	—	0.02	0.02	0.04	0.05	0.05	0.12	0.20	0.32	0.45	0.58	0.78	0.99	1.44
" . . . . .	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0.02	0.03	0.07	0.11	0.18	0.25	0.34	0.44	0.58	0.68
10" . . . . .	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0.02	0.03	0.06	0.10	0.15	0.19	0.26	0.34	0.39

**Потери давления въ англійскихъ фунтахъ при теченіи по трубамъ разнаго діаметра и длины на каждые 300 футъ.**

Первоначальное давление въ резервуарѣ въ 100 англ. фунтовъ, или въ 6,9 атмосферъ.

Количество куб. футъ свободного воздуха въ 1 минуту.

Диаметръ трубъ . . . . дюймы	100	125	200	300	400	500	600	700	800	900	1000	1500	2000	2500	3000	3500	4000	4500	500
1" . . . . .	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
1 1/4" . . . .	6.7	3.8	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
1 1/2" . . . .	2.57	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
2" . . . . .	0.6	0.83	2.22	4.97	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
2 1/2" . . . .	0.18	0.28	0.7	1.51	2.71	4.11	6.11	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
3" . . . . .	0.07	0.09	0.26	0.60	1.04	1.56	2.27	3.10	4.07	5.12	6.20	—	—	—	—	—	—	—	—
3 1/2" . . . .	0.02	0.04	0.12	0.27	0.47	0.07	1.08	1.39	1.84	2.33	2.82	6.43	—	—	—	—	—	—	—
4 1/2" . . . .	—	—	0.03	0.06	0.13	0.18	0.28	0.38	0.52	0.64	0.92	1.78	3.32	4.75	7.05	—	—	—	—
5" . . . . .	—	—	—	—	—	0.10	0.17	0.23	0.28	0.39	0.45	1.01	1.84	2.80	4.06	5.98	7.55	—	—
6" . . . . .	—	—	—	—	—	0.04	0.07	0.09	0.12	0.15	0.18	0.39	0.72	1.08	1.60	2.14	2.79	3.57	4.74
7" . . . . .	—	—	—	—	—	—	—	0.04	0.06	0.07	0.09	0.19	0.34	0.40	0.78	0.98	1.30	1.67	1.97

**Потери давления в английских фунтах при течении по трубам разного диаметра и длины на каждые 500 футов.**

Первоначальное давление в резервуаре в 125 англ. фунтов или 8,5 атмосф.

Количество куб. футов свободного воздуха в 1 минуту.

Диаметр трубы . . . . . дюймы	100	150	200	300	400	500	600	700	800	900	1000	1500	2000	2500	3000	3500	4000	4500	5000
1" . . . . .	19.72	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
1 1/4" . . . . .	5.43	12.70	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
1 1/2" . . . . .	2.12	4.80	8.43	19.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
2" . . . . .	0.46	1.03	1.82	4.10	7.28	11.37	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
2 1/2" . . . . .	0.15	0.32	0.57	1.27	2.23	3.48	5.05	6.82	8.90	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
3" . . . . .	0.06	0.12	0.21	0.48	0.84	1.33	1.89	2.60	3.35	4.25	5.24	11.76	—	—	—	—	—	—	—
4" . . . . .	0.01	0.03	0.06	0.11	0.19	0.28	0.44	0.58	0.75	0.97	1.17	2.61	4.68	7.28	10.60	14.30	—	—	—
5" . . . . .	—	—	—	—	0.70	0.10	0.14	0.19	0.25	0.31	0.38	0.84	1.98	2.29	3.35	4.60	6.10	7.51	9.22
6" . . . . .	—	—	—	—	—	—	—	—	0.10	0.12	0.15	0.33	0.61	0.91	1.31	1.80	2.34	2.94	3.10
7" . . . . .	—	—	—	—	—	—	—	—	0.50	0.06	0.07	0.15	0.26	0.44	0.60	0.83	1.10	1.34	1.67
8" . . . . .	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0.04	0.08	0.14	0.23	0.31	0.42	0.54	0.70	0.84
9" . . . . .	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0.08	0.12	0.17	0.24	0.30	0.38	0.45
10" . . . . .	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0.05	0.07	0.10	0.14	0.13	0.24	0.27

Потеря давления при прохождении воздуха в вентиль равна потерь на нижеуказанной длине прямого воздухопровода и вычисляется по следующей формуле:

$$\text{Дополнительная длина воздухопровода} = \frac{114,3 \times \text{Диам. трубы}}{1 + (3,6 + \text{Диам. трубы})}$$

т. е.

Диам. трубы	1"	1 1/2"	2"	2 1/2"	3"	4"	5"	6"
Доп. длина								
футов . . . . .	2	4	7	10	13	20	28	36
Тоже . . . . .	7"	8"	10"	15"	20"	22"	24"	
Тоже футов . . . . .	44	53	70	115	162	181	200	

Потеря давления при прохождении воздуха в углах и тройниках равна 2/3 потерь в вентилях (см. выше), т. е. дополнительную длину прямого воздухопровода нужно умножить на 2/3 на каждый угольник или тройник:

Диам. трубы.	1"	1 1/4"	2"	2 1/2"	3"	4"	5"	6"
Допол. длина								
футов . . . . .	2	3	5	7	9	13	19	24
Диам. трубы.	7"	8"	10"	15"	20"	22"	24"	
Тоже футов . . . . .	30	35	47	77	108	129	134	

**Примѣръ:** 6" воздухопроводъ длиной 750 футов имѣетъ: 1 вентиль, 3 угла и 3 тройника. Какая

будетъ общая длина воздухопровода для расчетовъ по вышеприведеннымъ таблицамъ?

*Рѣшеніе:* Общая длина будетъ равняться, по следующей формуле:

$$750 + 36 + (3 \times 24) + (3 \times 23) = 930 \text{ погон. футов.}$$

*Примѣчанія къ таблицамъ:*

1) Количество куб. футов (объемъ) сжатого воздуха при разныхъ давленияхъ — меньше объема свобод. воздуха въ:

при давленіи въ 80 англ. фунтовъ въ 6,46 разъ.
" " " 100 " " " 7,81 "
" " " 125 " " " 9,5 "

2) Для болѣ длинныхъ или болѣ короткихъ воздухопроводовъ эти потери будутъ пропорціональны длинѣ.

*Примѣры расчетовъ по этимъ таблицамъ:*

1) Въ воздушномъ резервуарѣ давленіе 80 англ. фунтовъ и производительность компрессора — 1500 куб. футовъ въ 1 минуту. На разстояніи 4500 футовъ работаютъ воздушные молотки, требующіе давленія не менѣе 76 англ. футовъ, т. е. допускающіе потерю не болѣе 4 фунтовъ. Какой долженъ быть минимальный діаметръ воздухопровода?

*Рѣшеніе:* Потеря 4 фунта на разстояніи 4500 футовъ, а на 500 футовъ эта потеря будетъ въ 9 разъ

меньше, или 0,44 англ. фунта. Подъ рубрикой 1500 куб. футъ мы находимъ минимальную потерю въ 0,51 англ. фунта, что соотвѣтствуетъ трубамъ діаметромъ въ 6".

2) Имѣется готовый воздухопроводъ длиной въ 2500 футовъ и діаметромъ въ 3". Сколько черезъ него можно пропустить сжатого воздуха при первоначальномъ давленіи въ 125 фунтовъ и допуская потерю до 25 англ. фунтовъ?

*Рѣшеніе:* Допущена потеря въ 25 англ. фунтовъ на 2.500 футовъ, а для 500 футъ эта потеря будетъ въ 5 разъ меньше, т. е. 5 англ. фунтовъ. Въ таблицѣ № 3 подъ рубрикой 8" діаметромъ находимъ двѣ величины потери: 4,24 и 5,24 фунта, т. е. количество, которое возможно пропустить по трубамъ въ 3" діаметромъ при потерѣ не болѣе 25 фунтовъ, будетъ равняться среднему между 900 и 1000 куб. футъ, т. е. около 950 футовъ въ 1 минуту.

*Наиболье соотвѣтствующее давленіе воздуха для врубовыхъ машинъ.*

Существуетъ тенденція примѣнять для врубовыхъ машинъ высокое давленіе, но необходимость этого еще сомнительна.

Для малыхъ переносныхъ воздушныхъ орудій, какъ то: молотки, перфораторы и проч., гдѣ легкій вѣсъ орудій заставляетъ пользоваться воздушными цилиндрами малыхъ размѣровъ, тамъ примѣненія высокаго давленія воздуха понятно и желательно.

Увеличенія первоначальнаго давленія влечетъ за собой многія неудобства, а именно:

1)—чѣмъ выше давленіе, тѣмъ больше потерь воздуха отъ утечки въ трубахъ;

2)—воздухъ, доставляемый ко врубовой машинѣ при излишнемъ давленіи, расходуетъ не экономично, и

3)—въ практикѣ всегда увеличеніе давленія дѣлается съ той цѣлью, чтобы компенсировать паденіе давленія въ трубахъ, небрежно уложенныхъ, и всегда неизбѣжно сопровождается вредными и рѣзкими колебаніями давленія въ моторѣ врубовой машины.

Кривыя на фиг. 5 показываютъ при подъемѣ ихъ по шкалѣ давленія, какъ параллельно увеличиваются и потери черезъ утечку. Кривыя относятся къ давленію въ 55 фунтовъ и при 60 и 70 фун-

тахъ, эти потери будутъ еще больше. Сами по себѣ потери черезъ утечку такъ велики, что слѣдуетъ всячески избѣгать причинъ ихъ увеличенія, т. е. въ данномъ случаѣ, повышеннаго давленія.

Конечно, будетъ необходимою держать на поверхности повышенное давленіе, если подземный воздухопроводъ уложенъ такъ, что даетъ громадныя утечки, и примѣромъ этому служить испытаніе врубовой машины (Табл. I), гдѣ, несмотря на первоначальнаго давленіе въ 74 фунта, воздухъ поступаетъ въ моторъ врубовой машины при 15,6 фунта, и результатомъ этого было невѣроятно большое количество воздуха на 1 кв. ярдъ подруба.

Большинство врубовыхъ машинъ отлично работаютъ при давленіи у мотора въ 35—40 фунтовъ, и колебанія этого давленія въ обѣ стороны не должны превышать 12½ фунтовъ.

Въ ранѣе помѣщенныхъ таблицахъ опытовъ съ врубовыми машинами указаны случаи, когда, при сравнительно маломъ давленіи въ 35 фунтовъ у вентиля, удавалось достигнуть максимальной экономіи въ расходованіи воздуха и при увеличеніи давленія экономія не увеличивалась. Фиг. 4 указываетъ, что сравнительно малое количество энергии при обработанномъ воздухѣ обязано очень малому среднему давленію (въ 20 фун.) при машинѣ. Болѣе высокое давленіе увеличило-бы производительность врубовой машины.

Давленіе въ 35 фунтовъ было-бы вполне достаточно для врубовой машины, и для этого давленія на поверхности не должно быть болѣе 50 фунтовъ, а тамъ, гдѣ воздухопроводы не очень длинны и соотвѣтственныхъ діаметровъ, давленіе на поверхности могло-бы быть уменьшено, даже, до 45 фунтовъ.

Этотъ выводъ подтверждается также анализомъ данныхъ въ таблицахъ I, II и IV. Эти таблицы даютъ, конечно, крайніе примѣры очень высокаго и очень низкаго давленія, также чрезвычайно большого и малаго паденій давленія, но тѣмъ легче вывести изъ нихъ среднія данныя для практическаго примѣненія.

Таблица VII даетъ среднія давленія у компрессоровъ и у забоевъ и основана на данныхъ 6 и 10 колоннъ въ таблицахъ I, II и IV. Здѣсь слѣдуетъ указать на маленькій выигрышъ въ давленіи благодаря аэростатической высотѣ столба сжатого воздуха (вертикальная воздушная труба въ стволѣ

шахты). Величина увеличенія давления въ этомъ случаѣ равна разницѣ въ вѣсѣ столба сжатого воздуха и такого-же столба воздуха при атмосферномъ давленіи. При глубинѣ шахты въ 2100 футъ при давленіи въ 60 фунтовъ и при температурѣ въ 62° Фаренгейта это излишнее давленіе будетъ около 4½ фунтовъ, величина, которой пренебрегать нельзя.

Данныя въ таблицѣ VII довольно грубо представляютъ собой среднія величины пропорціональныхъ потерь въ главныхъ и питательныхъ воздухопроводахъ, но отступленія отъ нихъ часты и сильно колеблются. Въ таблицѣ видно также, что наиболѣе серьезныя потери наблюдаются въ питательныхъ трубахъ и резиновыхъ переносныхъ рукавахъ.

*Гибкіе переносные рукава.*

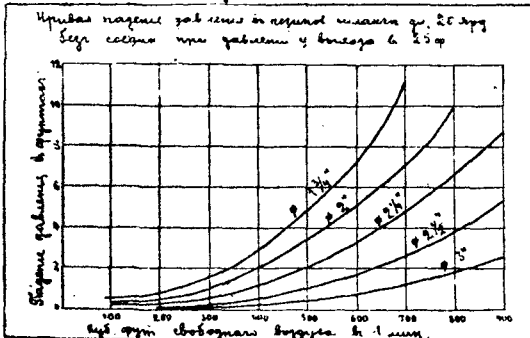
Всѣ вышеперечисленныя измѣренія показываютъ, что самыя серьезныя потери въ давленіи и въ объемѣ имѣютъ мѣсто въ переносныхъ резиновыхъ рукавахъ.

Примѣры: I-й въ таблицѣ № 1 и 10-й въ таблицѣ № IV, показываютъ что, съ одной стороны, паденіе давленія можетъ быть очень большое, а съ другой стороны,—это паденіе можетъ быть и очень незначительно. Какъ видно изъ таблицы VII паденіе давленія, въ среднемъ, изъ 31 опыта было 15 фунтовъ, что составляетъ около 29% средняго давленія при компрессорахъ. Фиг. 12 даетъ кривыя, которыя показываютъ паденіе давленія въ гибкихъ рукавахъ различныхъ діаметровъ для разныхъ объемовъ въ минуту при давленіи въ 25 фунтовъ.

Таблица VII

Среднее давленіе воздуха у забоя на основаніи принятъ въ таб I II и IV					
Составитель кал. в таб	6	7	8	9	10
	Давленіе при компр.	Давл. в концѣ возду. при пог. давленіи	Давл. в концѣ возду. при развѣтл. давл.	Паден. давлен. в рѣз. рукав.	Давл. при вр. машин
Количество набито при	38	32	38	28	31
Средн. давлен.	52.25	47	39.5	15	24.
Среднее пад. давленія		5.25	12.75	15	
Вотмосценіе сл. давл. на пол.		10%	25%	29%	46%
				100%	

Fig 12



*Утечка въ гибкихъ рукавахъ.*

Потери отъ 100 до 200 куб. футъ воздуха въ минуту въ гибкихъ рукавахъ наблюдаются очень часто. Иногда измѣренія показываютъ, что эти потери доходятъ до 840 куб. футъ въ минуту, и эти 840 куб. футъ потребовали въ компрессорѣ 146 HP, что въ часъ обходится около 4 р. 38 к. (по 3 к. за 1 HP-часъ), а въ 1 смѣну (10 ч.) это составитъ расходъ въ 43 р. 80 к.

*Діаметръ и длина гибкихъ рукавовъ.*

Обычно для этихъ рукавовъ примѣняется діаметръ въ 2", и фиг. 12 показываетъ, какое громад-

ное значеніе имѣють большіе діаметры, увеличенныя хотя-бы на  $\frac{1}{4}$ " въ сравненіи съ главнымъ воздухопроводомъ. Съ другой стороны, въ виду громоздкости рукавовъ діаметромъ въ 3", рекомендуется примѣнять не болѣе  $2\frac{1}{2}$ ", и въ случаяхъ замѣтной потери воздуха именно въ этихъ рукавахъ, слѣдуетъ пользоваться рукавами минимальной длины, не болѣе 80 футъ.

#### Соединенія для гибкихъ рукавовъ.

Эти соединенія въ большинствѣ случаевъ примѣняются очень неудобной формы и конструкціи, которыя еще больше увеличиваютъ потери. Внутренній діаметръ соединеній долженъ быть вполнѣ соответствующимъ діаметру самихъ рукавовъ.

Обычный способъ соединенія: два рукава соединяются желѣзной трубкой, наружный діаметръ которой равенъ внутреннему діаметру рукавовъ. Напримѣръ: 750 куб. футъ воздуха въ минуту въ рукавѣ діаметромъ въ 2" и при давленіи въ 35 фунтовъ проходятъ въ минуту со скоростью 14400 погон. футъ, и при этой большой скорости малѣйшія задержки сильно увеличиваютъ потери. Въ данномъ случаѣ соединительная трубка будетъ имѣть внутренній діаметръ  $1\frac{5}{8}$ ", и скорость движенія при тѣхъ-же условіяхъ будетъ не менѣе 22000 погон. футъ въ минуту, а такое увеличеніе скорости, конечно, отразится сильно на увеличеніи потерь.

#### Воздушныя врубовыя машины.

Условія работы для этихъ машинъ слѣдующія:

1) Машины работаютъ на мѣстахъ, наиболѣе отдаленныхъ отъ компрессоровъ, и поэтому давленіе воздуха при машинахъ всегда значительно ниже, чѣмъ у компрессора и чѣмъ у другихъ воздушныхъ моторовъ, расположенныхъ ближе къ стволу и къ компрессору.

2) Благодаря возможной параллельной работѣ нѣсколькихъ машинъ, остановка однѣхъ изъ нихъ сильно отзывается колебаніемъ давленія въ другихъ.

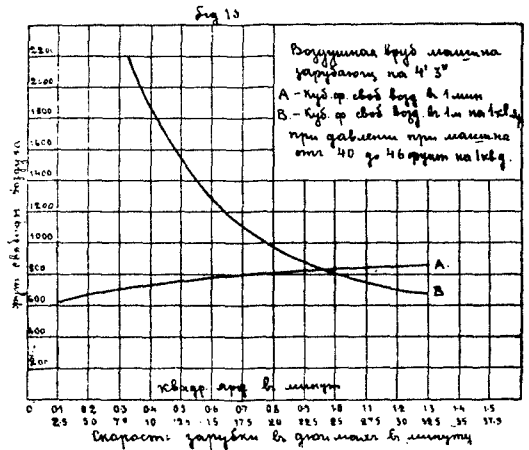
3) Нагрузка машинъ всегда колеблется и въ большихъ размѣрахъ.

4) Какъ у всѣхъ передвижныхъ машинъ, производительность ихъ зависитъ отъ мѣстныхъ условій и обслуживающаго персонала.

5) Онѣ работаютъ въ тѣсныхъ и темныхъ мѣстахъ среди пыли и грязи, и эти условія таковы, что содержаніе машинъ въ чистотѣ и порядкѣ является дѣломъ труднымъ и серьезнымъ.

#### Моторы врубовыхъ машинъ.

Кривыя на фиг. 13 иллюстрируютъ важность движенія машины вдоль забоя съ максимальной скоростью, на которую эти машины рассчитаны. Кривая А озредѣлена измѣрительными приборами, а кривая В высчитана по кривой А. Каждая врубовая машина будетъ имѣть свою собственную кривую, точная форма которой будетъ зависѣть отъ конструкціи машины, а также отъ отсѣчки золотниковъ.



При холостой работѣ врубовой машины требуется воздуха около 75% того объема, что при полной нагрузкѣ. Потребляемый объемъ воздуха зависитъ больше отъ скорости вращенія самага мотора, чѣмъ отъ скорости движенія машины вдоль забоя, и скорость этого движенія можетъ быть регулируема по желанію и не зависитъ отъ скорости вращенія мотора.

Эти кривыя даютъ слѣдующіе практическіе уроки:

1) Машинистъ не долженъ допускать скорость мотора больше, чѣмъ требуется для развитія достаточной силы при данной скорости вруба. При болѣе быстромъ вращеніи мотора, кромѣ механическихъ поломокъ, наблюдается чрезмѣрное и бесполезное расходованіе сжатого воздуха.

2) Зубки цѣпи должны быть достаточно остры, хорошо и правильно закалены и правильно установлены и закрѣплены.

3) Крѣпь должна быть установлена такъ, чтобы могла хорошо держать кровлю и по возможности меньше препятствовать безостановочному движению машины вдоль забоя.

Кривья также указываютъ, что поступательный ходъ машины вдоль забоя долженъ регулироваться, и машинистъ, пользуясь этой регулировкой, долженъ достигать максимальной производительности машины при разныхъ условіяхъ.

*Уходъ за машинами.*

Принято утверждать, что уходъ за воздушными врубовыми машинами проще и дешевле, чѣмъ за электрическими, но подобное мнѣніе не всегда справедливо. Справедливо только то, что, къ сожалѣнію, существующій уходъ за воздушными машинами въ дѣйствительности хуже, чѣмъ ему слѣдовало бы быть.

Коэффициентъ полезнаго дѣйствія всякаго воздушнаго мотора или цѣлой воздушной установки всегда постепенно уменьшается, и скорость этого уменьшенія зависитъ отъ массы причинъ. Коэффициентъ этотъ иногда падаетъ быстро, а иногда медленно, и съ этимъ слѣдуетъ считаться и поддерживать его частыми провѣрками отдѣльных моторовъ и всей установки.

Удовлетворительная работа врубовой машины еще не характеризуетъ экономическаго потребленія воздуха ея моторомъ, и если компрессоръ и воздушный резервуаръ и трубопроводы рассчитаны съ большимъ запасомъ, то излишекъ воздуха можетъ и не оказывать вреднаго вліянія на производительность машинъ, и хотя обычно излишняя трата воздуха въ моторѣ ведетъ за собой уменьшеніе подрубной способности машины, что видно изъ фиг. 13, изъ увеличенія объема воздуха на единицу поверхности подруба. Иногда излишнее количество воздуха является слѣдствіемъ овальныхъ формъ цилиндровъ и поршней, что случается всегда при попаданіи въ моторъ вмѣстѣ съ воздухомъ грязи, пыли и песчинокъ; поэтому рѣкомендуется обязательно продувать гибкіе рукава передъ тѣмъ, какъ присоединять ихъ къ вентилю мотора.

*Работа машины.*

Стоимость эксплуатаціи врубовой машины состоитъ изъ слѣдующихъ отдѣльныхъ расходовъ: а) проценты на затраченный капиталъ, б) амортизація, в) рабочая сила, г) энергія, д) зубки, масло и проч. матеріалъ и е) ремонтъ. Эти всѣ расходы можно раздѣлить на 2 группы, а именно: а, б и в—которые не зависятъ отъ производительности машины, и остальные измѣняются въ зависимости отъ поверхности подрубленной площади.

*Табла VIII*

Маш. стоимости мех. зарубки в минуту за 1 мин		за мин		за тон	
(A).	Погашение угл 5% за £450 — £22 10шл в годъ	1	9		0.21
(B).	Амортизація угл 1% за £450. — £56 в годъ	4	4		0.52
(C).	Рабочая сила	33	0		4.00
				39/1 <sup>d</sup>	
(A)	Всѣмъ воздуха 2.000 куб. фт на кв. футъ подрубы по 0.5 за 1 мин. НРВ в час	23	0		2.76
(E)	Зубки, масло и прочее	8	4		1.00
(F)	Ремонтъ	12	10		1.50
				24 1/2 <sup>d</sup>	16 <sup>d</sup>



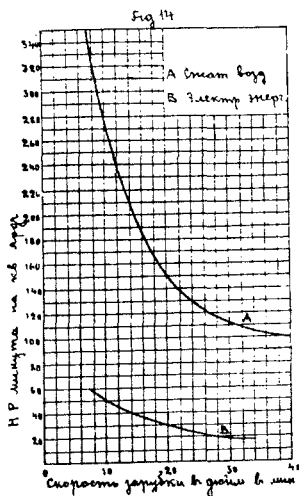
Въ таблицѣ VIII первая группа расходовъ основана на работѣ въ теченіе 260 смѣтъ въ году, а вторая группа относится къ производительности машины, т. е. подруба 100 кв. ярдовъ или около 600 тоннъ угля при данной высотѣ пласта. Первая группа расходовъ не измѣняется, а поэтому въ цѣляхъ дешевой добычи желательно достигнуть максимальной производительности машины. Уменьшеніе скорости подруба, зависящее отъ неисправностей въ машинѣ или отъ паденія давления, отражается на: а) бесполезномъ увеличеніи потребления воздуха, б) расходы 1, 2 и 3 сильно увеличиваются на каждую добытую тонну.

Паденіе давления съ 30 до 20 фунтовъ можетъ уменьшить вдвое скорость зарубки и увеличить тоже, вдвое количество воздуха и всѣ вышеуказанные расходы.

Главными условіями правильной работы врубовой машины являются: 1) поддержаніе одинаковаго давления, 2) содержаніе машинъ въ порядкѣ и особенно ея мотора, зубковъ и цѣпи (или диска), 3) правильные забои и своевременная подготовка ихъ и 4) основательное практическое знакомство машиниста съ машиной и ея отдѣльными частями.

#### Сравненіе воздушной машины съ электрической.

Кривыя на фиг. 14 показываютъ, какъ сильно разнятся измѣненія коэффициентовъ полезнаго дѣйствія воздушныхъ и электрическихъ врубовыхъ машинъ при колебаніяхъ нагрузки, и что экономическая работа съ воздушной врубовой машиной зависитъ больше отъ опытности машиниста, чѣмъ при электрической.



Обѣ машины работали въ совершенно одинаковыхъ условіяхъ и зарубка была мягкая. Малое потребление энергіи электрической машиной объясняется отсутствіемъ большихъ потерь и утечекъ и, кромѣ того, электрической моторъ работалъ въ замкнутой линіи и въ немъ не было такихъ потерь энергіи, какъ у воздушнаго мотора, гдѣ отработанный или излишній воздухъ выходя, изъ мотора уносить еще очень много неиспользованной энергіи.

#### Заключеніе.

Всѣ вышепомѣщенные таблицы составлены на основаніи многочисленныхъ опытовъ американскихъ, англійскихъ и русскихъ инженеровъ и произведенныхъ въ теченіе многихъ лѣтъ, и эти таблицы при болѣе тщательномъ изученіи ихъ приводятъ насъ къ очень печальнымъ выводамъ, а именно: больше половины потерь воздушной энергіи нужно считать, какъ слѣдствіе простой небрежности и незнанія техническихъ условій правильной воздушной установки.

Слѣдуетъ обратить вниманіе еще на одну ненормальность въ этомъ, которая въ Россіи особенно рѣзко выдѣляется, это отсутствіе инженеровъ специалистовъ по пневматикѣ, между тѣмъ во многихъ газовыхъ копяхъ сжатый воздухъ является единственной допустимой энергіей, которая, кромѣ приведенія въ дѣйствіе моторовъ, еще даетъ много свѣжаго, охлажденнаго чистаго воздуха въ мѣстѣ добычи угля, т. е. тамъ, гдѣ больше всего наблюдается большое выдѣленіе гремучаго газа.

Теорія сжатого воздуха еще сравнительно мало изучена, а существующіе воздушные моторы мало разработаны, и намъ кажется, что изученіе этихъ теоретическихъ и практическихъ вопросовъ поведетъ къ увеличенію коэффициента полезнаго дѣйствія воздушныхъ моторовъ, и въ данное время мы могли-бы намѣтить нѣсколько такихъ задачъ, спѣшное рѣшеніе которыхъ оказало-бы громадное вліяніе на быстрое распространеніе примѣненія силы сжатого воздуха, а именно:

1) Возможность работати съ небольшими давлениями, между 20 и 30 фунтами, что потребуетъ введеніе очень чувствительныхъ моторовъ и вполнѣ герметическихъ воздухопроводовъ.

2) Примѣненіе воздушныхъ моторовъ малыхъ размѣровъ съ минимальнымъ потребленіемъ воздуха. Въ этомъ направленіи уже сдѣланы успѣшные опыты съ воздушными турбинными моторами, установленными на врубныхъ машинахъ въ Америкѣ. Эти турбинные моторы занимаютъ мало мѣста и потребляютъ немного меньше воздуха, чѣмъ поршневые моторы.

3) Искусственное повышеніе давленія воздуха передъ поступленіемъ его въ моторы. Особенно это важно въ длинныхъ воздухопроводахъ и при недостаточномъ діаметрѣ ихъ, т. е. въ условіяхъ, когда давленіе быстро падаетъ, чему особенно способствуетъ и пониженіе температуры сжатого воздуха.

Съ этой цѣлью иногда сжатый воздухъ согревается, проходя черезъ печь, гдѣ сжигается какое нибудь топливо, воздухъ нагревается и вновь расширяется и увеличиваетъ давленіе, которое онъ

потерялъ, проходя по длиннымъ трубамъ, и въ такомъ расширенномъ видѣ и съ увеличеннымъ давленіемъ воздухъ поступаетъ въ моторъ. Эти печи простой конструкціи можно примѣнять только на поверхности. Авторъ предлагаетъ специалистамъ электрикамъ-инженерамъ разработать новый способъ электрическаго подогреванія воздуха въ трубахъ, для чего слѣдуетъ воспользоваться принципомъ электрическаго сопротивленія, состоящаго изъ металлическихъ проволокъ, которыя при пропусканіи тока нагреваются и будутъ сами нагревать проходящій сжатый воздухъ. Преимущества этого способа слѣдующія:

а) совершенно не занимаютъ мѣста, будучи вставлены въ воздушныя трубы;

б) простая и безопасная конструкція, позволяющая пользоваться ею даже въ газовыхъ шахтахъ, и

в) удобство и дешевизна эксплуатаціи.

*Инж. И. В. Савалевъ.*

## Исключительный случай обезуглероживанія стали при закалкѣ.

Въ „Iron and Steel Institute (стр. 1013) г. Гринвудъ (H. C. Greenwood) сообщаетъ: при закалкѣ штампованной стали въ муфельной электрической печи произошелъ слѣдующій случай:

Въ электрическомъ муфелѣ нагревался образецъ штампованной стали анализа С = 1%, Ст 1% впродолженіи 1½ часа при температурѣ 820°С. Поверхность образца была закрыта желѣзной крышкой наполненной древесно-угольной мелочью. Образецъ послѣ вышеуказаннаго времени былъ вынутъ и охлажденъ подъ струей воды. Обнаружилось странное явленіе; поверхность сдѣлалась мягкой, тогда какъ въ прочихъ частяхъ

измѣненія въ твердости не замѣчено. При нагреваніи образца безъ угля, поверхность его покрылась мелкими рябинами благодаря окисленію, но твердость осталась неизмѣнною, равно какъ при замѣнѣ угольнаго порошка мелкимъ пескомъ. Испытанія нѣсколькихъ образцовъ этой стали показали, что тѣ, которые нагревались безъ древесно-угольнаго порошка заключали 0,87—1,08% С, нагрѣтые же съ древесно угольнымъ порошкомъ заключали 0,38—0,59%. Объясненій этому факту испытатель не даетъ, но собираетъ справки, не замѣчалось ли такое явленіе раньше другими испытателями.

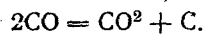
## Смѣшанная цементация стали.

(La technique moderne 19  $\frac{1}{II}$  14).

### Условія периферического обуглероживанія.

Многочисленные опыты, произведенные съ твердыми цементирующими веществами, показали, что цементация происходит исключительно за счетъ образующихся газовыхъ продуктовъ, особенно окиси углерода. Искательство условий периферической цементации сводится исключительно въ области газовыхъ цементовъ. Цементирующие газы суть: CO, CN, C<sup>m</sup> H<sup>m</sup>.

Главное условіе, чтобы во всѣхъ случаяхъ происходила диссоціация газа съ выдѣленіемъ С, т. е. должно существовать уравненіе напимѣръ для CO:



Условіе равновѣсія опредѣляется отношеніемъ

$$\frac{CO}{CO_2}$$

Теоретически масса факторовъ вліяетъ на ходъ цементации газомъ. Значительный успѣхъ въ этой области былъ достигнутъ трудами г. Жіюлитти туринскаго профессора и его учениковъ. Ислѣдованія надъ вліяніемъ разныхъ температуръ, давленій, скоростей чистой CO, этилена, метана, свѣтильнаго газа, окиси углерода въ смѣси съ углеводородами и, наконецъ, окиси углерода въ присутствіи твердаго угля даетъ возможность классифицировать по кривымъ концентрации—глубины на три типа:

1) Концентрація углерода не достигаетъ 0,9% и концентрація С идетъ равномерно уменьшаясь отъ периферіи къ центру. Это случай цементации чистой CO.

2) Поверхность сильно обуглерожена выше 0,9% С, затѣмъ идетъ быстрое пониженіе; это цементация газообразными углеродистыми соединениями и твердымъ углемъ—рѣзкая цементация.

3) Содержаніе С на периферіи 0,9% или близко этой цифры, оно остается постояннымъ до нѣкоторой глубины, затѣмъ постепенно уменьшается. Это смѣшанная цементация С и CO.

Въ этомъ цементѣ окись углерода играетъ роль растворителя углерода въ которомъ, благодаря разницѣ въ значеніяхъ отношенія равновѣсія  $\frac{CO}{CO_2}$

въ присутствіи углерода и углеродистаго желѣза  $\gamma$ , распределяется углеродъ въ толщѣ стали. Скорость возстановленія равновѣсія въ присутствіи С такова, что можно вмѣсто окиси углерода пользоваться угольной кислотой, пропустивъ ее предварительно черезъ слой угля въ зернахъ въ нѣсколько сантиметровъ толщиной, при температурѣ цементации, чтобы получить соотвѣтственно отношеніе  $\frac{CO}{CO_2}$ . Это дѣлается на практикѣ.

При спѣшной цементации можно получить содержаніе С выше и ниже 0,9%. Въ первомъ случаѣ прибавляютъ CO<sub>2</sub>, или пары углеводородовъ, напимѣръ бензола, во-второмъ случаѣ разжижая цементирующий газъ, парами инертнаго газа, напр. азота.

Оставляя въ сторонѣ цементы рѣзкіе, газовые углеводороды, цементы твердые, возьмемъ цементы, которые даютъ проникновеніе на малую глубину (не болѣе нѣсколькихъ десятыхъ  $\frac{m}{m}$ , при значительной периферической твердости. Цементы твердые, напимѣръ древесный уголь въ смѣси съ углекислымъ баріемъ, тѣмъ неудобны, что даютъ возможность дѣйствовать въ одномъ направленіи, а глубина цементации и периферическая твердость находятся въ зависимости одна отъ другой. Смѣшанная система цементации даетъ возможность уничтожить эту зависимость и вести цементацию по желанію. Въ случаѣ, когда цементация производится древеснымъ углемъ и CO<sub>2</sub>, автоматическое ограниченіе содержанія С до 0,9% крайне важно, при цементации издѣлій имѣющихъ острые углы (фрезы, зубчатая зацѣпленія) такъ какъ твердый цементъ способствуетъ скопленію цементита въ углахъ, что дѣлаетъ ихъ очень хрупкими.

Результаты изслѣдованія Жіюлитти и Таванти показали, что во всякій періодъ медленнаго схлажденія послѣ цементации благодаря явленіямъ ликвации, происходитъ отложеніе цемента у периферіи слоя, въ которомъ содержаніе С превышаетъ 0,9%, вслѣдствіе чего получается рѣзкое измѣненіе кривой глубины цементации и является чешуйчатое сложеніе. Съ точки зрѣнія термической обработки

нужно чтобы закалкѣ предшествовалъ періодъ медленнаго охлажденія, а цементация не превосходила бы значительно предѣла 0,9<sup>0</sup>/<sub>0</sub>.

Теоретическое и практическое рѣшеніе задачи даетъ смѣшанная цементация. Газы играютъ роль растворителя углерода. Важно имѣть хорошую циркуляцію газовъ, для этого нужно, чтобы древесный уголь, идущій въ дѣло, имѣлъ постоянную пористость, т. е. былъ зерненный и свободный отъ пыли. Древесный уголь обладаетъ малой теплопроводностью, медленно нагрѣвается и медленно охлаждается. Зерненный, онъ при высокой температурѣ обладаетъ большой текучестью и хорошо заполняетъ промежутки. Это свойство его составляетъ практическую основу смѣшанной цементации.

Достаточно имѣть при желаемой температурѣ ящикъ или реторту для номѣщенія цементируемыхъ предметовъ и засыпать ихъ зерненымъ древеснымъ углемъ, который заполнить всѣ промежутки. Выгоды слѣдующія:

1) Упрядняются грузныя цементовочныя опоки и установка ихъ.

2) Упрядняется нагрѣваніе опоки, на что затрачивается не мало времени и горючаго, въ особенности при твердомъ цементѣ, который дурно проводитъ тепло, благодаря чему обрабатываемыя издѣлія цементируются не въ одинаковой степени. При цементации смѣсью угля съ углекислымъ баріемъ были замѣчены: колебанія цементации отъ 1,95<sup>m</sup>/<sub>m</sub> до 1,40<sup>m</sup>/<sub>m</sub>, тогда какъ въ маленькихъ образцахъ, расположенныхъ возлѣ, проникновеніе было отъ 3,40<sup>m</sup>/<sub>m</sub> до 2,50<sup>m</sup>/<sub>m</sub>. Для того, чтобы этимъ цементомъ при температурѣ 1000<sup>0</sup> получить глубину цементации въ 1<sup>m</sup>/<sub>m</sub> въ брускахъ діаметромъ 15<sup>m</sup>/<sub>m</sub>, помѣщенныхъ въ ящикахъ діаметромъ 120<sup>m</sup>/<sub>m</sub>, потребовалось 2½ часа, тогда какъ для брусковъ діаметромъ 80<sup>m</sup>/<sub>m</sub> въ ящикахъ 320<sup>m</sup>/<sub>m</sub> діаметромъ потребовалось 9 часовъ.

Всѣ эти разницы упрядняются при примѣненіи смѣшанной цементации при которой температуру, какъ начальную, такъ и во время процесса можно измѣрить погруженіемъ термоэлектрической пары въ желаемыя точки.

3) Экономія въ цементирующихъ веществахъ, которые дешевы и могутъ служить для нѣсколькихъ операций.

4) Благодаря равномерности цементации уменьшается деформация.

5) Возможность цементировать въ одномъ ящикѣ предметы разной толщины и размѣровъ.

Упомянемъ вкратцѣ о цементации въ вертикальной ретортѣ на заводѣ Сампьердарена (Sampierdarena). Цементация обходится 0,06 fr килограммъ, считая 100<sup>0</sup>/<sub>0</sub> общихъ накладныхъ расходовъ при суточномъ производствѣ 600 до 700 kg. Расходъ горючаго отъ 300 до 400 kg газового кокса на 1200 до 2000 штукъ издѣлій въ смѣну. Угольная кислота употребляется сжатая въ стальныхъ бутылкахъ въ количествѣ 400 до 500 литровъ въ сутки. Смотря по температурѣ глубина цементации въ 1<sup>m</sup>/<sub>m</sub> получается въ теченіи 1—2 часовъ.

Способъ этотъ примѣнялся при сквозной цементации желѣза, предназначеннаго для переплавки въ тигляхъ. Глубина цементации достигалась до 15<sup>m</sup>/<sub>m</sub> содержаніе С - 1,2<sup>0</sup>/<sub>0</sub> въ теченіи трехъ дней, тогда какъ раньше для достиженія тѣхъ же результатовъ требовалось 18 дней.

Интересные результаты получились при цементации броневыхъ плитъ. Броня толщиной 200<sup>m</sup>/<sub>m</sub> нагрѣвалась до температуры 1100—1500<sup>0</sup> въ теченіи 5 сутокъ; глубина цементации получилась 45—50<sup>m</sup>/<sub>m</sub>, причемъ содержаніе С въ периферическомъ слоѣ не превышало 1,2<sup>0</sup>/<sub>0</sub>.

При цементации свѣтильнымъ газомъ при глубинѣ цементации 25<sup>m</sup>/<sub>m</sub>, тотъ же слой содержалъ 1,8—2<sup>0</sup>/<sub>0</sub> С, что дѣлало его слишкомъ хрупкимъ.

Цементация идетъ прогрессивно: въ двухъ хромоникелевыхъ плитахъ толщиной 250<sup>m</sup>/<sub>m</sub> и 280<sup>m</sup>/<sub>m</sub> на глубину 25<sup>m</sup>/<sub>m</sub> уменьшеніе С было на 0,38<sup>0</sup>/<sub>0</sub> при смѣшанной системѣ и 1,33<sup>0</sup>/<sub>0</sub> при работѣ свѣтильнымъ газомъ. Итакъ, смѣшанная система цементации, выясняя теорію, даетъ экономическія выгоды въ скорости процесса, помимо того вполне безопасна, разбиваетъ критику благодаря которой цементация одно время была въ загонѣ, и даетъ возможность замѣнять во многихъ случаяхъ дорогую специальную инструментальную сталь цементированной.

## По поводу несчастных случаевъ въ спасательныхъ аппаратахъ.

Частые случаи гибели членовъ спасательныхъ командъ, имѣвшіе мѣсто за послѣдніе годы на рядѣ рудниковъ \*) Донецкаго бассейна даже при работахъ несложнаго характера, заставляютъ обратить на это явленіе серьезное вниманіе. Они заслуживаютъ его уже потому, что ими дискредитируется самый принципъ цѣлесообразности примѣненія при спасательныхъ работахъ въ рудникахъ современныхъ респираторовъ и поддерживается пессимистическое настроеніе у лицъ, хотя бы разъ испытавшихъ горькое чувство обиды при видѣ напрасныхъ жертвъ, оказавшихся бесполезными, несмотря на всю ихъ самоотверженность.

Причины всѣхъ несчастныхъ случаевъ подобнаго рода могутъ быть раздѣлены на 3 основныя группы; ихъ надо искать: 1) въ общемъ несовершенствѣ существующихъ аппаратовъ или въ порчѣ въ нихъ отдѣльныхъ частей, 2) въ неумѣннн пользоваться аппаратами, или же, наконецъ, 3) въ отсутствіи у членовъ спасательной команды достаточнаго самообладанія и увѣренности въ своихъ силахъ.

Даже наилучшіе изъ существующихъ сейчасъ респираторовъ (апп. Дрегерра, Вестфалія и др.), — понятно, все же не могутъ считаться совершенными. Ихъ примѣненіе всегда связано съ нѣкоторымъ рискомъ, и даже исправный аппаратъ при извѣстныхъ условіяхъ можетъ сдѣлаться причиной несчастнаго случая. Но рискъ, основанный на несовершенствѣ конструкции аппаратовъ, такъ сказать, профессиональный рискъ спасательныхъ командъ — все же не настолько великъ, чтобы только однимъ имъ можно было объяснить всѣ несчастные случаи при спасательныхъ работахъ. Въ частности, по отношенію къ Донецкому бассейну необходимо признать, что большинство извѣстныхъ мнѣ случаевъ едва ли могутъ быть отнесены къ указанной сейчасъ категоріи ихъ.

Нѣсколько большее практическое значеніе имѣетъ неисправность самого аппарата, обусловленная условіями его храненія или надзора за нимъ. Вся-

\*) Только за послѣдніе 3 мѣсяца были два такихъ случая (рудн. Нелѣповскій и Вѣтка), окончившіеся смертью 3 человекъ.

кій аппаратъ, а въ особенности такой, сравнительно сложный, какъ аппаратъ Дрегерра, понятно, нуждается въ постоянномъ контролѣ. Многочисленныя резиновыя части его, начиная отъ рукавовъ, діафрагмы и кончая прокладками, отъ храненія въ сухомъ съ перемѣнной температурой воздухѣ трескаются, латунныя части (напр. инжекторъ) покрываются зеленью, вставленные въ аппаратъ патроны разлагаются и т. д. Понятно, всѣ эти дефекты сами по себѣ не являются еще причиной несчастія, такъ какъ аппаратъ передъ началомъ работы долженъ подвергаться строгой провѣркѣ. Къ сожалѣнію, послѣдняя въ обстановкѣ, сопутствующей явленію въ рудникѣ пожара или взрыва, производится не всегда съ достаточной полнотой, — и въ этомъ обстоятельствѣ въ нѣкоторыхъ случаяхъ надо искать корень зла.

Несчастные случаи отъ неисправности аппаратовъ, главнымъ образомъ, вызываются или проникновеніемъ въ нихъ снаружи окиси углерода, или же прекращеніемъ циркуляціи воздуха и кислорода по аппарату. Окись углерода можетъ проникнуть 1) черезъ щели въ мѣстахъ соединенія отдѣльныхъ частей, если утеряны резиновыя прокладки (очень часто такіе зазоры образуются въ нарѣзкѣ патроновъ, если отъ неосторожнаго обращенія верхняя крышка патрона нѣсколько погнута или винтовая нарѣзка испорчена); 2) черезъ отверстія въ шлангахъ, патронахъ, въ пневматическомъ кольцѣ шлема, мундштучной коробкѣ (при ударахъ довольно легко раснаивается) и мѣшкахъ (прорезиненная матерія мѣшковъ, напримѣръ, дѣлается проницаемой для воздуха, если при небрежномъ обращеніи съ нею ее приводятъ въ соприкосновеніе съ ѣдкой щелочью, высыпающей изъ патроновъ). Обнаруженіе всѣхъ этихъ дефектовъ производится очень легко и быстро простымъ продуваніемъ собраннаго уже аппарата; примѣненіе этой мѣры *при всякихъ условіяхъ* надо считать обязательнымъ.

Прекращеніе циркуляціи воздуха въ аппаратѣ можетъ прежде всего обусловиться: 1) отсутствіемъ достаточнаго запаса кислорода въ бутылкахъ (напр. при накачиваніи въ нихъ кислорода могъ быть открытъ только вентиль одной бутылки — въ этомъ случаѣ другая остается пустой); 2) быстрымъ его

расходованием • (кислородъ можетъ частью удалиться при перевозкѣ аппарата, когда толчки его о стѣнки ящика могутъ вызвать ослабленіе вентиля или соединительной гайки); оно можетъ произойти отъ утечекъ кислорода во время работы аппарата черезъ трещинки въ діафрагмѣ, черезъ предохранительный клапанъ и соединительную гайку, если она слабо завинчена или не имѣетъ прокладки. Кромѣ того, прекращеніе циркуляціи воздуха можетъ быть вызвано закупоркой какой либо части аппарата: 1) засореніемъ инжектора, 2) заполненіемъ трубки подъ патронами порошкомъ ѣдкаго кали и натра, образовавшимся при перевозкѣ патроновъ (случай, наблюдавшійся мною съ патрономъ анн. Вестфалія), 3) закупоркой каналовъ внутри патрона (можетъ легко случиться, если по ошибкѣ въ аппаратъ вставлены старые патроны съ разложившейся уже щелочью) и 4) порчей редукціоннаго клапана.

Я имѣлъ возможность наблюдать еще одинъ случай закупорки воздушныхъ путей въ аппаратѣ, благодаря прилипанію дыхательныхъ клапановъ къ соответствующимъ приливамъ. Прилипаніе произошло отъ высыханія проникшей къ клапану слюны и было обнаружено, понятно, очень скоро послѣ включенія аппарата. Это обстоятельство не помѣшало однако работавшему въ аппаратѣ потерять сознаніе: не получая свѣжаго воздуха и испытывая затрудненіе при вдыханіи, онъ принужденъ былъ пользоваться только выдыхаемымъ воздухомъ съ углекислотой.

Своевременное обнаруженіе такого рода дефектовъ такъ же не требуетъ большого труда. Для него достаточно провѣрить давленіе кислорода въ обѣихъ бутылкахъ по отсчетамъ манометра, непроницаемость для кислорода соединительныхъ каналовъ путемъ поднесенія къ нимъ зажженной спички и правильность циркуляціи воздуха по аппарату контрольнымъ мѣшкомъ или водянымъ манометромъ. Последняя провѣрка требуетъ, къ сожалѣнію, довольно много времени, поэтому на станціяхъ, въ которыхъ общая организація контроля за аппаратами достаточно совершенна, она можетъ быть замѣнена опредѣленіемъ силы воздушной струи въ подающей воздухъ шлангѣ путемъ поднесенія ея къ лицу.

Соблюденіе всѣхъ указанныхъ выше мѣръ можетъ значительно уменьшить шансы на появленіе

несчастнаго случая при работѣ съ провѣреннымъ такимъ образомъ аппаратомъ, но, какъ само собою разумѣется, оно не въ силахъ предупредить возникновеніе новыхъ осложнений отъ небрежнаго или неумѣлаго обращенія съ приборомъ.

Для большаго уясненія такого рода случаевъ я приведу нѣкоторые изъ нихъ, какъ имѣвшіе мѣсто на практикѣ, такъ и относящіеся къ разряду возможныхъ.

При шлемовомъ аппаратѣ можетъ, напримѣръ, очень легко произойти засасываніе ядовитыхъ газовъ черезъ щели неплотно прижатаго къ лицу пневматическаго кольца. Разъ надутое кольцо обычно начинаетъ постепенно опадать, а потому оно нуждается въ частомъ подкачиваніи въ него воздуха. Кромѣ того, если форма шлема не вполне совпадаетъ съ формой головы (въ особенности, если на лицѣ есть борода), даже очень сильное накачиваніе кольца не создаетъ герметическаго прилеганія его къ лицу. (Необходимо заранѣе подбирать шлемы для опредѣленныхъ лицъ команды). Хорошо пригнанный шлемъ можетъ оказаться не герметичнымъ при ударахъ головой о крѣпь, сильныхъ наклоненіяхъ ея и пр. Все это заставляетъ требовать отъ работающаго въ аппаратѣ постоянного наблюденія за состояніемъ пневматическаго кольца: небрежность или невнимательность можетъ повлечь за собой частичное или полное отравленіе.

При мундштучномъ аппаратѣ постепенное отравленіе можетъ происходить отъ двухъ причинъ: при неплотномъ зажатіи мундштука во рту (попыткахъ разговаривать и пр.) и, что важнѣе, при плохомъ прикрѣпленіи носового зажима. Иногда, напримѣръ, носъ не зажимается совсѣмъ, а заполняется ватой, не пропитанной вазелиномъ; въ этомъ случаѣ, очевидно, воздухъ будетъ просасываться черезъ вату, какъ черезъ фильтръ. Часто зажимъ (дрегеровскій зажимъ не требуетъ примѣненія ваты) не удачно прикрѣпляется къ носу (зажиматься должна средняя часть носа около хряща и плотность зажатія должна провѣряться пробнымъ втягиваніемъ воздуха черезъ зажатый носъ). Такъ какъ даже хорошо пригнанный зажимъ при потѣни лица легко соскальзываетъ, то является также необходимость постоянно слѣдить и за его состояніемъ.

Примѣромъ неумѣлаго пользованія аппаратомъ можетъ служить также слѣдующій случай. Очень

часто въ цѣляхъ экономіи въ кислородѣ аппаратъ включается только въ мѣстахъ, гдѣ уже имѣются очевидные внѣшніе признаки (дымъ, потуханіе лампъ, запахъ гари и т. д.), говорящіе о непригодности воздуха для дыханія. Между тѣмъ, обычно окись углерода наблюдается уже на значительномъ разстояніи отъ очага взрыва или пожара, и движеніе по такимъ выработкамъ влечетъ за собой отравленіе еще до момента включенія аппарата. (При взрывѣ на Орлово-Еленевскомъ рудникѣ первая артель не могла даже работать въ аппаратахъ, благодаря такому отравленію). Точно также, въ случаяхъ, когда спасательныя работы сводятся къ нѣсколькимъ послѣдовательнымъ возвращеніямъ къ пункту, гдѣ предполагается присутствіе чистаго воздуха, т. е., практически, гдѣ горятъ лампы Вольфа и могутъ находиться люди безъ аппаратовъ (обычно всегда угорающіе), также можетъ произойти частичное отравленіе при выключеніи аппаратовъ и разговорахъ. Такъ какъ отравленіе окисью углерода дѣлается ощутительнымъ только при достиженіи имъ значительныхъ размѣровъ, то и нѣтъ ничего удивительнаго въ томъ, что лица, отравившіяся при указанныхъ выше условіяхъ, продолжаютъ работу въ аппаратѣ пока, наконецъ, не начинаютъ терять способность къ передвиженію (при взрывѣ на ш. Италія наблюдалось нѣсколько случаевъ такого рода). Возможно, что при этомъ можетъ оказать свое вліяніе еще слѣдующее обстоятельство. Обычно отравившіяся и не замѣчающій этого человекъ при выходѣ на свѣжій воздухъ начинаетъ испытывать рѣзкое ухудшеніе самочувствія: головную боль, головокруженіе, тошноту, слабость и пр. Такъ какъ въ аппаратѣ Дрегера иногда уже черезъ  $\frac{1}{2}$  часа послѣ включенія его циркулируетъ воздухъ съ содержаніемъ кислорода до 50%, то быть можетъ возможно наблюдать такого рода явленія и въ немъ, понятно при условіи предварительнаго отравленія работающаго въ аппаратѣ. Недостаточно дисциплинированный человекъ въ такихъ случаяхъ можетъ потерять присутствіе духа.

Были также примѣры (въ Германіи), когда работающій въ аппаратѣ позабывалъ открыть по прошествіи часа вентиль второй бутылки и терялъ сознание отъ прекращенія циркуляціи кислорода по аппарату. Моментъ истощенія запаса въ верхней бутылки обычно узнается по быстрому повышенію

температуры вдыхаемаго воздуха и по наступающему при этомъ затрудненію самого дыханія; эти симптомы могутъ, конечно, быть поняты такъ-же и какъ указаніе на порчу аппарата, если надѣвший его недостаточно опытенъ.

Къ числу примѣровъ, иллюстрирующихъ немѣлое обращеніе съ аппаратами, могущее повлечь за собою нежелательныя послѣдствія, можно присоединить еще также случаи неправильнаго производства работы въ аппаратѣ. Затрудненія въ дыханіи, получающіяся при этомъ, могутъ произойти отъ двухъ причинъ. Съ одной стороны, короткія и частныя дыханія, появляющіяся при усиленной работѣ, могутъ повлечь за собой, особенно въ шлемовомъ аппаратѣ, гдѣ передъ лицомъ имѣется достаточно большое свободное пространство, вторичное всасываніе въ легкія только что выдохнутаго обогащеннаго углекислотой воздуха; а это обстоятельство въ свою очередь вызываетъ уже всѣ признаки отравленія. Съ другой стороны, не надо забывать, что пропорціонально работѣ увеличивается и потребность въ воздухѣ<sup>\*)</sup>; между тѣмъ аппаратъ Дрегера можетъ дать только 50 литровъ въ минуту при условіи нормальнаго сопротивленія патроновъ. Недостатокъ воздуха, если онъ во время не замѣченъ, можетъ повлечь за собой очень тяжелыя ощущенія (стукъ въ вискахъ, усиленное сердцебиеніе, головная боль, задыханіе) и, если работа не будетъ немедленно прервана, то даже и потерю сознания. Люди со слабымъ сердцемъ въ такихъ случаяхъ, особенно при работѣ въ мѣстахъ съ сильно нагрѣтымъ воздухомъ, рискуютъ получить разрывъ сердца (лица съ сердечными заболеваниями въ спасательныя артели поэтому не принимаются).

Послѣдніе два примѣра приводятъ насъ къ третьей изъ указанныхъ мною выше причинъ несчастныхъ случаевъ, — именно, къ отсутствію у работающаго въ аппаратѣ достаточнаго спокойствія и самообладанія для быстраго устраненія возникающихъ при работѣ затрудненій. Условія спасательныхъ работъ сами по себѣ требуютъ очень много вниманія, тѣмъ болѣе важно, чтобы несущій на себѣ аппаратъ, какъ бы автоматически, быстро и

\*) При работѣ въ аппаратѣ, соответствующей простому движенію со скоростью 5 миль въ часъ, по даннѣмъ Dr. Haldan'a, требуется около 75 литровъ воздуха въ минуту.

умѣло, слѣдилъ за всѣми осложненіями въ немъ и немедленно принималъ мѣры, ихъ парализующія. Это достигается или длительной тренировкой членовъ спасательныхъ командъ или же прекраснымъ знакомствомъ ихъ съ конструкціей аппаратовъ. Для иллюстраціи крайней простоты большинства требующихся въ такихъ случаяхъ мѣръ я приведу нѣсколько примѣровъ. Я уже говорилъ о возможности потерять сознание при прилипаніи дыхательнаго клапана къ приливамъ. Между тѣмъ, достаточно въ случаяхъ затрудненія при вдыханіи быстро сжать руками мѣшокъ для чистаго воздуха а при затрудненіи выдыханія—сдѣлать быстрое выталкиваніе воздуха изъ легкихъ,—чтобы освободить прилипшій клапанъ. Точно также надо поступать при бездѣйствіи выпускнаго клапана, предназначеннаго для вывода наружу избытка воздуха. При затрудненіяхъ при усиленной работѣ, связанныхъ съ опаданіемъ мѣшка съ чистымъ воздухомъ значительное облегченіе наступаетъ послѣ перевода въ него части воздуха изъ другого мѣшка. Перепусканіе это производится сжатіемъ стѣнокъ мѣшка для выдыхаемаго воздуха.

Число подобнаго рода примѣровъ можетъ быть значительно увеличено, хотя и сказаннаго достаточно для того, чтобы понять, какую важность для работающаго въ аппаратѣ имѣетъ соблюденіе постоянного соотвѣтствія между состояніемъ аппарата, самочувствіемъ организма и размѣрами работы, отдыха и тѣми максимальными, необходимыми для спасанія другихъ жизней усиліями, безъ которыхъ спасательныя работы не оправдали бы того риска, съ которымъ онѣ всегда связаны.

Загруднительность учета своихъ силъ или непринятіе необходимыхъ предосторожностей очень часто ставятъ неопытныхъ членовъ спасательныхъ командъ въ положеніе, связанное съ плохимъ самочувствіемъ и требующее напряженія воли и трезваго критическаго отношенія къ окружающей дѣйствительности для устраненія возникшаго затрудненія. Малое знакомство съ деталями конструкціи аппарата и недостаточно совершенная въ смыслѣ приближенія къ рудничнымъ условіямъ тренировка спасательныхъ бригадъ являются въ такихъ случаяхъ очень часто роковыми. Мнѣ извѣстны нѣсколько случаевъ, когда начинали чувствовать себя очень плохо лица, работающія въ совершенно исправныхъ аппаратахъ. Очевидно, здѣсь главную

роль играла потеря увѣренности въ себѣ и въ аппаратѣ и страхъ за собственную безопасность. Такого рода душевныя переживанія—сами по себѣ способны вызвать усиленное сердцебіеніе и короткія дыханія, къ которымъ, какъ мы видѣли выше, аппаратъ не вполне приспособленъ. Ничего нѣтъ удивительнаго, что очень скоро къ явленіямъ психическаго порядка при такихъ условіяхъ присоединятся фізіологическія осложненія.

Переходя теперь къ практикѣ Донецкаго бассейна, давшей за послѣдніе годы значительное число случаевъ гибели въ спасательныхъ аппаратахъ (Вѣровка, Пастуховскій рудникъ, Нелѣповскій, Вѣтка и др.), мы должны а рѣгогі признать полезнымъ дальнѣйшее улучшеніе постановки спасательнаго дѣла на рудничныхъ станціяхъ. Улучшеніе это, по моему мнѣнію, могло бы свестись къ окончательному признанію слѣдующихъ принциповъ, не вездѣ еще вошедшихъ въ жизнь (На многихъ станціяхъ эти положенія въ главныхъ своихъ частяхъ уже выполнены).

1. Прежде всего, необходимо отрѣшиться отъ взгляда на спасательное дѣло, какъ на одну изъ второстепенныхъ отраслей горнаго искусства, не требующую для своего существованія опытныхъ специалистовъ. Еще до сихъ поръ, напримѣръ, во многихъ случаяхъ завѣдываніе спасательной станціей поручается лицамъ, связаннымъ съ должностями по вентиляціи рудника, безъ требованія какаго бы то ни было стажа по работамъ въ спасательныхъ командахъ. Между тѣмъ, напримѣръ въ Германіи, уже давно проводился принципъ, на основаніи котораго завѣдывающимъ спасательной станціей могло быть только лицо, пробывшее не менѣе года рядовымъ членомъ команды.

2. Обязанности руководителя спасательной станціей не должны поручаться тѣмъ лицамъ администраціи, которыя обременены работами по другимъ отраслямъ рудничнаго хозяйства; время, удѣляемое ими спасательному дѣлу ни въ какомъ случаѣ не должно быть сверхурочнымъ временемъ, или временемъ, отнятымъ отъ какаго-нибудь другого, ближе ихъ касающагося, дѣла. Это правило должно соблюдаться не только по отношенію къ завѣдующему, но также и по отношенію къ рядовымъ членамъ артели. Между тѣмъ, въ настоящее время довольно часто къ повторнымъ упражненіямъ, происходящимъ обычно днемъ, привлекаются,



напримѣръ, десятники, отработавшіе ночную смѣну и вновь спускающіеся вечеромъ въ шахту. Хотя принципъ оплаты труда, потраченнаго на упражненія въ спасательныхъ аппаратахъ, получилъ уже достаточно большое распространеніе, но все же нельзя не признать, что самъ по себѣ онъ не рѣшаетъ вопроса, если посѣщеніе станціи будетъ происходить во внѣшурочное время.

3. Признаніе за спасательнымъ дѣломъ подобающаго ему мѣста логически должно повести къ созданію для станцій специальныхъ отвѣчающихъ всѣмъ предъявляемымъ къ нимъ требованіямъ помѣщеній. Безъ этого условія храненіе аппаратовъ не можетъ идти такимъ образомъ, чтобы можно было гарантировать сохраненіе резиновыхъ и другихъ деликатныхъ частей аппаратовъ въ полной исправности. Между тѣмъ исправный аппаратъ—это главнѣйшее требованіе необходимое для успѣха дѣла.

4. Постоянный контроль за состояніемъ аппаратовъ требуетъ, помимо специальныхъ знаний, еще большой регулярности. Даже въ хорошо организованныхъ спасательныхъ станціяхъ Германіи находятъ недостаточнымъ порученіе этого дѣла одному только мѣстному персоналу, а считаютъ необходимымъ зафиксировать извѣстное число (1—2 въ годъ) осмотровъ спасательныхъ станцій лицами, специально посвятившими себя этому дѣлу (обычно такимъ лицомъ является завѣдывающій центральной или районной спасательной станціей). Такіе осмотры сопровождаются составленіемъ протоколовъ, пересылаемыхъ высшей администраціи предпріятій. Это полезное правило тѣмъ болѣе важно для насъ въ Донецкомъ бассейнѣ, такъ какъ у насъ спасательное дѣло не имѣетъ еще такихъ длительныхъ традицій, какъ въ Германіи, а число опытныхъ слесарей, знакомыхъ съ устройствомъ аппаратовъ, крайне ограничено. Проведеніе въ жизнь этой мѣры, между тѣмъ, не можетъ встрѣтить никакихъ практическихъ затрудненій, такъ какъ районныя станціи Совѣта Съѣзда и нѣкоторыя групповыя снабжены достаточнымъ персоналомъ для совершенія такого рода объѣздовъ. (Такіе объѣзды совершаются и теперь, но они, къ сожалѣнію, лишены необходимой *планомерности*, которая можетъ быть

достигнута только при проявленіи достаточной инициативы самими предпріятіями).

5. Тренировка членовъ командъ должна производиться въ условіяхъ, достаточно близко напоминающихъ рудничную обстановку въ моменты взрыва или пожаровъ. Это правило должно очень строго соблюдаться какъ въ отношеніи интенсивности работы, такъ и въ отношеніи состава атмосферы (количество дыма, вредныхъ для дыханія газовъ, повышенная температура и т. д.). Опытные штреки должны быть достаточной длины. Въ этомъ отношеніи были бы чрезвычайно полезны, по примѣру Соединенныхъ Штатовъ, совмѣстныя упражненія нѣсколькихъ спасательныхъ командъ въ опредѣленномъ центральномъ пунктѣ въ обстановкѣ болѣе опасной и серьезной, чѣмъ это имѣетъ мѣсто на отдѣльныхъ рудникахъ. Такіе съѣзды по примѣру заграничныхъ можно было бы соединять съ лекціями по вопросамъ спасательнаго дѣла, поданія первой помощи и пр.

Въ штатѣ Индіана въ концѣ прошлаго года подобнаго рода съѣздъ спасательныхъ командъ былъ, напримѣръ, соединенъ съ демонстраціей взрыва угольной пыли, произведенной въ простой, сколоченной изъ обаполь, штольнѣ. Еще раньше также въ Америкѣ были произведены упражненія въ спасательныхъ аппаратахъ послѣ взрыва той же пыли въ большомъ опытномъ подземномъ рудникѣ въ Bruceton'ѣ.

Если даже откинуть тотъ характеръ спортивности, который носятъ на себѣ подобнаго рода совмѣстныя упражненія за границей (раздача кубковъ, знаменъ, жетоновъ и пр.), то и тогда подобнаго рода мѣстные съѣзды всетаки останутся достаточно привлекательными для того, чтобы вызвать въ участникахъ болѣе внимательное и серьезное отношеніе къ спасательному дѣлу.

Въ условіяхъ, существующихъ теперь въ Донецкомъ бассейнѣ, такого рода совмѣстныя контрольныя упражненія могли бы, вѣроятно, производиться, при соответствующей къ нимъ подготовкѣ, —на районныхъ станціяхъ Совѣта Съѣзда въ лѣтнее время въ праздничные дни.

*Н. Черницынъ.*

## Опыт плавки чугуна въ вагранкѣ на антрацитѣ Фоминскаго пласта при рудникѣ Т-ва Прохоровской Трехгорной М-ры.

То расширение предприятия, какое началось у насъ на рудникѣ съ 1914 года а, главное, задержка въ изготовленіи и доставкѣ иногда срочно требующихся частей машинъ какъ новыхъ, такъ и сработавшихся, усиленная еще обстоятельствами военного времени, вызвали настоятельную потребность въ устройствѣ собственной литейной, тѣмъ болѣе, что старого лома чугуна имѣлось большое количество. Литейную предполагалось устроить небольшую, всего лишь на 1000 пуд. литья въ мѣсяцъ, причѣмъ плавку рѣшено было вести на коксѣ. Устроенная и оборудованная литейная была пущена нами въ мартѣ 1915 года, но вскорѣ же производство пришлось прекратить, такъ какъ коксъ достать стало почти невозможно. Громадные запасы антрацита, имѣвшіеся въ то время на рудникѣ, сами собой наводили на мысль использовать антрацитъ какъ топливо для вагранки, тѣмъ болѣе близко подходящее къ коксу. Но хотя плавка на антрацитѣ широко распространена въ Америкѣ, тѣмъ не менѣе въ Донскомъ бассейнѣ, по нашимъ свѣдѣніямъ, если и были произведены опыты, то только лишь на антрацитѣ Грушевскихъ пластовъ; у насъ же на лицо имѣлся лишь антрацитъ Фоминскаго пласта, разрабатываемаго Товариществомъ въ Чистяковскомъ районѣ.

Первые наши опыты пустить плавку на антрацитѣ окончились почти полной неудачей, т. е. хотя плавка и произошла, но послѣ 1 завалки приходилось ждать около двухъ часовъ, пока чугуны показались въ лѣткѣ, затѣмъ уже при первомъ выпускѣ мы замѣтили, что температура чугуна недостаточно высока: чугуны выходили густой и не заполняли, какъ слѣдуетъ, формы, почему отливка получалась крайне нечистая, съ заливами и неплотностями, а болѣе ответственныя детали, какъ-то поршни и цилиндры шли прямо въ бракъ. По мѣрѣ хода плавки давленіе въ воздухопроводѣ повышалось, хотя фурмы все время очищались отъ мелочи, въ которую разсыпался антрацитъ, и когда давленіе повысилось почти на 300 мм. противъ начальнаго, стало ясно, что вагранка засорилась, и плавку рѣшено было прекратить.

При подсчетѣ вѣса остатковъ чугуна и отли-

тыхъ вещей по сравненію съ вѣсомъ засыпаннаго стало ясно, что получился громадный угаръ, дошедшій почти до 30% завалки; шлаковъ въ вагранкѣ, какъ при литьѣ, такъ и послѣ остановки почти не оказалось. Всѣ эти недостатки такъ повлияли на рабочихъ (работа сдѣльная), что они отрѣзъ отказались работать на антрацитѣ. Пришлось ихъ перевести на поденную работу и заняться улучшеніемъ вагранки. При ближайшемъ разсмотрѣніи оказалось, что слишкомъ долгое начало плавки происходило отъ величины холодной колоши горячаго, и когда она была уменьшена на столько, что 1-я колоша чугуна лежала не выше 400 мм. надъ фурмами, то начало плавки замѣтно ускорилось, и уже черезъ 15 минутъ послѣ задувки мы имѣли первыя капли расплавленнаго чугуна въ лѣткѣ. Затѣмъ было уменьшено вообще количество антрацита, потребное для плавки, и въ настоящее время на плавку и отливку 220 пудовъ у насъ требуется не болѣе 3-хъ часовъ, что для насъ болѣе чѣмъ достаточно. Для полученія же болѣе горячаго чугуна вначалѣ рѣшено было поднять подъ вагранки, но необходимость отливать такія крупныя вещи, какъ шкивы и цилиндры насосовъ, заставила отказаться отъ этого и искать другого выхода. Тогда было рѣшено усилить скорость воздуха изъ фурмъ, для чего сѣченіе фурмъ сдѣлали меньше и тѣмъ повысили скорость воздуха до 50 мм.

При первой же отливкѣ послѣ этой передѣлки мы получили чугуны уже нагрѣтый настолько, что явилась возможность отливать части сифонныхъ топковъ до 3-хъ мм. толщиной. Для отливки же частей машинъ чугуны пришлось уже студить въ ковшѣ. Кромѣ того, благодаря увеличенію скорости выхода воздуха, плавильный поясъ сузился, и угаръ чугуна сразу уменьшился до 3%.

Самымъ труднымъ было уничтожить засореніе фурмъ и горна вагранки мелочью и золою, такъ какъ безпрестанная прочистка фурмъ, требовала спеціальнаго рабочаго, а засореніе горна часто даже вызывало прекращеніе плавки на половинѣ работы. Но когда высота фурмъ была уменьшена и

имъ былъ данъ уклонъ въ  $30^{\circ}$  къ полу вагранки, результаты сказались сейчасъ же, такъ какъ фурмы прочистки почти не требовали.

Съ тѣхъ поръ вагранка работаетъ вполне исправно. Единственное неудобство, какое мы сейчасъ испытываемъ, ведя плавку на антрацитѣ, это то, что футеровка вагранки въ плавильномъ поясѣ не выдерживаетъ болѣе 8—10 плавковъ. И хотя нами было перепробовано много сортовъ кирпича, но результаты остались тѣ же.

Такимъ образомъ, на основаніи полугодового

опыта мы можемъ съ увѣренностью сказать, что антрацитъ Фоминскаго пласта, разрабатываемаго Т-вомъ Прохоровской Трехгорной М-ры въ Чистяковскомъ районѣ, вполне примѣнимъ для плавки чугуна въ вагранкахъ. Но все же, какъ и вообще во всякомъ новомъ дѣлѣ, въ плавкѣ могутъ встрѣтиться еще новыя препятствія въ мелочахъ, которыя у насъ прошли незамѣченными, и во всѣхъ такихъ случаяхъ я очень прошу за всѣми справками обращаться ко мнѣ на рудникъ Т-ва.

Инжен. мех. *Владимировъ*.

## Изслѣдованіе различныхъ смѣсей взрывчатыхъ веществъ съ азотно-кислыми амміачными основаніями.

H. Schmerber, Ing. des Arts et Manufactures, à Paris.--(Bulletin de la S-té de l'Industrie Minérale 1915, 2 вып., стр. 197--231),

Нѣсколько лѣтъ тому назадъ авторомъ былъ прочитанъ докладъ въ Парижскомъ отдѣленіи О-ва de l'Industrie Minérale о различныхъ опытахъ надъ нѣкоторыми смѣсями взрывчатыхъ веществъ въ смыслѣ ихъ примѣненія въ рудникахъ, содержащихъ гремучій газъ. Нынѣ авторъ предлагаетъ вниманію читателей изслѣдованіе другого рода. Въ данномъ случаѣ авторъ не имѣлъ въ виду изучать то или другое взрывчатое соединеніе съ точки зрѣнія его употребленія общаго или спеціальнаго въ опасной средѣ, но наоборотъ старался рациональнымъ методомъ изслѣдовать возможно полный рядъ взрывчатыхъ смѣсей, что дало бы возможность въ послѣдствіи, хотя приблизительно, предопредѣлить главнѣйшія ихъ характеристики, какъ то: температуру взрыва, силу и т. д., не прибѣгая къ продолжительнымъ и сложнымъ теоретическимъ вычисленіямъ, и предварительнымъ изслѣдованіямъ и опытамъ, на практикѣ требующимъ затраты значительнаго времени при довольно сомнительныхъ результатахъ.

Однимъ словомъ, до сихъ поръ, кажется автору, въ изученіи новыхъ взрывчатыхъ соединеній чаще всего дѣйствовали оцупью, имѣя указаніями лишь болѣе или менѣе схожіе результаты взрыва, въ то время какъ, дѣйствуя по извѣстной системѣ и про-

изведя разъ навсегда извѣстныя вычисленія и различные практическіе опыты, можно было бы, наоборотъ, изподволь подготовить себѣ почву для серьезной и обоснованной работы, значительно облегчающей послѣдующія изслѣдованія.

Для достиженія этого авторъ воспользовался графическимъ способомъ, давшимъ возможность установить для всѣхъ изслѣдованныхъ веществъ кривыя изображающія температуры взрыва, силу его и т. д. Въ дальнѣйшемъ изложеніи объясняется способъ этого изслѣдованія.

Въ первой серіи изслѣдованій, излагаемой авторомъ въ настоящемъ очеркѣ, онъ касается исключительно двойныхъ смѣсей, съ единственной цѣлью не усложнять задачи. Само собою разумѣется, что этотъ методъ могъ бы быть примѣненъ къ тройнымъ и болѣе сложнымъ соединеніямъ, но общее изученіе такихъ смѣсей было бы чрезвычайно сложно и съ перваго взгляда казалось бы менѣе всего необходимымъ пользоваться такими соединеніями для составленія типичныхъ рядовъ смѣсей.

Для охарактеризованія различныхъ взрывчатыхъ веществъ авторъ ограничился изученіемъ двухъ главнѣйшихъ, по его мнѣнію, свойствъ ихъ, а именно температуры взрыва  $t$  и силы  $f$  вещества. Температура взрыва играетъ значительную, если не

главную, роль среди свойствъ специальныхъ взрывчатыхъ веществъ, сила или мощность  $f$  даетъ, правда, общее понятіе о цѣнности взрывчатого вещества, какъ такового, но безъ посредства специальныхъ факторовъ, какъ на примѣръ, плотность заряженія.

Всѣ изученныя смѣси состояли съ одной стороны изъ азотнокислаго аммонія, а съ другой изъ горючихъ тѣлъ, чаще всего употребляемыхъ въ производствѣ взрывчатыхъ веществъ. Последовательно рассмотрѣны были уголь, нафталинъ, толуоль, различныя азотныя соединенія нафталина, толуола и ксилола, нитроглицеринъ, пикриновая кислота и пироксилинъ. Первый рядъ опытовъ былъ начатъ съ азотнокислымъ аммоніемъ въ качествѣ сжигателя, въ виду того, что это тѣло играетъ главную роль въ большей части предохранительныхъ взрывчатыхъ веществъ, допущенныхъ къ употребленію въ рудникахъ, содержащихъ гремучій газъ и каменноугольную пыль, и примѣненіе его распространяется на большое число другихъ общеупотребительныхъ смѣсей. Само собою разумѣется, что можно было приступить къ этой работѣ, избравъ базой другой сжигатель, напр., хлорновато-кислыя или хлорнокислыя соли; такимъ образомъ образовался бы новый рядъ, который бы игралъ ту же роль для всѣхъ смѣсей, образованныхъ съ этимъ новымъ горючимъ.

Если будемъ разсматривать двойное соединеніе азотнокислаго амміака съ какимъ нибудь горючимъ веществомъ (допустимъ на время, что это тринитротолуоль), то, понятно, мы можемъ варіировать относительныя количества ихъ, какъ составныхъ частей отъ 1 до 100. Такимъ образомъ, съ одной стороны получается чистый тринитротолуоль—тѣло, взрывающееся совершенно безъ остатка, несмотря на недостатокъ кислорода, съ другой стороны—чистый азотнокислый аммоній, взрывающійся не вполнѣ при обыкновенныхъ условіяхъ. Если теперь изучить рядъ промежуточныхъ смѣсей какъ съ точки зрѣнія теоретической, такъ и съ практической стороны, то прежде всего бросается въ глаза очень важный фактъ, а именно:

Первая серія смѣсей, въ которыхъ азотнокислыя соли находятся въ избыткѣ, содержитъ излишній кислородъ и при взрывѣ получается полное распаденіе составныхъ частей съ образованіемъ углекислоты.

Это продолжается въ ряду до тѣхъ поръ, пока избытокъ кислорода азотно-кислыхъ солей не станетъ точно соответствовать количеству его, достаточному для преобразованія всего углерода горючаго въ  $\text{CO}_2$ , тогда получается предѣльная точка полного сгорания. Выше этой точки получается вторая серія смѣсей, въ которыхъ кислорода нитратовъ недостаточно для образованія  $\text{CO}_2$ ; здѣсь уже получаютъ иныя соединенія:  $\text{CO}$ ,  $\text{CH}_4$  и т. д.

Мы разсматривали въ первомъ случаѣ азотнокислый аммоній въ смѣси съ веществомъ, самимъ по себѣ взрывчатымъ, какъ тринитротолуоль, но тотъ же рядъ явленій повторяется въ тождественной формѣ при всякомъ иномъ горючемъ веществѣ. Смотря по тому, будетъ ли послѣднее болѣе или менѣе склонно къ взрываемости, рядъ соединеній, способныхъ образовать взрывчатые вещества будетъ болѣе или менѣе ограниченъ, и вмѣсто того, чтобы имѣть полный и непрерывный рядъ отъ нитрата до тринитротолуола, мы получимъ въ этомъ второмъ случаѣ сокращенную серію, ограниченную нѣкоторой смѣсью вслѣдствіе того, что одно горючее само по себѣ не взрывается.

Отсюда вытекаетъ, что изслѣдованіе взрывчатой смѣси, состоящей изъ двухъ веществъ должно дѣлиться на двѣ части: 1) фаза полного сгорания съ избыткомъ кислорода: здѣсь мы найдемъ всѣ смѣси съ сравнительно низкой температурой взрыва, которыя могутъ быть употребляемы въ газовыхъ рудникахъ; и 2) фаза неполного сгорания, которая болѣе или менѣе растяжима; смотря потому, будетъ ли добавляемое къ нитрату вещество само по себѣ болѣе или менѣе взрывчато. Укажемъ здѣсь, что при смѣшеніи азотно-кислаго аммонія съ нитроглицериномъ дѣленіе на двѣ фазы ясно не выдѣляется, такъ какъ нитроглицеринъ самъ по себѣ содержитъ избытокъ кислорода, а слѣдовательно и всѣ его смѣси съ азотно-кислымъ аммоніемъ дадутъ полное сгораніе въ углекислоту.

Для опредѣленія силы и температуры взрыва какого-нибудь состава авторъ поступалъ слѣдующимъ образомъ. Прежде всего вычислялись эти величины для смѣсей предѣльнаго состава, затѣмъ опредѣлялись химическія формулы двухъ или трехъ промежуточныхъ составовъ съ избыткомъ кислорода при одновременномъ вычисленіи величины ихъ  $t$  и  $f$ . Зная съ другой стороны характеристическія свойства азотно-кислаго аммонія, уже легко

было определить значения  $t$  и  $f$  для любой смеси с полным сгоранием. В виду этого оставалось лишь начертить кривые, нанеся на оси абсциссы процентное содержание азотно-кислого аммония в смесях, а на оси ординаты с одной стороны величины  $t$ , а с другой стороны значения для  $f$ .

Эти кривые представляют действительный интерес, так как при известном значении температуры взрыва для так называемых „предохранительных“ взрывчатых веществ, т. е. допущенных к употреблению в рудниках, содержащих гремучий газ или опасных по пыли, одно изучение этих диаграмм может уже дать ценные указания для первоначальных исследований.

Кривые температур непосредственно показывают состав смесей, взрывающихся при  $1500^{\circ}$  или  $1900^{\circ}$ , кривые силы—мощности, которой можно достигнуть этими смесями.

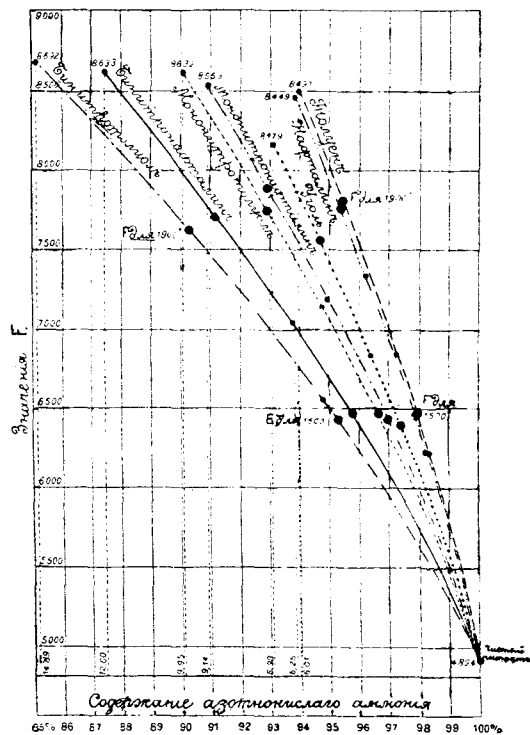
Зная все эти величины для главнейших смесей из двух составных частей, можно приблизительно определить или представить себе аналогичные свойства других составов подобного рода. Полное изучение кривой мощности представляет еще некоторый другой интерес; она позволяет уяснить себе, имется ли выгода в неполном разложении взрывчатого вещества с высоким содержанием горючих, или нет. Такое взрывчатое вещество, как например пикриновая кислота, взрывает с чрезвычайной силой, несмотря на недостаток содержания кислорода. Здесь является вопрос, дает ли это вещество наибольшую свою силу, или же оно могло бы дать еще больший эффект, если к нему добавить вещество, богатое кислородом, которого ему не хватает? Отсюда находим, что при изучении данного вопроса надо коснуться двух сторон его:

1) изучения кривых  $t$  и  $f$  до предела полного сгорания в  $\text{CO}_2$ ; здесь мы найдем все предохранительные взрывчатые вещества;

и 2) изучения кривых, и в особенности кривой  $f$ , начиная от предела полного сгорания, и опытной проверки силы взрыва взрывчатых смесей с неполным сгоранием.

В первой диаграмме нанесены кривые  $f$  до предела полного сгорания следующих смесей азотно-кислого аммиака с:

- 1) нафталиномъ, 2) толуоломъ, 3) углемъ, 4) моонитронафталиномъ, 5) моонитротолуоломъ, 6) бинитронафталиномъ и 7) бинитротолуоломъ.

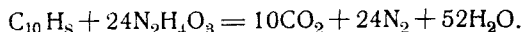


Фиг. 1.

Ниже приведены различные результаты расчетов, на основании которых составлены эти кривые.

1) Азотнокислый аммоний с нафталиномъ.

Формула предельного полного сгорания имеет следующий вид:



Это соответствует составу: 6,25% нафталина и 93,75% азотнокислого аммония.

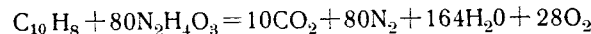
Произведя вычисления, находим  $t = 2.122^{\circ}$ ;  $f = 8.449$ .

Следующия формулы дали две промежуточные точки кривой:



при  $t = 1.766^{\circ}$  и  $f = 7.347$  для смеси 3,85% нафталина с 96,15% азотнокислого аммония

и



при  $t = 1.430^{\circ}$  и  $f = 6.246$  для смеси 1,96% нафталина и 98,04% азотнокислого аммония.

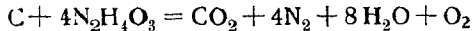
2) Азотнокислый аммоній съ углемъ.

Предѣлъ полного сгорания опредѣляется формулой:



что соотвѣтствуетъ составу: 6,98% угля и 93,02% азотнокислаго аммонія при  $t = 2.107^0$  и  $f = 8.179$ .

Промежуточными составами служили:

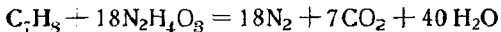


при  $t = 1.643^0$  и  $f = 6.824$ , соотвѣтствующій 3,62% угля и 96,38% азотнокислаго аммонія

и  $C + 6N_2H_4O_3 = CO_2 + 6N_2 + 12H_2O + 2O_2$ , при  $t = 1.465^0$  и  $f = 6.269$ , соотвѣтствующій 2,44% угля и 97,56% азотнокислаго аммонія.

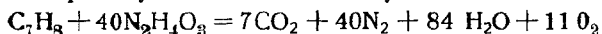
3) Толуолъ съ азотнокислымъ аммоніемъ.

Формула предѣла полного сгорания:



при чемъ  $t = 2.100^0$  и  $f = 8.497$ , и составъ: 6,01% толуола и 93,99% азотнокислаго аммонія.

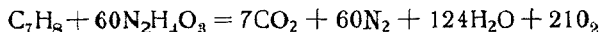
Промежуточными точками служили:



при 2,80% толуола и 97,20% азотнокислаго аммонія,

при чемъ  $t = 1.597^0$  и  $f = 6.816$

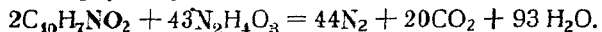
и



при  $t = 1.432^0$  и  $f = 6.240$ , состава 1,88% толуэна и 98,12% азотнокислаго аммонія.

4) Азотнокислый аммоній и мононитронафталинъ.

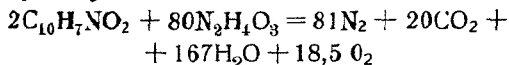
Формула предѣльнаго сгорания:



при  $t = 2.171^0$  и  $f = 8.553$ .

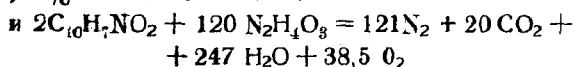
состава 9,14% мононитронафталина и 90,86% азотнокислаго аммонія.

Промежуточными составами были взяты:



при  $t = 1.735^0$  и  $f = 7.205$ .

съ содержаніемъ 5,13% мононитронафталина и 94,87% азотнокислаго аммонія

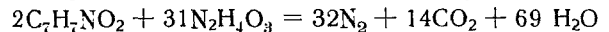


при  $t = 1.554^0$  и  $f = 6.618$

съ содержаніемъ 3,48% мононитронафталина и 96,52% азотнокислаго аммонія.

5) Азотнокислый аммоній и мононитротолуоль.

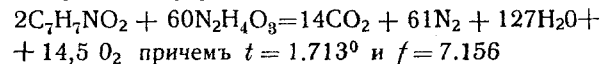
Предѣльное сгорание опредѣляется формулой:



при  $t = 2.174^0$  и  $f = 8.632$ .

состава 9,95% мононитротолуола и 90,05% азотнокислаго аммонія.

Другія двѣ промежуточные точки опредѣлились слѣдующими формулами:



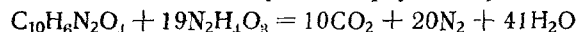
причемъ  $t = 1.713^0$  и  $f = 7.156$

и составъ: 5,4% мононитротолуола и 94,6% азотнокислаго аммонія.

и  $2C_7H_7NO_2 + 90N_2H_4O_3 = 14CO_2 + 91N_2 + 187H_2O + 29,5O_2$  при  $t = 1.518^0$  и  $f = 6.500$  съ содержаніемъ 3,67% мононитротолуола и 96,33 азотнокислаго аммонія.

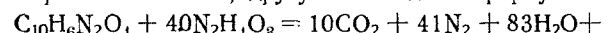
6) Азотнокислый аммоній и бинитронафталинъ.

Составъ Фавье № 1 (обыкновенный) представляетъ смѣсь полного сгорания. Формула его распада.



при  $t = 2.229^0$  и  $f = 8.650$ .

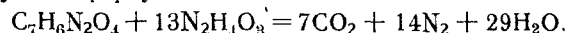
Первую исходную точку мы имѣемъ съ гризунаталитомъ Роша, другую намъ даетъ формула



причемъ  $t = 1.707^0$  и  $f = 7.067$  съ содержаніемъ 6,37% бинитронафталина и 93,63% азотнокислаго аммонія.

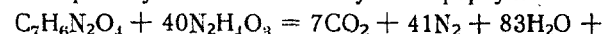
7) Азотнокислый аммоній и бинитротолуоль.

Предѣломъ разложенія съ образованіемъ СО служить формула



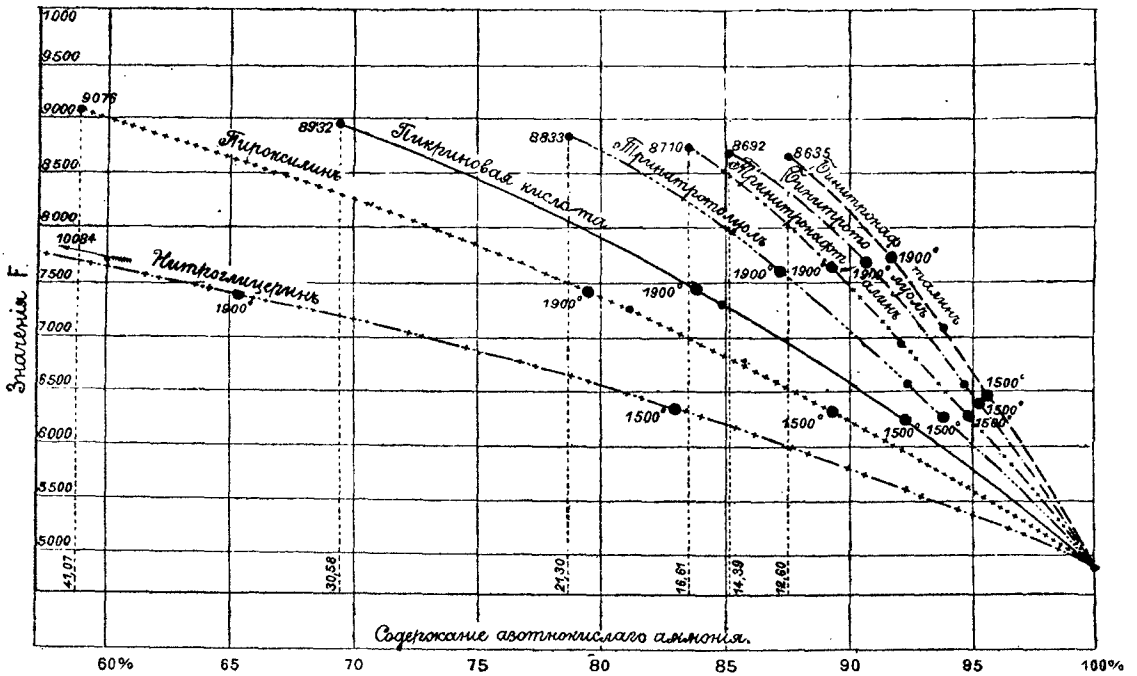
при  $t = 2.244^0$  и  $f = 8.697$ , что соотвѣтствуетъ составу 14,89% бинитротолуола и 85,11% азотнокислаго аммонія.

Промежуточной точкой служить формула:

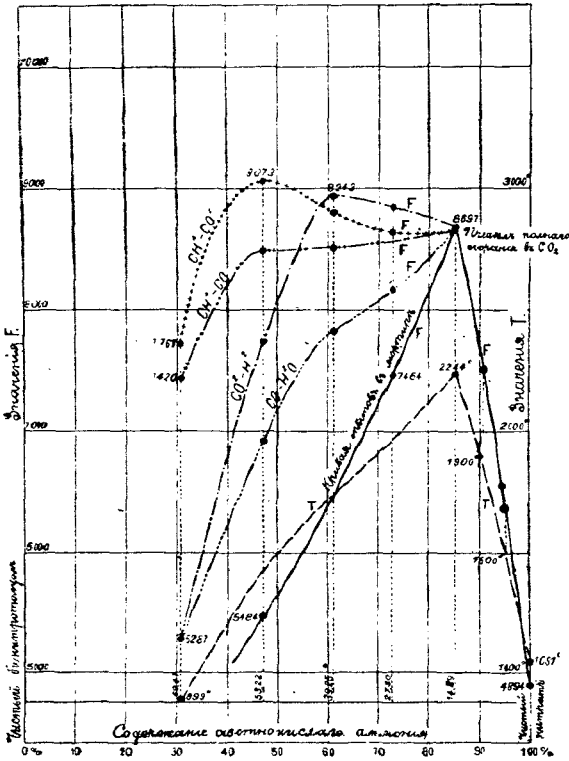


при  $t = 1.549^0$  и  $f = 6.546$ , съ содержаніемъ 5,38% бинитротолуэна и 94,61% азотнокислаго аммонія.

Имѣя такимъ образомъ много исходныхъ точекъ, легко начертить кривыя температуры и силы взрыва. Въ первыхъ общихъ діаграммахъ нарочно не представлены кривыя температуры, чтобы не осложнять чертежа.



**Бинитротолуоль и азотнокислый аммоній.**

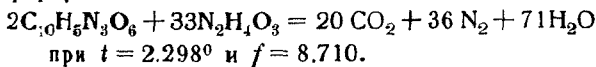


Фиг. 4.

азотнокислого аммонія съ тринитротолуоломъ, тринитронафталиномъ, пикриновой кислотой, пироксилиномъ и нитроглицериномъ. Наконецъ, для сравненія въ ней помѣщены кривыя для бинитротолуола и бинитронафталина. Въ ней для лучшаго изображенія кривыхъ для абсциссъ, г. е. процентнаго содержанія, принять болѣе крупный масштабъ. Ниже приводятся формулы предѣльнаго сгоранія и промежуточные величины, установленныя вычисленіемъ для различныхъ перечисленныхъ выше смѣсей.

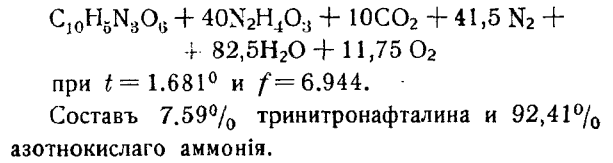
**8) Тринитронафталинъ и азотнокислый аммоній.**

Предѣлу полного сгоранія соответствуетъ формула:

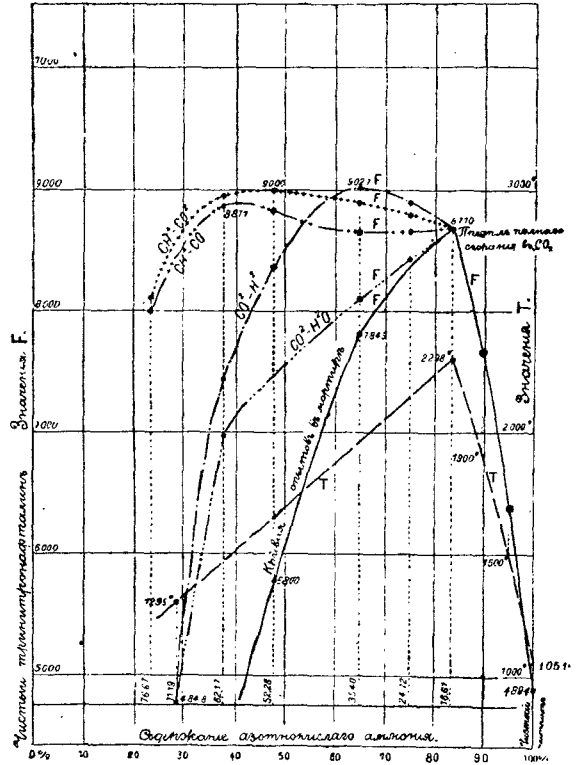


Составъ 16,61% тринитронафталина и 83,39% азотнокислого аммонія.

Промежуточной точкой можетъ служить гризунанфталинъ Роша съ  $t = 1500^{\circ}$  и  $f = 6.388$ , вторая точка опредѣляется формулой:

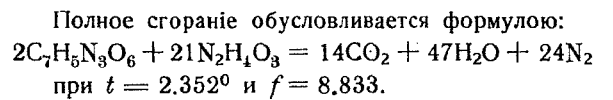


**Тринитронафталинъ и азотнокислый аммоній.**

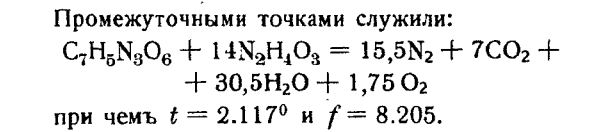


Фиг. 5.

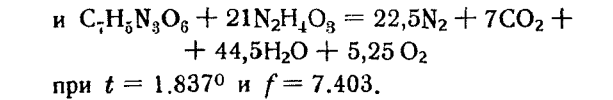
**9) Тринитротолуоль и азотнокислый аммоній.**



Составъ 21,30% тринитротолуола и 78,70% азотнокислого аммонія.



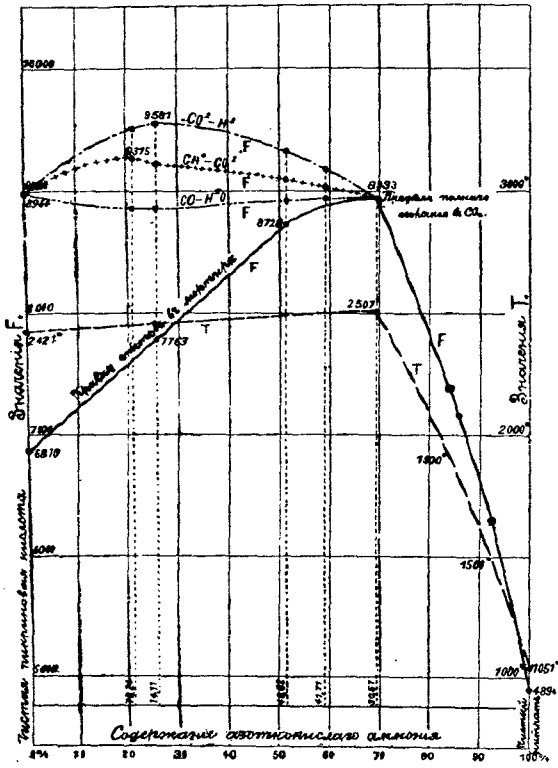
Составъ: 16,8% тринитротолуола и 83,2% азотнокислого аммонія.







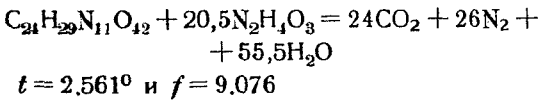
**Пирриновая кислота и азотнокислый аммоній.**



Фиг. 8.

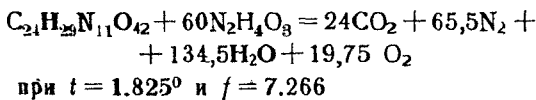
**12) Пироксилинь и азотнокислый аммоній.**

Формула полного сгорания въ CO<sub>2</sub>:



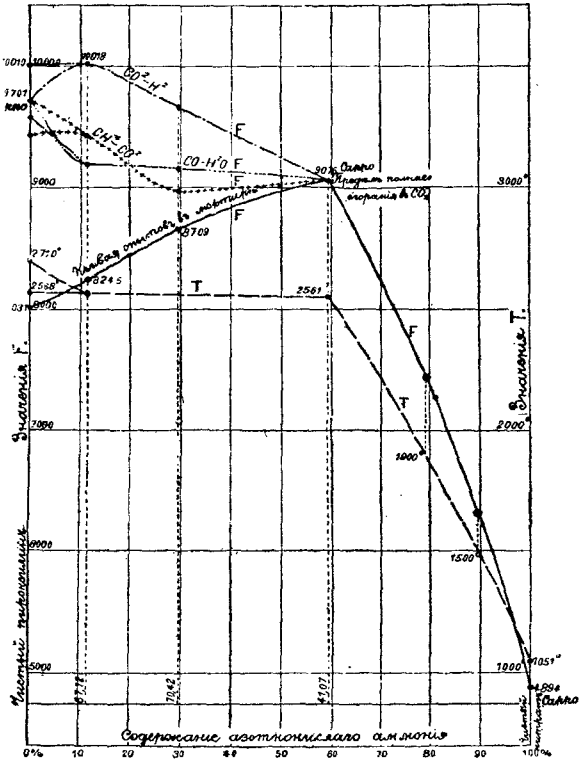
составъ 41,07% пироксилина и 58,93% азотнокислаго аммонія.

Слѣдующая формула даетъ промежуточную точку:



для смѣси 19,23% пироксилина и 80,77% азотнокислаго аммонія.

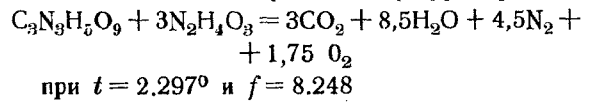
**Пироксилинь и азотнокислый аммоній.**



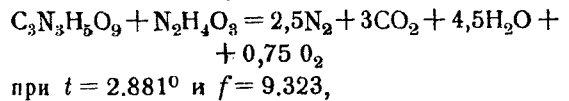
Фиг. 9.

**13) Нитроглицеринъ и азотнокислый аммоній.**

Какъ мы уже говорили, для этой смѣси нѣтъ предѣла полного сгорания, такъ какъ обѣ составныя части даютъ избытокъ кислорода; поэтому остается только выбрать нѣсколько какихъ-нибудь промежуточныхъ точекъ для опредѣленія фигуры кривой.

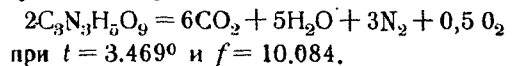


состава 48,61% нитроглицерина и 51,39% азотнокислаго аммонія;

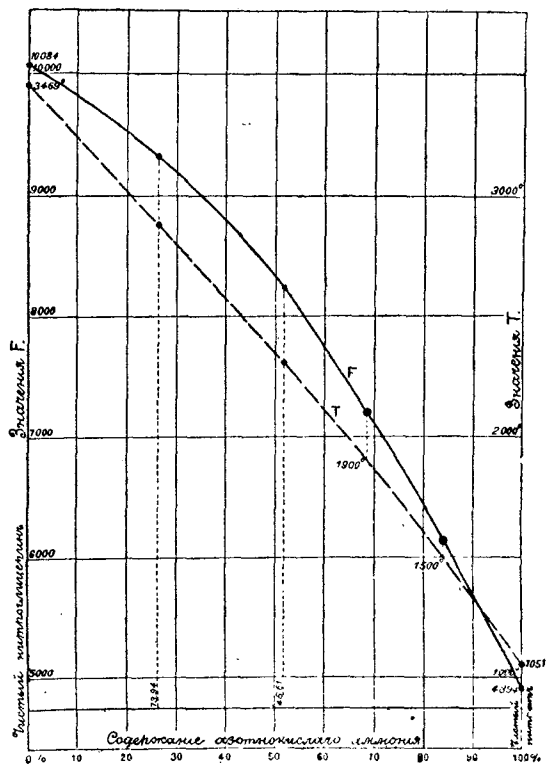


состава 73,94% нитроглицерина и 26,06% азотнокислаго аммонія.

Наконецъ чистый нитроглицеринъ распадается слѣдующимъ образомъ:



Нитроглицеринъ и азотнокислый аммоній.



Фиг. 10.

Въ общей діаграммѣ № 2 кривая показана до предѣльнаго содержанія около 60% азотнокислаго аммонія, а полная кривая смѣси азотнокислаго аммонія и нитроглицерина дана въ специальной діаграммѣ № 10. Если на послѣдней мысленно провести кривыя температуры, то получатся смѣси, взрывающіяся при 1500° и 1900°, поэтому надо лишь продолжить ординаты для нахождения соответствующихъ величинъ.

Величины  $f$  для 1500° и 1900° отмѣчены большими черными кружками на діаграммѣ. Меньшіе черные кружки обозначаютъ исходныя точки для нанесенія кривыхъ.

При разсмотрѣннн діаграммы № 2 сразу бросается въ глаза малая разница въ силахъ  $f$  всѣхъ этихъ разнообразныхъ смѣсей какъ при  $t=1500^\circ$ , такъ и при  $t=1900^\circ$ . При 1900° силы взрыва колеблются между 7.700 и 7400, разница въ ту и другую сторону едва достигаетъ 300—400, а при 1500° замѣчается еще большая однообразность и

отступленія не превышаютъ 200 на общую ближайшую силу въ 6400. Отсюда слѣдуетъ, что довольно трудно предвидѣть открытіе новой смѣси этого типа съ другимъ горючимъ, образующимъ болѣе сильное взрывчатое вещество, чѣмъ употребляемая нынѣ въ газовыхъ рудникахъ. Доколѣ придерживаться 1500° и 1900°, можно почти навѣрное утверждать, что всякая новая смѣсь, состоящая изъ двухъ или нѣсколькихъ составныхъ частей, даетъ примѣрно тотъ же эффектъ, какъ и типичныя взрывчатыя вещества, которыя мы здѣсь разсмотрѣли. Таковы выводы, которые можно найти при общемъ изученіи кривыхъ до предѣльнаго сгорания.

Затѣмъ авторъ переходитъ ко второй части изслѣдованія, къ изученію смѣсей, въ которыхъ количество кислорода недостаточно для превращенія углерода въ углекислоту и всего водорода въ воду.

Онъ послѣдовательно изучилъ всѣ смѣси второй діаграммы, причемъ онъ счелъ лишнимъ касаться смѣсей первой діаграммы, такъ какъ результаты, полученные съ бинитратами углеводовъ, уже представляютъ второстепенный интересъ.

При разсмотрѣннн какого-нибудь состава, находящагося выше предѣла полного сгорания въ углекислоту съ образованіемъ водяныхъ паровъ, задача необыкновенно усложняется.

Какимъ образомъ произойдетъ разложеніе взрывчатого вещества въ газъ, перейдетъ ли оно въ большей своей части въ  $\text{CO}_2$  или въ  $\text{CO}$ , въ пары воды, или въ водородъ, будетъ ли образованіе  $\text{CH}_4$  и въ какихъ размѣрахъ?

Существуетъ правило, гласящее, что при недостаткѣ кислорода сперва образуется  $\text{CO}$ , а остальной кислородъ соединяется съ окисью, образуя  $\text{CO}_2$ , и съ водородомъ, давая  $\text{H}_2\text{O}$ . Но это правило не касается  $\text{CH}_4$ , а между тѣмъ присутствіе этого газа доказано во многихъ случаяхъ. Самый простой способъ для рѣшенія этого труднаго вопроса состоитъ въ выстрѣлѣ изъ бомбы и анализѣ образовавшихся газовъ, но и здѣсь имѣется много причинъ для ошибокъ, такъ какъ охлажденные газы, опредѣленные въ моментъ анализа, въ силу обстоятельствъ уже не тѣ, что были въ моментъ взрыва; они могли уже реагировать другъ на друга химически. Посему автору казалось весьма важнымъ начать изученіе различныхъ возможныхъ разложеній

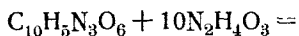
теоретически, стараясь возможно точнее нанести предельные кривые, или иными словами, вычертил кривые с максимальным образованием  $\text{CO}_{2t}$  максимум  $\text{CO}$ , и т. д.

Вот в чем состояла работа: имья смеси с высоким содержанием горючего, определялись различными формулы разложения, изменяющиеся в зависимости от принятых гипотез, и для каждой гипотезы вычислялись соответствующие величины  $t$  и  $f$ . Таким образом получались исходные точки, давшие в конце концов возможность начертить различные кривые.

Как примѣръ способа такого вычисления, авторъ приводит первую изъ рассмотрѣнныхъ имъ смѣсей, состоящую изъ азотнокислаго аммонія и тринитронафталина.

### Азотнокислый аммоній и тринитронафталинъ.

Въ первой части настоящей статьи мы остановились на предельной точкѣ полного сгорания, соответствующей составу: 16,61% тринитронафталина и 83,39% азотнокислаго аммонія. Увеличимъ теперь постепенно содержание тринитронафталина и перейдемъ къ смѣси 24,72% тринитронафталина и 75,28% нитрата. Соответствующая формула определяется слѣдующимъ образомъ, причемъ разложение можетъ произойти различнымъ образомъ (мы, понятно, принимаемъ здѣсь предельныя разложения, а не средня промежуточные).



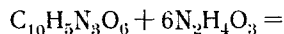
а) максимум  $\text{CO}_2$ :  
 $= 10\text{CO}_2 + 11,5\text{N}_2 + 16\text{H}_2\text{O} + 6,5\text{H}_2$ ;  $f_1 = 8.856$ ,  
 $t_1 = 2262^0$ .

б) максимум  $\text{CO}$ :  
 $= 3,5\text{CO}_2 + 11,5\text{N}_2 + 22,5\text{H}_2\text{O} + 6,5\text{CO}$ ;  $f_2 = 8.455$ ,  
 $t_2 = 2.156^0$ .

в)  $\text{CH}_4$  съ  $\text{CO}$ :  
 $= \text{CH}_4 + 11,5\text{N}_2 + 20,5\text{H}_2\text{O} + 6,5\text{CO}_2 + 2,5\text{CO}$ ;  
 $f_3 = 8.659$ ,  $t_3 = 2.321^0$ .

г)  $\text{CH}_4$  съ  $\text{CO}_2$ :  
 $= \text{CH}_4 + 11,5\text{N}_2 + 18\text{H}_2\text{O} + 9\text{CO}_2 + 2,5\text{H}_2$ ;  
 $f_4 = 8.790$ ,  $t_4 = 2.360^0$ .

Если пойдемъ дальше и дойдемъ до состава въ 35,4 тринитронафталина и 64,6% азотнокислаго аммонія, то получимъ, пренебрегая по прежнему промежуточными формулами:



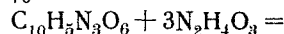
а)  $10\text{CO}_2 + 7,5\text{N}_2 + 4\text{H}_2\text{O} + 10,5\text{H}_2$ ;  $f_1 = 9.027$ ,  
 $t_1 = 2.209^0$ .

б)  $10\text{CO} + 7,5\text{N}_2 + 14\text{H}_2\text{O} + 0,5\text{H}_2$ ;  $f_2 = 8.093$ ,  
 $t_2 = 1.952^0$ .

в)  $2\text{CH}_4 + 7,5\text{N}_2 + 10,5\text{H}_2\text{O} + 5,5\text{CO}_2 + 2,5\text{CO}$ ;  
 $f_3 = 8.668$  и  $t_3 = 2.450^0$ .

г)  $2\text{CH}_4 + 7,5\text{N}_2 + 8\text{H}_2\text{O} + 8\text{CO}_2 + 2,5\text{H}_2$ ;  
 $f_4 = 8.896$  и  $t_4 = 2.512^0$ .

Смѣсь, состоящая изъ 52,28% тринитронафталина и 47,72% азотнокислаго аммонія, даетъ:



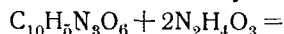
а)  $5\text{CO}_2 + 4,5\text{N}_2 + 5\text{CO} + 8,5\text{H}_2$ ;  $f_1 = 8.377$   
и  $t_1 = 1.897^0$ .

б)  $10\text{CO} + 4,5\text{N}_2 + 5\text{H}_2\text{O} + 3,5\text{H}_2$ ;  $f_2 = 7.516$   
и  $t_2 = 1.674^0$ .

в)  $3\text{CH}_4 + 4,5\text{N}_2 + 2,5\text{H}_2\text{O} + 5,5\text{CO}_2 + 1,5\text{CO}$ ;  
 $f_3 = 8.818$  и  $t_3 = 2.817^0$ .

г)  $3\text{CH}_4 + 4,5\text{N}_2 + \text{H}_2\text{O} + 7\text{CO}_2 + 1,5\text{H}_2$ ;  $f_4 = 9.000$   
и  $t_4 = 2.878^0$ .

Смѣсь 62,17% тринитронафталина съ 37,83% азотнокислаго аммиака соответствуетъ формулѣ:



а)  $2\text{CO}_2 + 8\text{CO} + 3,5\text{N}_2 + 6,5\text{H}_2$ ;  $f_1 = 7.463$   
и  $t_1 = 1.596^0$ .

б)  $10\text{CO} + 3,5\text{N}_2 + 2\text{H}_2\text{O} + 4,5\text{H}_2$ ;  $f_2 = 6.984$   
и  $t_2 = 1.476^0$ .

в)  $3\text{CH}_4 + 3,5\text{N}_2 + 0,5\text{H}_2\text{O} + 4,5\text{CO}_2 + 2,5\text{CO}$ ;  
 $f_3 = 8.871$  и  $t_3 = 2.903^0$ .

г)  $3\text{CH}_4 + 3,5\text{N}_2 + 0,5\text{H}_2\text{O} + 5\text{CO}_2 + 2\text{CO}$ ;  $f_4 = 8.944$   
и  $t_4 = 2.929^0$ .

Предельная точка, т. е. безъ образования  $\text{CH}_4$ , гдѣ уже не можетъ болѣе получаться  $\text{CO}_2$ , выражается формулой:

$\text{C}_{10}\text{H}_5\text{N}_3\text{O}_6 + 1,333\text{N}_2\text{H}_4\text{O}_3 = 10\text{CO} + 2,83\text{N}_2 + 5,17\text{H}_2$ , при  $f = 4.868$  и  $t = 1.295^0$ ; она соответствуетъ составу 71,19% тринитронафталина и 28,81 азотнокислаго аммонія.

Если пойти въ этомъ направленіи еще дальше, то получаютъ болѣе не взрывающіяся смѣси.

Имья всѣ эти величины для  $t$  и  $f$ , легко определять различныя кривыя, соответствующія максимальному образованию  $\text{CO}_2$ ,  $\text{CO}$  и др.

Здѣсь само собою напрашивается замѣчаніе относительно направленія нѣкоторыхъ кривыхъ. Въ то время какъ большинство ихъ очень правильныя, есть нѣкоторыя, представляющія странныя на первый взглядъ, но легко объяснимые скачки. Такъ

какъ вычисленія съ дробными коэффициентами весьма продолжительны, то авторъ всегда пользовался для вывода формулъ цѣлыми числами.

Вслѣдствіе этого получалось, что для извѣстнаго состава цифра, опредѣляющая максимумъ  $\text{CO}_2$ , или  $\text{CO}$ , или  $\text{CH}_4$ , не всегда соотвѣтствовала абсолютному максимуму; отсюда нѣкоторыя отклоненія, которыя, впрочемъ, не имѣютъ значенія.

Такимъ образомъ были составлены полныя діаграммы для всѣхъ составовъ, перечисленныхъ выше.

Эти діаграммы содержатъ всѣ кривыя для  $f$ , а поэтому на нихъ, во избѣжаніе осложненія, помѣщена лишь одна кривая для  $t$ , соотвѣтствующая максимуму  $\text{CO}$ . Далѣе мы увидимъ, что она наиболѣе близко подходит къ практическимъ результатамъ.

Имѣя всѣ эти теоретическія кривыя, весьма важно было опредѣлить, которая изъ нихъ наиболѣе соотвѣтствуетъ практическимъ выводамъ. Для этого было произведено весьма значительное число выстрѣловъ изъ мортиры Трауця различными взрывчатыми составами.

Вотъ принципъ, которымъ руководствовался авторъ въ своихъ опытахъ. При изслѣдованіи смѣси, напр. тринитронафталина и азотнокислаго аммонія, прежде всего опредѣлялся предѣльный составъ полного сгорания, для котораго точно извѣстны какъ теоретическая сила взрыва  $f$ , такъ и произведенное взрывомъ пустое пространство („каверна“) въ свинцовой мортирѣ (послѣднее опредѣлялось изъ средней величины цѣлаго ряда опытовъ).

Если теперь произвести послѣдовательно рядъ выстрѣловъ изъ мортиры взрывчатыхъ смѣсей съ болѣе или менѣе высокимъ содержаніемъ тринитронафталина, перечисленныхъ выше, то получится рядъ данныхъ для кавернъ въ мортирѣ, пропорціональныхъ теоретическимъ силамъ  $f$ . Эти данныя съ своей стороны позволяютъ построить послѣднюю кривую силъ практическихъ опытовъ и тогда можно уяснить себѣ степень взрываемости смѣсей съ неполнымъ сгораніемъ.

Разъ получены эти результаты, остается лишь доказать, что указанный принципъ, на которомъ основаны названныя разсужденія, дѣйствительно соотвѣтствуетъ практическимъ результатамъ.

Для этого существуетъ весьма простой способъ. Для всѣхъ смѣсей намъ точно извѣстно направление первой части кривыхъ, а именно соотвѣтствующей избытку кислорода, обезпечивающему разложеніе

согласно теоріи. Замѣчательная работа Taffanel'я и Dautriche, недавно появившаяся въ печати, доказываетъ, что для взрывчатыхъ веществъ съ избыткомъ кислорода, разложеніе въ закрытомъ сосудѣ близко подходит къ разложенію теоретическому. Разъ это установлено, то мы при опытахъ въ мортирѣ Trauzl'a надъ различными такими смѣсями должны естественно найти каверны пропорціональныя теоретическимъ силамъ взрыва  $f$ . Это provedено многочисленными опытами, изъ которыхъ приведемъ здѣсь нѣсколько.

Смѣсь съ предѣльнымъ сгораніемъ изъ азотнокислаго аммонія и бинитронафталина (12,6%, составъ Favier № 1) имѣеть, какъ мы уже раньше видѣли, силу  $f=8.633$ ; каверна въ мортирѣ Trauzl'a=294,9 куб. см. (среднее десяти опытовъ).

Для гризунафталина Roche съ 8,5% бинитронафталина теоретически вычисленная сила  $f=7.700$ . Въ мортирѣ Трауця получается каверна=269,5 куб. см.

Сила, вычисленная на основаніи опытныхъ данныхъ, была бы:

$$f_1 = \frac{269,5 \times 8.633}{294,9} = 7.889,$$

т. е. результатъ весьма удовлетворительный.

Для смѣси съ предѣльнымъ сгораніемъ изъ тринитротолуола и азотнокислаго аммонія, сила которой  $f=8.833$ , каверна въ мортирѣ Трауця была опредѣлена въ 329 куб. см. Для смѣси съ содержаніемъ 11,9% тринитротолуола, вычисленная сила  $f=7.403$  и каверна въ мортирѣ Трауця 287 куб. см. Сила же, по даннымъ опыта,

$$f_1 = \frac{287 \times 8.833}{329} = 7.705.$$

И здѣсь разница еще не значительна. То же самое наблюдалось и для смѣсей съ бинитротолуоломъ, для которыхъ разница между силами теоретической и полученной опытнымъ путемъ не превышала 200 до 300.

Имѣя въ виду многочисленныя причины возможныхъ ошибокъ и неточностей, всегда присущихъ такого рода опытамъ, не будетъ преувеличеннымъ считать всѣ эти результаты весьма удовлетворительными.

Отсюда слѣдуетъ, что для смѣсей съ избыткомъ кислорода вплоть до предѣльнаго полного сгорания въ  $\text{CO}_2$  теоретическія показательныя кривыя величинъ  $f$  весьма близки къ кривымъ, изо-

бражающимъ силы, вычисленныя на основаніи опытовъ въ свинцовыхъ мортирахъ, и легко могутъ быть смѣшаны съ послѣдними кривыми.

Намъ остается, слѣдовательно, только приложить этотъ принципъ къ второй части кривыхъ, построивъ послѣдній отрѣзокъ ихъ по даннымъ, полученнымъ на практикѣ. Слѣдующій примѣръ ясно покажетъ способъ, принятый авторомъ.

Возвратимся къ смѣси тринитронафталина съ азотнокислымъ аммоніемъ. Нами получены послѣдовательно слѣдующія каверны V:

1) Смѣсь предѣльнаго полного сгорания при 16,61% тринитронафталина дала  $V=316,1$  куб. см.

2) Смѣсь съ 35,4% тринитронафталина дала среднее  $V=284,7$  куб. см.

3) Для смѣси съ 52,28% тринитронафталина  $V = 201,6$  куб. см.

Сила первой смѣси  $f=8,710$ ; сила второй определяется по формулѣ  $f_1 = \frac{284,7 \times 8,710}{316,1} = 7,845$ ;

сила третьей смѣси  $f_2 = \frac{201,6 \times 8,710}{316,1} = 5,555$ .

По этимъ новымъ значеніямъ для  $f$ , полученнымъ такимъ образомъ, вычерчивалась новая кривая, изображающая практически опредѣленную силу взрывчатого вещества въ свинцовой мортирѣ.

Прежде, чѣмъ разсматривать эти новыя кривыя, намъ кажется полезнымъ указать ниже подробные результаты опытовъ въ свинцовой мортирѣ для всѣхъ смѣсей и силы  $f$ , выведенныя изъ этихъ опытовъ.

Замѣтимъ также, что всѣ указанныя цифры всегда являются средними ряда опытовъ, не менѣе четырехъ до пяти.

Мы уже привели данныя для тринитронафталина, посему сообщаемъ здѣсь лишь цифры для другихъ взрывчатыхъ смѣсей.

*Бинитронафталинъ и  $(NH_4) NO_3$ .*

12,60%	бинитронафталина, каверна	294,9	куб. см.,	$f = 8,633$
21,41%	"	291,9	"	$f = 8,545$
40,52%	"	144,8	"	$f = 4,238$
57,67%	"	50,2	"	$f = 1,469$

*Бинитротолуолъ и  $(NH_4) NO_3$ .*

14,89%	бинитротолуола, каверна	323	куб. см.,	$f = 8,692$
27,50%	"	277,4	"	$f = 7,464$
53,22%	"	203,8	"	$f = 5,484$

*Тринитротолуолъ и  $(NH_4) NO_3$ .*

21,30%	тринитротолуола, каверна	329	куб. см.,	$f = 8,833$
4,50%	"	315,4	"	$f = 8,469$
58,65%	"	296,2	"	$f = 7,952$
100 %	"	248,9	"	$f = 6,682$

*Пикриновая кислота и  $(NH_4) NO_3$ .*

30,58	пикриновой кислоты, каверна	393,3	куб. см.,	$f = 8,933$
48,82	"	384,3	"	$f = 8,728$
74,11	"	341,8	"	$f = 7,763$
100	"	302,5	"	$f = 6,870$

*Пироксилинъ и  $(NH_4) NO_3$ .*

41,07%	пироксилина, каверна	376,9	куб. см.,	$f = 9,020$
70,42%	"	363,9	"	$f = 7,709$
87,72%	"	344,4	"	$f = 8,245$
100%	"	335,6	"	$f = 8,031$

При разсмотрѣніи этихъ новыхъ кривыхъ, полученныхъ на основаніи практическихъ опытовъ, мы замѣчаемъ, что вмѣсто того, что наблюдается для смѣсей съ избыткомъ кислорода, гдѣ кривыя силы практическихъ опытовъ и теоретическихъ вычислений замѣтно сходятся, здѣсь, наоборотъ, дальнѣйшее направленіе диаграммъ совершенно иное и непохожее на полученныя по теоретическимъ даннымъ, причѣмъ силы, полученныя по опытнымъ даннымъ гораздо меньше теоретическихъ. Отсюда слѣдуетъ, что взрывчатыя вещества съ недостаткомъ кислорода не даютъ максимума того дѣйствія, которое они могли бы дать, если бы содержаніе въ нихъ кислорода было достаточнымъ для превращенія всего углерода въ углекислоту.

Это еще лишній разъ доказываетъ, что всѣ взрывчатыя раздробляющія вещества, какъ тринитротолуоль, хлопчато-бумажный порошокъ, пикриновая кислота, и т. д., будучи взяты для заряженія разрывныхъ артиллерійскихъ снарядовъ, не даютъ того максимальнаго дѣйствія, которое они могли бы дать при условіи смѣшенія ихъ съ веществами, богатыми кислородомъ; эти послѣднія могли бы имъ передать недостающее количество кислорода.

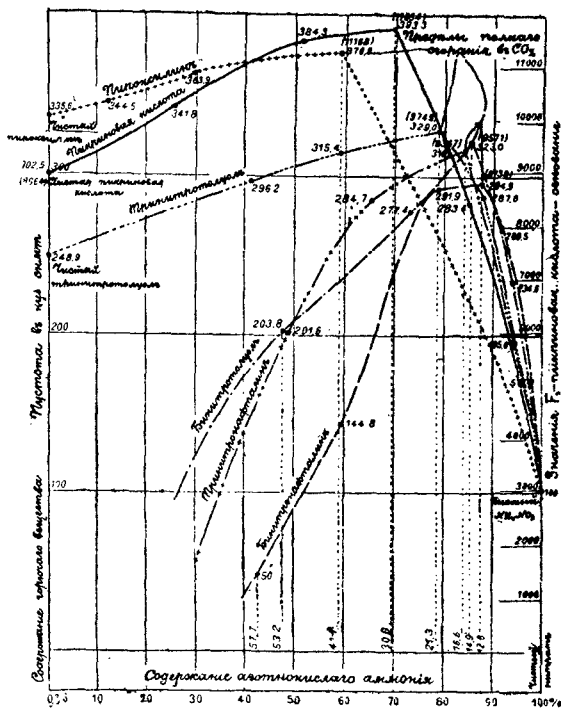
Въ послѣдней таблицѣ показаны каверны, произведенныя въ свинцовой мортирѣ различными смѣсями. Здѣсь, какъ и въ прежнихъ диаграммахъ на абсциссахъ нанесены содержанія азотнокислаго аммонія, а на ординатахъ объемы полученныхъ пустотъ.

Съ правой стороны отложенъ также масштабъ для пикриновой кислоты, принятой за основаніе. Для сравненія всѣхъ этихъ результатовъ между собою, было дѣйствительно необходимо отнести все къ одному общему основанію, такъ какъ теоретическія значенія силъ  $f$  не всегда соответствовали полученнымъ кавернамъ въ мортирѣ. Такъ, напримѣръ, самая сильная смѣсь азотнокислаго аммонія съ пикриновой кислотой даетъ объемъ въ 393,3 куб. см., въ то время какъ  $f=8.933$ , а для самаго сильнаго соединенія съ тринитротолуоломъ получается лишь 329 куб. см. при силѣ  $f=8.833$ .

Теоретическія силы почти тѣже и разнятся лишь на 1,1%, въ то время какъ разность въ объемахъ кавернъ въ мортирѣ Трауцля нѣсколько выше 16%.

Такъ какъ теоретически сила пикриновой кислоты  $f=8.964$ , то мы допустили, что цифра 8.964 соответствуетъ 302,5 куб. см. каверны, полученной нами въ мортирѣ Трауцля.

### Опыты въ мортирѣ Трауцля.



Фиг. 11.

Если мы теперь разсмотримъ силы, отнесенныя къ кавернамъ, и силы теоретическія, то найдемъ, что разница довольно незначительна для менѣе разрушающе дѣйствующихъ взрывчатыхъ веществъ; эта разница, наоборотъ, гораздо значительнѣе для самыхъ сильныхъ разрушительно дѣйствующихъ тѣлъ. Для смѣси максимальной силы съ пикриновой кислотой мы находимъ 11,654, вмѣсто 8.933, а для смѣси съ пироксилиномъ 11.168, вмѣсто 9.020. Эти значительныя разницы объясняются самимъ способомъ производства опытовъ. При опытахъ въ мортирѣ Трауцля часто находимъ весьма высокія цифры для наиболѣе сильныхъ взрывчатыхъ веществъ и эти результаты не всегда соответствуютъ даннымъ, полученнымъ на практикѣ съ этими же взрывчатыми веществами. Тотъ фактъ, что большая скорость взрыва наиболѣе сильно дѣйствующихъ взрывчатыхъ веществъ влияетъ на результаты, полученные въ свинцовой мортирѣ, уже признанъ на различныхъ испытательныхъ станціяхъ за границей. Поэтому въ Соединенныхъ Штатахъ Сѣв. Америки часто пользуются баллистической мортирой,

какъ противоположнымъ опытомъ надъ силой различныхъ взрывчатыхъ веществъ.

Резюмируя теперь въ нѣсколькихъ словахъ выводы, которыми можно воспользоваться изъ этой первой серіи изслѣдованій, обнимающихъ главнѣйшія двойныя (бинарныя) смѣси съ азотнокислымъ аммоніемъ въ видѣ основанія, остановимся на слѣдующихъ двухъ главныхъ заключеніяхъ:

Что касается смѣсей съ избыткомъ кислорода и низкой температурой взрыва, допускаемыхъ къ употребленію въ газовыхъ рудникахъ и опасныхъ по пыли, мы видимъ, что если ограничиться температурой взрыва между 1500° и 1900°, то разница въ силѣ весьма небольшая и всѣ эти взрывчатые вещества имѣютъ приблизительно одно и то же разрушающее дѣйствіе, а тѣ изъ нихъ, которыя, можетъ быть, и дали бы предѣлы большей силы, имѣютъ такой составъ, что было бы слишкомъ смѣло, въ виду ихъ нечувствительности, рекомендовать ихъ употребленіе.

2) Относительно такихъ смѣсей, въ которыхъ содержаніе кислорода недостаточно для преобразо-

ванія всего углерода въ углекислоту, можно сказать, что они всегда будутъ имѣть менѣе значительную силу, чѣмъ смѣси того же типа, которыя даютъ полное сгораніе въ CO<sub>2</sub> безъ избытка кислорода.

Всегда, слѣдовательно, будетъ болѣе выгодно, если данныя условія это допускаютъ, добавлять къ этимъ взрывчатымъ веществамъ какое нибудь горючее въ достаточномъ количествѣ, чтобы достигъ предѣла полного сгоранія въ CO<sub>2</sub>.

Это сообщеніе было написано уже нѣсколько мѣсяцевъ до настоящей войны, что задержало появленіе его въ печати. Все таки, въ виду современности вопроса о взрывчатыхъ веществахъ и въ частности веществъ, идущихъ на изготовленіе артиллерійскихъ снарядовъ или для минныхъ цѣлей, намъ казалось не безполезнымъ представить нашу работу и изслѣдованія благосклонному вниманію читателей, несмотря на мало благоприятное время для такого рода сообщеній.

*К. де-Тилліе.*

## Рафинированіе стали въ индуктивной электрической печи Фрика.

(La technique moderne 15/III 1914 г.).

Приводимые результаты были получены въ печахъ Фрика на заводѣ Круппа (Эссенъ). Положеніе, которое заняла электроплавка въ металлургіи стали, даетъ поводъ надѣяться, что въ скоромъ времени двѣ трети міровой стали будутъ готовить въ электрическихъ печахъ.

Въ Эссенѣ работаютъ двѣ печи Фрика слѣдующихъ размѣровъ:

Емкость . . . . .	10 тоннъ.
Рабочая ёмкость . . . . .	8,5 "
Вѣсъ плавки . . . . .	6,5 "
Cos у при 8,5 t . . . . .	0,53 "
Средняя продолжительность плавки 6 ч. 45 м.	
Теоретическій расходъ тока на тонну 432 к. в.	
Средній дѣйствительный расходъ тока на тонну . . . . .	650 к. в.
Расходъ тока предвидѣнный . . . . .	736 к. в.
Частота тока . . . . .	5 въ секунду.
Средній выходъ . . . . .	70% "

Потеря тока въ первичной обмоткѣ отъ 4 до 5% израсходованной энергіи, несмотря на вѣсь обмотки въ 45 тоннъ. Были приняты мѣры къ уменьшенію потерь черезъ лучеиспусканіе. Такимъ образомъ, расходъ тока былъ достигнуть 600 kw на тонну металла, тогда какъ другая дуговая 12t печь Жиро, работающая на томъ же заводѣ, расходуетъ 1000 kw часовъ. Это объясняется тѣмъ, что самъ металлъ является источникомъ тепла, а такъ какъ онъ покрытъ шлакомъ, то температура стѣнокъ и свода печи будетъ всегда ниже температуры металлической ванны. Температура дуги достигаетъ 2500° Ц, тогда какъ температура въ печи Фрика не превосходитъ 1680° Ц.

М. Фрикъ пришелъ къ заключенію, что выдача дуговой печи не превышаетъ 50%<sub>c</sub>, тогда какъ его печь даетъ 70%<sub>o</sub>.

М. Фрикъ даетъ въ своемъ докладѣ нѣкоторыя указанія на футеровку и устройство печи и пре-



восходство сравнительно съ дуговыми и вообще другими дѣйствующими электрическими печами. Будущность электроплавильныхъ печей будетъ заключаться въ окончательной рафинировкѣ стали, полученной въ конверторахъ и мартеновскихъ печахъ. Въ Эссенѣ печи, служащая для этой операции, ординарная въ 20 t и двойная въ 40 t. Альтернативный токъ для ординарныхъ печей—однофазный. Токъ альтернатора можетъ быть трехфазный и преобразованъ въ двухфазный либо непосредственно трансформаторомъ печи, либо специальнымъ трансформаторомъ, если къ тому вынуждаетъ линия. Вслѣдствіе плохой выдачи индуктивныхъ печей большой частоты въ рѣдкихъ случаяхъ пользуются отвѣтвлениями отъ главной цѣпи.

М. Фрикъ указываетъ, что металлурги неохотно прибѣгаютъ къ специальнымъ установкамъ для своихъ печей; это ошибка, такъ какъ установка быстро амортизируется экономіей, даваемой усиленіемъ выдачи.

Даже для дуговыхъ печей Фрикъ рекомендуетъ устанавливать самостоятельную группу моторовъ генераторовъ, во избѣжаніе вліянія встречнаго тока на магистрالی.

Постоянство нагрузки есть одно изъ преимуществъ индуктивныхъ печей, чего нѣтъ въ дуговыхъ печахъ. Дѣйствительно, въ періодъ окисленія, когда металл кипитъ, происходятъ короткія замыканія, которая можно избѣгнуть, удлиняя дугу и уменьшая нагрузку, что замѣтно вліяетъ на производительность печи, и благодаря этому повышается себѣстоимость стали. Сравнивая дуговую печь въ 15 t и 1750 к. в. часовъ съ печью Фрика той же емкости и мощности, и считая себѣстоимость и производительность второй 100%, величины первой будутъ только 90%, т. е. производительность будетъ на 10% выше, а себѣстоимость на 10% ниже первой, на тонну стали.

Главные реакціи, которыя происходятъ въ электрической печи слѣдующія:

1) *Обезуглероживаніе* достигается легко прибавленіемъ молотобойны или чистой руды. Чтобы выдѣлать 1 kg. C требуется приблизительно 5,25 kg. чистой руды и теоретическая мощность 7 к. в. часовъ.

2) *Выдѣленіе кремнія*. Шлакъ долженъ содержать не менѣе 28% Si O<sub>2</sub>. Для ошлакованія 1 kg кремнія требуется 4 kg. руды, содержащей не менѣе

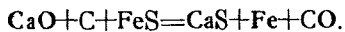
96% Fe<sub>2</sub> O<sub>3</sub> или 67% Fe и отъ 5—6 kg добавочныхъ шлакующихъ веществъ. Допускаютъ, что вся энергія расходуется на расплавленіи шлака, а теплота, выдѣляемая реакціей, идетъ на расплавленіе руды. Рекуперація 2 к. г. металла идетъ за счетъ 1 kg кремнія. Въ среднемъ, для ошлакованія 1 kg кремнія расходуется 2 к. в. часа.

3) *Дефосфоризація*. Операция эта окислительная и должна быть сдѣлана по возможности полнѣе до электроплавки. Дефосфоризація идетъ гораздо успешнѣе въ индуктивной печи, нежели въ дуговой, пламя которой возстановительное и способствуетъ скорѣе возстановленію P изъ шлака, если въ немъ не будетъ избытка окиси желѣза. Слѣдуетъ, во избѣжаніе возстановленія P изъ шлака, ввести въ печь достаточное количество молотобойны и извести для удержанія P<sub>2</sub> O<sub>5</sub>. Кремнекислота должна быть въ шлакѣ въ количествѣ не превышающемъ 10% при 2% P<sub>2</sub> или 4,58% O<sub>2</sub>. Шлакъ надо удалять постепенно, что не особенно легко въ двойной печи. Въ Эссенѣ его удаляютъ постепенно черезъ окна, пользуясь отверстиями продѣланными въ сводѣ. Реакція окисленія P задолжаетъ 1 к. в. часъ на 1 kg. P, затрата ничтожная сравнительно съ той, которая требуется для расплавленія шлака. Дефосфоризація не даетъ приращенія желѣза, вслѣдствіе того, что возстановленіе окиси желѣза въ молотобойнѣ пошло не далѣе Fe O.

4) *Раскисленіе*. Послѣ окислительной реакціи важно удалить окислы Fe и Mn. М. Фрикъ рекомендуетъ для этого ферро-силицій а не углеродъ (методъ Эру (Heroult)). Преимущества слѣдующія: отдѣленіе операций раскисленія и обуглероживанія (болѣе точное опредѣленіе C) и раскисленіе болѣе быстрое, хотя и не совсѣмъ полное. Послѣдніе слѣды кислорода должны быть удалены алюминомъ или другимъ сплавомъ. Количество шлака должно быть достаточнымъ, и содержаніе въ немъ Si O<sub>2</sub> не должно превышать 28%, что соотвѣтствуетъ 5,5 kg. добавочныхъ шлакующихъ матеріаловъ на 1 kg. Si. Всѣхъ шлака для удаленія всего количества Si и O при содержаніи Si=0,15% равняется (1,5+1,05)×5,5=14 kg. на тонну стали.

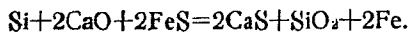
5) *Удаленіе сырѣи*, одно изъ существенныхъ и драгоцѣнныхъ качествъ электрической печи Оно зависитъ отъ атмосферы нейтральной или возстановительной и отъ основной футеровки, такъ что

работа может идти на сильно основном шлакѣ, но еще далеко не установлены реакціи, которыя при этомъ происходятъ. Фрикъ полагаетъ, что ошлакованіе сѣры происходитъ при тѣхъ же условіяхъ, что и Р, что температура въ этихъ процессахъ играетъ второстепенную и вспомогательную роль, а главнымъ дѣятелемъ является шлакъ. Образующійся сѣрнистый кальцій является единственнымъ соединеніемъ сѣры, изъ котораго она не переходитъ въ желѣзо. Въ дуговой печи реакція ошлакованія сѣры слѣдующая:

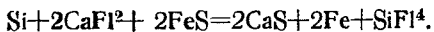


Фрикъ не полагаетъ, чтобы углеродистый кальцій  $\text{Ca C}^2$  имѣлъ значеніе въ этомъ процессѣ, несмотря на благоприятныя условія его образованія. Присутствіе  $\text{CaC}^2$  даетъ только указаніе, что реакція совершилась вполнѣ и присутствуетъ излишне затраченная энергія.

Въ индуктивной печи ошлакованіе сѣры идетъ быстрѣе, разъ ванна раскислена. Если содержаніе  $\text{SiO}^2$  въ шлакѣ будетъ незначительно, то послѣдній будетъ имѣть стремленіе къ окисленію за счетъ кислорода извести и  $\text{CaS}$  образуется по слѣдующей реакціи.



Фрикъ допускаетъ, если въ добавочныхъ матеріалахъ есть плавиковый шпатъ, слѣдующую реакцію:



Анализы показали, что содержаніе  $\text{Si O}^2$  въ шлакѣ не должно превышать 25%. Количество необходимаго шлака должно содержать 3%  $\text{CaS}$  т. е. 75 кг шлака на 1 кг сѣры.

Если ведется расчетъ на содержаніе Р въ стали 0,02%, то потребуется:

10 кг. шлака на раскисленіе шлака на тонну стали.

2 кг. шлака на рефосфоризацію шлака на тонну стали.

9 кг. шлака на раскисленіе металла на тонну стали.

Всего 21 kg. шлака, способныхъ извлечь

$$\frac{21}{71,8} = 0,292 \text{ kg. S, такъ что, если содержаніе сѣры}$$

не превышаетъ 0,292%, то дальнѣйшая прибавка добавочныхъ матеріаловъ излишняя. Работая съ 50% нымъ ферро-силициемъ, потеря металла будетъ 0,56 kg. на 1 kg. ошлакованной сѣры. На 1 kg. удаленной сѣры включая и расплавленіе ферро-силиция, расходуется 0,8 к. в. часовъ, что ничтожно сравнительно съ энергіей, необходимой для расплавленія шлака, принимая во вниманіе незначительныя количества сѣры, которыя приходится удалять на практикѣ.

6) *Обуглероживаніе* производится обыкновенно послѣ раскисленія, чтобы избѣгнуть образованіе  $\text{CO}$ . Рекомендуется прибавлять въ ванну: древесный уголь, антрацитъ, ретортный коксъ или коксъ, насыщенный нефтью, послѣ прибавки ферро-силиция, но передъ добавкой шлакующихъ примѣсей, чтобы углеродъ могъ лучше поглощаться металлической ванной. Печь при этой операціи надо закрывать, дабы избѣжать горѣнія углерода. При осторожномъ веденіи операціи потеря углерода не превышаетъ 25%. На практикѣ подсчитываютъ избытокъ угля, необходимый для покрытія потери, и получается сталь съ строго намѣченнымъ количествомъ С. Въ нѣкоторыхъ случаяхъ добавляют очень чистый чугуиъ или сплавъ съ высокимъ содержаніемъ углерода. Чтобы ввести въ сталь 1 kg С, слѣдуетъ добавить 28,6 kg чугуна съ содержаніемъ углерода 3,5%, что потребуетъ электрической энергіи 12 к. в. часовъ.

7) *Сплавы* даютъ возможность получить въ электрической печи весьма совершенное раскисленіе металла и шлака, а также возможность полученія разныхъ сортовъ стали, не рискуя понести большихъ потерь. Медленное вращеніе печи Фрика способствуетъ полученію однороднаго металла. Сплавъ, съ которымъ желаютъ сплавить сталь, прибавляютъ послѣ раскисленія ванны не задолго до выпуска.

## Обзор дѣятельности испытательныхъ станцій по изслѣдованію угольной пыли за 1914—1915 г.г.

Благодаря войнѣ работы нѣкоторыхъ испытательныхъ станцій за послѣдніе два года протекали въ ненормальныхъ условіяхъ. Особенно сильно отразилась война на дѣятельности бельгійской и французской станцій. О первой не имѣется никакихъ свѣдѣній; вторая же занята непріателемъ еще въ началѣ августа 1914 года. Всѣ наиболѣе цѣнные и компактные аппараты льевенской станцій были своевременно вывезены г. Таффанелемъ въ безопасное мѣсто. Зданіе станцій нѣкоторое время находилось вблизи траншей въ полосѣ обстрѣла обѣихъ армій. Послѣ занятія территоріи германцами—послѣдніе вывѣсили на дверяхъ главнаго зданія объявленіе съ указаніемъ на интернаціональный характеръ станцій, взятой подъ особое покровительство.

Изъ персонала станцій въ настоящее время г. Таффанель прикомандированъ къ министру общественныхъ работъ (лѣтомъ прошлаго года предполагался его пріѣздъ въ Россію въ составѣ одной миссіи), а одинъ изъ его цѣнныхъ сотрудниковъ, занимавшійся изученіемъ предохранительныхъ взрывчатыхъ веществъ, M. Dautriche—убитъ при взрывѣ въ Chedde. Центральная спасательная станцій, бывшая также въ Lievin'ѣ,—переведена въ Vignau.

Работы англійской станцій въ Eskmeals'ѣ шли нормальнымъ ходомъ; но наиболѣе интенсивныя изслѣдованія, все-таки, велись не здѣсь, а въ американскомъ опытномъ рудникѣ въ Bruceton'ѣ.

Нѣмецкая станцій въ Derge недавно опубликовала въ Glütskauf'ѣ отчетъ о своихъ работахъ, изъ котораго можно заключить, что въ дѣятельности ея не произошло особыхъ измѣненій.

О работахъ австрійскихъ станцій въ моемъ распоряженіи нѣтъ никакихъ матеріаловъ.

За истекшіе два года впервые начались планомерныя работы надъ изученіемъ каменноугольной пыли и у насъ въ Россіи. Онѣ сосредоточились пока въ Горномъ Институтѣ въ Петроградѣ и на Макѣвской станцій Совѣта Съѣзда. Результаты правительственныхъ работъ пока еще не опубликованы; данныя же Макѣвской станцій появились только въ небольшой своей части. Это обстоятельство

заставляетъ меня ограничиваться въ дальнѣйшемъ изложеніи матеріалами однѣхъ только заграничныхъ станцій, выводами которыхъ мы принуждены будемъ пользоваться еще долгое время, такъ какъ изученіе мѣръ борьбы съ пылью, которыми, главнымъ образомъ, и занимаются заграничныя станцій, еще вѣроятно нескоро будетъ поставлено на очередь у насъ въ Россіи:—мы не имѣемъ для этого большихъ испытательныхъ штоленъ.

Главное вниманіе всѣхъ изслѣдователей взрываемости пыли въ истекшіе два года было обращено на разработку различныхъ способовъ задержанія или предотвращенія взрывовъ; изученію же относительной воспламеняемости различныхъ сортовъ пыли и условій развитія взрывовъ было отведено второстепенное мѣсто. При опытахъ въ большомъ масштабѣ вопросы послѣдняго рода были затронуты только станціями въ Bruceton'ѣ и въ Derge. Вотъ нѣкоторые выводы изъ нихъ.

D. S. Rice (Bruceton) въ послѣднее время еще разъ подтвердилъ общую зависимость между сравнительной воспламеняемостью пыли и количествомъ содержащихся въ ней летучихъ веществъ. Онъ также доказалъ безопасность антрацитово́й пыли Пенсильванскихъ рудниковъ въ тѣхъ случаяхъ, когда отношеніе летучихъ веществъ къ общей величинѣ органической массы менѣе 7:93. Такая пыль не воспламеняется и въ воздухѣ, содержащемъ значительное количество газа. Пыль углей, для которыхъ указанное выше отношеніе равно 10:90, не воспламеняющаяся въ обычныхъ условіяхъ, однако пріобрѣтаетъ эту способность въ атмосферѣ съ 1% натурального газа. 3.2% этого газа вызывали распространеніе пламени среди полуантрацитово́й пыли съ содержаніемъ даже 30% сланца (газъ при этихъ опытахъ распредѣлялся равномерно по всей длинѣ пыльной зоны).

Наблюденія надъ скоростью распространенія пламени показали, что взрывъ слабовоспламеняющейся пыли на прохожденіе первыхъ 100 футовъ тратитъ отъ 1/2 секунды до 1 секунды и даже болѣе. Вторые 100 футовъ пламя движется быстрѣе, расходуя отъ 1/2 до 1/4 секунды и менѣе. Въ даль-

нѣйшемъ скорость быстро возрастаетъ, достигая 2000 футовъ въ секунду. Въ случаѣ сильно взрывчатой пыли давленіе и скорость повышаются очень быстро. Въ разстояніи 150 футовъ отъ очага взрыва давленіе газовъ выражается 10—15 англ. фунтами, черезъ 350 футовъ оно достигаетъ 63 фунтовъ, черезъ 550 ф.—73 фунтовъ и черезъ 750 футовъ—119 фунтовъ. Наблюденія надъ давленіемъ газовъ, сопровождающихъ взрывъ, дали G. S. Rice'у возможность освѣтить вопросъ объ отраженной волнѣ сжатія (не надо смѣшивать съ отраженной волной разрѣженія). Если истощеніе запасовъ пыли вызоветъ гдѣ либо паденіе давленія, то пунктъ перелома, гдѣ давленіе достигло своего максимума, явится вмѣстѣ съ тѣмъ исходной точкой, отъ которой въ обѣ стороны пойдутъ постепенно уменьшающіяся въ силѣ волны. Одна изъ нихъ будетъ слѣдовать въ прежнемъ направленіи, другая приметъ обратное движеніе къ очагу взрыва. При размѣщеніи въ опредѣленныхъ мѣстахъ опытнаго рудника вагоновъ и деревянныхъ чурбановъ можно было наблюдать слѣдующее правило ихъ передвиженія. Отъ начального пункта взрыва до мѣста съ максимальнымъ давленіемъ перемѣщеніе этихъ предметовъ происходитъ въ обратномъ направленіи, т. е. въ сторону очага взрыва. Отъ мѣста перелома всѣ предметы имѣютъ поступательное движеніе къ устью рудника, т. е. въ направленной движенія пламени. Будучи нѣсколько страннымъ на первый взглядъ, такое явленіе объясняется, однако, довольно просто слѣдующимъ образомъ. Возрастающая въ силѣ волна газовъ двигается съ большой скоростью и опережаетъ предметы, встреченные ею на пути. Понятно, мимоходомъ она увлекаетъ ихъ за собой. Но гдѣ-то впереди нѣсколько позднеѣ должно создасться максимальное давленіе, отъ котораго новая волна будетъ двигаться въ обратномъ направленіи. Нѣтъ ничего удивительнаго въ томъ, что продвинушіеся было вперёдъ предметы новымъ толчкомъ будутъ увлечены обратно и будутъ переброшены даже за мѣсто своего первоначального пребыванія. Это не можетъ произойти въ пунктахъ между устьемъ штольни и мѣстомъ максимальнаго давленія, гдѣ обратная волна можетъ появиться только уже послѣ окончанія взрыва при проникновеніи холоднаго наружнаго воздуха въ рудникъ: эта волна имѣетъ слабую силу. Описанное сейчасъ явленіе создаетъ картину

разрушеній, на основаніи которой нужно было бы признать за очагъ взрыва мѣсто максимальнаго давленія. При рудничныхъ взрывахъ, когда очагъ взрыва не бываетъ заранѣе извѣстенъ, такое ошибочное заключеніе дѣлается вполне возможнымъ.

Мѣсто максимальнаго давленія не всегда можетъ быть приурочено къ конечному пункту пыльной зоны. Передняя колонна воздуха можетъ гнать впереди пламени такое значительное количество захваченной ею въ различныхъ мѣстахъ пыли, что взрывъ можетъ еще увеличиваться въ силѣ уже за предѣлами пыльной зоны. О значеніи этого обстоятельства даютъ извѣстное представленіе слѣдующіе опыты, произведенные въ Depe.

При количествѣ пыли въ 400 граммъ въ куб. метрѣ воздуха и воспламененіи ея зарядомъ 200 граммъ gelatine dynamite длина пламени въ два раза превосходила длину пыльной зоны, если послѣдняя не превышала 60 метровъ \*). 70 метровая пыльная зона давала уже пламя въ 210 метровъ, т. е. на 10 метровъ длиннѣе самой штольни.

Расположеніе пыли на полкахъ, прикрѣпленныхъ на разной высотѣ къ стѣнкамъ штольни, значительно облегчало образованіе первичнаго облака въ тѣхъ случаяхъ, когда взрывъ вызывался паленіемъ динамита (мортира занимала возвышенное положеніе). При размѣщеніи пыли только на почвѣ штольни приходилось увеличивать ея количество для полученія прежней скорости пламени. Если же воспламененіе пыли вызывалось взрывомъ газа, то мѣстонахожденіе пыли утрачивало свое значеніе. Такъ, 600 граммъ пыли (на куб. метрѣ), расположенной на почвѣ, при воспламененіи ея динамитомъ сообщали пламени скорость въ среднемъ около 50 метровъ въ секунду. Въ случаѣ замѣны динамита газомъ—уже при 200 граммахъ пыли можно было получить скорость распространенія пламени въ 50 и даже въ 91 метрѣ въ секунду.

\*) Одинъ случай, когда 40 метровая пыльная зона дала пламя только въ 67 метровъ, объясняется слѣдующимъ интереснымъ обстоятельствомъ. На 67 метрѣ штольни имѣется значительное увеличеніе поперечнаго сѣченія, такъ какъ въ этомъ мѣстѣ сдѣлано боковое отвѣтвленіе. Пламя потухло въ этомъ пунктѣ благодаря охлажденію, происшедшему отъ расширенія газовъ, и быстрому уменьшенію скорости.

Послѣ прохожденія пламени прошло секундъ	CO <sub>2</sub>	CO	O <sub>2</sub>	N	CH <sub>4</sub>	H	C:H
0.04	13.56	5.36	1.03	75.21	1.15	2.38	1.31
0.55	7.93	5.14	7.05	76.34	0.97	2.45	0.12
3.00	9.98	7.38	2.60	74.76	1.51	3.52	0.25
+0.04	0.60	0.35	19.82	79.18	0.05	—	—
0.33	0.71	0.20	19.59	79.20	0.30	—	—
1.53	7.55	6.92	4.35	75.96	1.41	3.63	0.18

		РЕЗУЛЬТАТЪ.	
% золы въ смѣси	% влаги		
5.1	18.2	пламя распространилось по всей длинѣ	
5.1	20.0	" " "	"
5.1	21.0	" " "	"
5.1	23.6	пламя затухло черезъ 130 футовъ	
5.1	32.5	" " "	10 "
12.5	21.5	пламя распространилось по всей длинѣ	
12.5	27.6	" затухло черезъ 30 футовъ	
23.3	22.0	пламя распространилось по всей длинѣ	
23.3	25.5	пламя затухло черезъ 100 футовъ	
33.6	19.8	" " "	80 "
33.6	21.4	" " "	30 "
43.8	10.2	" распространилось по всей длинѣ	
43.8	15.2	" затухло черезъ 90 футовъ	

Среди другихъ данныхъ, полученныхъ станціями, заслуживаютъ вниманія еще также произведенные въ Виссетон'ѣ анализы газовъ, взятыхъ почти немедленно послѣ прохожденія мимо прибора взрывной волны. Анализы эти (см. таблицу) показываютъ, что содержаніе кислоты въ воздухѣ послѣ взрыва можетъ понижаться до 1.03%. Наряду съ углекислотой, содержаніе которой можетъ достигать 13.56%,—въ продуктахъ взрыва является очень большое количество окиси углерода (даже до 7.38%). Присутствіе водорода, метана и этилена свидѣтельствуетъ о томъ, что взрывъ пыли сопровождается также образованіемъ и такихъ газовъ, которые обычно являются продуктами дестилляціи каменнаго угля.

### Способы прекращенія взрыва.

*Безпыльные и мокрыя зоны.* Опыты въ Виссетон'ѣ вновь подтвердили то обстоятельство, что при достаточно большой начальной длинѣ пыльной зоны даже значительное пространство, свободное

отъ пыли, не въ силахъ задержать взрывъ. Три опыта съ пыльной зоной въ 100, 200 и 300 фут. обнаружили распространеніе пламени среди сухихъ безпыльных выработокъ опытнаго рудника на 500 и 1000 футовъ. При опытахъ весной, когда стѣны и почва штрековъ были влажны (пыль въ такихъ случаяхъ размѣшалась на полкахъ), результаты были также неудовлетворительны. Пламя взрыва проникало на 500—600 футовъ въ влажныя выработки, не содержащія пыли.

*Общее орошеніе.* Вліяніе влажности на воспламеняемость пыли изучалось англійской станціей въ Eskmeals'ѣ. Для смачиванія пыли пользовались брызгалками различной конструкціи. Взятая для опытовъ пыль содержала 35% летучихъ веществъ (включая естественную влагу) при 5% золы. Источникомъ пламени служили 24 унца пороха, воспламенявшие сначала 25 англійскихъ фунтовъ пыли, помѣшавшейся въ специальной трубѣ въ 10 футовъ длиной при діаметрѣ въ 3 фута. Остальная пыль распредѣлялась на полкахъ вдоль галлерей въ количествѣ одного фунта на погонный футъ.

Наряду съ установленіемъ значенія влажности учитывалось также вліяніе негорючихъ примѣсей. Въ качествѣ таковыхъ въ началѣ примѣнялась пыль дымоходовъ, а позднѣе сланцевая пыль. Результаты опытовъ съ водой и пылью дымоходовъ приведены ниже въ таблицѣ.

При замѣнѣ пыли дымоходовъ сланцевой предѣлы, дѣлающіе смѣсь невоспламеняющеюся, нѣсколько измѣнились въ пользу сланцевой пыли,—а именно, безопасная смѣсь получалась при содержаніи золы и влаги:

Золы	Влаги
%	%
23	20
33	15
39	9

Всѣ приведенные опыты свидѣтельствуяютъ, что 10% золы, по оказываемому ими вліянію приблизительно эквивалентны 5% влаги; и что совмѣстное примѣненіе обоихъ матеріаловъ значительно понижаетъ соотвѣтствующіе безопасные предѣлы, выведенные для каждаго изъ нихъ въ отдѣльности; 30% влаги, при условіи *интимнаго* перемѣшиванія воды и пыли, дѣлаютъ пыль невоспламеняющейся. При болѣе упрощенныхъ способахъ перемѣшиванія потребное для той же цѣли количество воды должно быть повышено до 50%.

Позднѣ источникомъ взрыва при опытахъ съ водой являлся газъ (100 куб. футовъ метана или свѣтильнаго газа), воспламенявшійся въ 150 футовой параллельной штольнѣ. Пламя горящихъ газовъ поступало въ главную штольню, гдѣ была размѣщена на полкахъ сухая или смоченная водой пыль. Пыльная зона имѣла 100 футовъ длины, количество ея равнялось 2 англ. фунтамъ на погонный футъ.

Содержаніе влаги достигало 50%. При опытахъ съ сухой пылью пламя распространялось вдоль большой штольни на 400 и 300 футовъ. Среди мокрой пыли пламя затухало на разстояніи 100 и 90 футовъ. При тѣхъ же условіяхъ опыта среди сухой смѣси изъ угольной пыли и сланцевой въ отношеніи 1 : 1 пламя распространялось на значительно большее разстояніе. Последнее обстоятельство объясняется тѣмъ, что влага, помимо своего охлаждающаго дѣйствія, смѣляетъ еще отдѣльныя частицы пыли вмѣстѣ, затрудняя поднятіе ихъ на воздухъ.

*Озоленіе пыли.* Шестой отчетъ англійской испытательной станціи заканчивается выводомъ, что опасныя свойства угольной пыли почти совершенно парализуются 1) при прибавленіи къ ней 50% по вѣсу тонкой пыли минеральнаго характера, 2) при интимномъ соединеніи пыли по крайней мѣрѣ съ 30% воды и 3) при соотвѣтствующемъ комбинированіи двухъ предыдущихъ способовъ.

Для воспламененія такой пыли необходимо имѣть въ воздухѣ до 4,5% метана.

Опыты въ Влусетонѣ дали однако нѣсколько несходные съ вышеприведенными данными результаты. Согласно этимъ опытамъ, въ воздухѣ нормальнаго состава пыль различныхъ по составу углей требуетъ прибавленія неодинаковаго количества сланца; при этомъ наиболѣе опасная пыль изъ

питтсбургскихъ рудниковъ съ отношеніемъ летучихъ веществъ къ органической массѣ, равнымъ 40 : 100, требуетъ прибавленія къ себѣ 60% негорючей пыли для утраты ею способности воспламеняться. Соотвѣтствующія величины для двухъ другихъ изслѣдованныхъ углей съ отношеніемъ летучихъ веществъ къ органической массѣ, равнымъ 20 : 100 и 17 : 100, были равны 30 и 23% золы. При введеніи въ атмосферу штольни 1% натурального газа воспламененіе пыли перестаетъ имѣть мѣсто только въ смѣсяхъ, содержащихъ золы не менѣ 70—50 и 40% для каждаго изъ упомянутыхъ трехъ углей. 3% газа вызывали распространеніе пламени среди питтсбургской пыли съ 80% сланца.

Для примѣсей къ угольной пыли можно пользоваться негорючей пылью различнаго происхожденія—сланцевой; известковой, пылью дымоходовъ, золой паровыхъ котловъи проч. Специальные опыты въ Eskmeals'ѣ показали, что съ точки зрѣнія вліянія на воспламеняемость всѣ сорта минеральной пыли мало различаются между собою. На практикѣ имѣетъ значеніе не химическій составъ негорючей пыли, а тонкость ея. Необходимо, чтобы по крайней мѣрѣ половина пыли проходила черезъ сито № 200 (200 отверстій въ линейномъ дюймѣ). Высказывавшіяся ранѣе предположенія о томъ, что пыль, содержащая карбонаты, будетъ болѣе дѣйствительной, такъ какъ возможно ожидать ея разложенія въ моменты взрыва съ выдѣленіемъ углекислоты,—къ сожалѣнію, не подтвердились на опытѣ. Періодъ взрыва слишкомъ коротокъ, чтобы обыкновенные карбонаты успѣли разложиться; нѣсколько больше шансовъ въ этомъ отношеніи можетъ дать только двууглекислый натръ, но вопросъ о примѣненіи его для цѣлей общаго сланцеванія, — понятно, не можетъ имѣть широкаго пракческаго значенія.

Опыты Dr. Haldane и A. Mavrogordato, приведенные въ 7-омъ отчетѣ англійской испытательной станціи, надъ тѣмъ вліяніемъ, которое оказываетъ минеральная пыль различнаго состава на здоровье рабочихъ, вдыхающихъ ее въ легкія,—послужили основаніемъ для слѣдующихъ выводовъ.

1. Опыты съ людьми и животными обнаружили, что сланцевая пыль при вдыханіи ея оказывается вредной отнюдь не въ большей степени, чѣмъ и угольная.

2. Пыль дымоходовъ производитъ на животныхъ такое дѣйствіе, которое дѣлаетъ нежелательнымъ ея примѣненіе для обезвреживанія угольной.

3. Съ точки зрѣнія здоровья желательно по возможности сокращать случаи вдыханія какой бы то ни было пыли въ рудникѣ.

*Концентрированныя зоны или преграды.* Изъ устройствъ этого рода предметомъ изученія за послѣднее время являлись главнымъ образомъ барьеры изъ сланцевой пыли. Водяныя зоны изъ нѣсколькихъ рядовъ брызгалъ испытывались только на станціи въ Derne, — но и тамъ онѣ оказались непригодными для остановки сильныхъ взрывовъ. Дѣйствіе ихъ къ тому же въ моментъ прохожденія пламени сильно ослаблялось еще тѣмъ обстоятельствомъ, что давленіе въ штольнѣ въ это время достигало степени сжатія воды въ трубопроводахъ, — и жидкость не могла выливаться съ необходимой энергіей. Значительно большимъ полезнымъ дѣйствіемъ обладали концентрированныя сланцевыя зоны изъ чистой сланцевой пыли, размѣщавшейся въ большомъ количествѣ на небольшомъ протяженіи опытнаго штрека. Большое практическое значеніе ихъ, установленное еще S. Taffanel'емъ, было вновь подтверждено при послѣднихъ изслѣдованіяхъ въ Derne и Bruseton'ѣ.

Расположеніе инертной пыли на продольныхъ полкахъ давало худшіе результаты, чѣмъ въ случаѣ поперечныхъ полокъ. Интересный фактъ былъ обнаруженъ въ Bruseton'ѣ при замѣнѣ сланцевой пыли на полкахъ угольной. Пятикратное повгореніе одного и того же опыта, когда 75 фунтовъ угольной пыли помѣщалось на 8 полкахъ въ 50 футахъ отъ шпура, дало четыре случая затуханія взрыва при достиженіи имъ полокъ. Избытокъ угольной пыли оказывалъ, такимъ образомъ, такое же охлаждающее вліяніе на еще неокрѣпшій взрывъ, какъ и сланцевая пыть.

При изслѣдованіи старыхъ барьеровъ Таффанеля въ Америкѣ было еще разъ подтверждено плохое ихъ дѣйствіе въ случаѣ слабыхъ взрывовъ, когда далеко не вся пыль сдувалась съ полокъ и пламя проскакивало между ними. G. Rice'омъ были поэтому сконструированы и испытаны нѣсколько новыхъ болѣе чувствительныхъ приспособленій для храненія пыли. Одинъ типъ такихъ барьеровъ состоялъ изъ 6 ящичковъ, подвѣшивающихся къ кровлѣ на 4 стержняхъ съ крюками. При расклевываніи

ящика уже при отклоненіи его на  $\frac{5}{8}$ '' отъ начального положенія два боковыхъ стержня соскальзываютъ изъ ушекъ прикрѣпленныхъ къ кровлѣ скобъ, и ящикъ вмѣстѣ съ пылью сваливается на почву. Внутреннее дно ящика состоитъ изъ двухъ досокъ особо подвѣшенныхъ на цѣпяхъ къ кровлѣ. При паденіи ящика эти доски остаются висѣть съ частью удержавшейся на нихъ пыли. Онѣ опоражниваются въ слѣдующую стадію взрыва.

Другая система барьеровъ сводится къ ряду параллельныхъ между собой продольныхъ досокъ, также прикрѣпленныхъ къ кровлѣ. На 100 футовъ отъ такого барьера въ обѣ стороны поперекъ штрека должна помѣщаться доска, связанная системой рычаговъ съ барьеромъ. Доска эта передней волной взрыва отклоняется отъ вертикального положенія и при вращеніи при помощи указанныхъ выше рычаговъ сотрясаетъ полки, сбрасывая съ нихъ пыль (пыли помѣщается на полкахъ около 5 тоннъ).

Кромѣ этого, G. S. Rice'омъ предложены еще схемы устройства особыхъ вентиляціонныхъ дверей и перекидовъ, выполняющихъ въ то же время и назначеніе барьеровъ. Вентиляціонныя двери имѣютъ небольшіе размѣры. Съ трехъ сторонъ (сверху и съ боковъ) онѣ окружены двумя рядами продольныхъ досокъ, промежутки между которыми заполнены сланцевой пылью. Для большей подвижности доски не прибиты гвоздями: верхнія подвѣшены на цѣпяхъ и свободно лежатъ на перекладахъ, а боковыя слегка зажаты брусками. Такого же типа пылеохранилище представляютъ изъ себя сконструированные въ Bruseton'ѣ перекидные мосты. Они представляютъ изъ себя два деревянныхъ не особенно прочныхъ свода, установленные въ мѣстѣ пересѣченія двухъ взаимноперпендикулярныхъ выработокъ. Пространство между сводами должно заполняться сланцевой пылью.

При опытахъ въ Bruseton'ѣ всѣ перечисленные сейчасъ типы барьеровъ оказались соотвѣтствующими своему назначенію.

Основная мысль всѣхъ видовъ концентрированныхъ преградъ заключается въ стремленіи ввести въ полосу огня большое количество охлаждающаго газа распыленного негорючаго матеріала. Полезное дѣйствіе сланцевыхъ преградъ сводится поэтому къ тепловому эффекту.

Совсѣмъ другая мысль была вложена въ преграды, сконструированныя Beyling'омъ при его опытахъ въ Deme. Въ известномъ мѣстѣ штольни имъ было почти нацѣло перегороджено поперѣчное сѣченіе штольни рядомъ досокъ, хорошо укрѣпленныхъ и прибытыхъ. Нѣсколько такихъ перешивокъ способны были остановить даже сильный взрывъ пыли, хотя перегородки всегда разрушались. По идеѣ Beyling'a механическая работа разрушенія должна была повлечь за собой потерю теплоты, а слѣдовательно и охладить газы. Другими словами, теплота взрыва должна была перейти въ механическую работу. Оригинальность и большой интересъ этой идеи должны послужить основаніемъ для его дальнѣйшей разработки.

*Лабораторныя изслѣдованія.* Работы испытательныхъ станцій далеко не исчерпываются одними только опытами въ большомъ масштабѣ въ штольняхъ. Не послѣднюю роль играютъ въ нихъ также и лабораторныя изслѣдованія. Но данныя этихъ работъ не вездѣ печатаются въ отчетахъ самихъ станцій. Такъ, въ американской станціи лабораторныя изслѣдованія разрабатываются и публикуются отдѣльно въ бюллетеняхъ Bureau of Mines. Аналогичныя изслѣдованія англійской станціи также иногда не печатаются въ отчетахъ станціи. За послѣднее время въ англійской станціи освѣщались главнымъ образомъ вопросы о химической природѣ угля и о воспламеняемости метала при различныхъ условіяхъ. Сюда относятся—изученіе колебаній предѣловъ взрываемости метана въ воздухѣ съ пониженнымъ содержаніемъ кислорода (метанъ способенъ взрывать еще при 13.2% кислорода, верхній и низкій предѣлы при этомъ сближаются—6.5 и 6.8%; пыль при условіяхъ опыта не воспламенялась уже при 17.1% кислорода; въ присутствіи 2% метана пре-

дѣлъ этотъ понижался до 16%). Были также изучены скорости распространенія газового взрыва въ узкихъ трубкахъ для установленія той смѣси метана и воздуха, которая можетъ произвести при вспышкѣ наибольшія разрушенія. Такой смѣсью оказалась смѣсь съ содержаніемъ около 10%. Здѣсь же изучались условія воспламененія газа отъ электрическихъ искръ въ проводахъ къ сигнальнымъ звонкамъ и въ этихъ послѣднихъ (при соответствующей конструкціи звонковъ можно сдѣлать безопаснымъ токъ въ 15 вольтъ съ максимальной силой при короткомъ замыканіи въ 1.5 ампера).

Работы левенской лабораторіи до начала войны также сводились главнымъ образомъ къ изученію условій взрываемости газовъ. Такимъ путемъ имѣлось въ виду приблизиться къ пониманію тѣхъ процессовъ, на которые можно бы было разложить взрывъ.

Здѣсь изучалась скорость реакціи горѣнія газа въ смѣсяхъ съ 6.5, 9.0 и 12%  $\text{CH}_4$  и въ смѣсяхъ  $\text{CO}$  и воздуха. Провѣрялось вліяніе водяныхъ паровъ на скорость такихъ реакцій (получились отрицательные результаты). Изучались скорости распространенія пламени газовъ при различныхъ начальныхъ температурахъ съ цѣлью полученія необходимыхъ данныхъ для дальнѣйшей экстраполяціи ихъ для температуръ взрыва. Прослѣживалось вліяніе большихъ давленій на скорость реакцій и колебанія предѣловъ взрываемости (до 125 атм.). Устанавливались предѣлы взрываемости сложныхъ смѣсей изъ  $\text{CH}_4$ ,  $\text{CO}$ ,  $\text{O}$  и  $\text{N}$  и т. д. Всѣ эти въ высокой степени интересныя изслѣдованія, къ сожалѣнію, должны были прерваться, и пока нѣтъ никакихъ указаній о томъ времени, когда они смогутъ возобновиться.

*Н. Черницынъ.*

## Объ изслѣдованіяхъ опытнаго брикетнаго завода Южныхъ желѣзныхъ дорогъ.

Въ № 39 журнала „Горно-Заводское Дѣло“, за истекшій годъ, г. М. Б., приводя полностью статью А. И. Мюнцера „Изъ практики опытнаго брикетнаго завода Южныхъ желѣзныхъ дорогъ“, указываетъ, что „сообщенныя въ этой статьѣ свѣдѣнія

о результатахъ опытнаго брикетированія антрацитового штыба и тощихъ углей представляютъ большой интересъ“.

Я позволю себѣ не согласиться съ мнѣніемъ г. М. Б. Въ своей статьѣ А. И. Мюнцеръ затраги-



вает много вопросов, как-то: „гдѣ устроить заводъ, на копяхъ или въ большомъ центрѣ“; указываетъ, какое примѣненіе могутъ имѣть приготовленные изъ малоцѣнной мелочи брикеты, упоминаетъ о Петроградской брикетной фабрикѣ, рекомендуетъ „убѣдительно каменноугольнымъ промышленникамъ серьезно обратить вниманіе на этотъ сортъ топлива“, но ничего не говоритъ о „рецептахъ“, „способѣ“, стоимости изготовления брикетовъ и пр., т. е. о самой сути.

Пропорція мелочи того или иного сорта угля, на что указываетъ А. И. Мюнцеръ, дѣйствительно имѣетъ значеніе, но не меньшее значеніе имѣетъ и связующее вещество, сортъ его и способъ работы, о чемъ въ статьѣ ни слова, а потому статья эта, если и можетъ имѣть интересъ, то лишь какъ указаніе на то, что углепромышленники въ настоящее время не интересуются брикетнымъ производствомъ, почему опытный брикетный заводъ, чтобы что-нибудь дѣлать, занялся „изученіемъ имѣющихся на складахъ запасовъ такого малоцѣннаго топлива“.

Практическаго значенія, однако, такое изученіе имѣть не можетъ, такъ какъ въ него внесены элементы случайности: взяты сорта угольной мелочи, скопившейся на опытномъ брикетномъ заводѣ, каковыя въ другомъ мѣстѣ, гдѣ желательно было бы построить брикетный заводъ, могутъ и не оказаться; свозить же подобную мелочь въ одно мѣсто съ разныхъ районовъ специально для брикетирования, даже при уменьшеніи тарифа, едва ли целесообразно.

Практическое значеніе такіа испытанія могутъ имѣть лишь въ томъ случаѣ, если они производятся надъ мелочью, доставленной углепромышленникомъ, и если опытный заводъ можетъ дать всѣ необходимыя углепромышленнику данныя для безошибочнаго рѣшенія вопроса о выгодности постройки брикетнаго завода, т. е. если онъ можетъ произвести подробную калькуляцію на основаніи данныхъ, имѣющихся у углепромышленника (себѣстоимость мелочи, пека, цѣна брикетовъ, рабочія руки и т. п.), данныхъ машиностроительнаго завода, изготовляющаго предметы оборудованія брикетныхъ фабрикъ (стоимость машинъ, перевозка, установка, ремонтъ ихъ и т. п.) и результатовъ опытовъ своихъ надъ угольной мелочью (необходимый сортъ пека, процентъ примѣси его, качество получаемыхъ брикетовъ и т. п.).

На страницахъ „Горно-Заводскаго Дѣла“ мною уже указывалось, что такіхъ исчерпывающихъ данныхъ испытательный брикетный заводъ Южныхъ желѣзныхъ дорогъ дать не сможетъ, что такіа данныя можетъ дать лишь машиностроительный заводъ, изготовляющій машины для оборудованія брикетныхъ фабрикъ.

Переходя къ рассмотрѣнію результатовъ опытовъ, произведенныхъ на опытномъ брикетномъ заводѣ Южныхъ желѣзныхъ дорогъ, долженъ замѣтить, что смыслъ прибавленія къ предназначенной къ брикетированію мелочи антрацитовыхъ или тощихъ углей мелочи спекающагося угля заключается въ томъ, что послѣдняя оставляетъ—при горѣніи брикетовъ изъ такой смѣси—коксъ, который связываетъ въ одно цѣлое зерна мелочи антрацита или тощихъ углей, тогда какъ брикеты изъ мелочи, напр., одного антрацита, вслѣдствіе того, что температура воспламененія такой мелочи выше температуры воспламененія связующаго вещества—пека—въ огнѣ не прочны: съ поверхности ихъ отпадаютъ зерна, уже не связанныя пекомъ (количество остающагося пекомъ кокса недостаточно для связыванія).

Практика Западной Европы показала, что для полученія хорошихъ брикетовъ изъ антрацитовой мелочи къ послѣдней въ среднемъ необходимо прибавить около 25% мелочи спекающагося угля. Количество послѣдней опредѣляется опытнымъ путемъ и находится въ зависимости, главнымъ образомъ, отъ спекающей способности ея. При этомъ, замѣна части мелочи антрацита мелочью тощихъ углей на качество брикетовъ, какъ таковыхъ, вліянія почти не оказываетъ.

Брикеты „изъ смѣси въ 66% антрацитовой мелочи и 34% пламеннаго спекающагося угля“, которые А. И. Мюнцеръ рекомендуетъ для отопления вагоновъ и домашнихъ печей, изготовлены изъ неправильно подобранной смѣси: въ составъ ея входило слишкомъ большое количество мелочи спекающагося угля, почему въ огнѣ „отдѣльные чечевички *свариваются другъ съ другомъ и даютъ компактную массу огня (?)*“.

Брикеты изъ смѣси мелочи антрацита въ количествѣ 50%, тощаго угля въ количествѣ 25% и мелочи спекающагося угля въ количествѣ 25%, по процентному количеству мелочи, входящей въ составъ смѣси, должны быть хороши, но указаніе

А. И. Мюнцера, что они „горятъ, не растрескиваясь, масса при горѣнїи спекается, образуя коксъ серебристаго цвѣта“, какъ будто противорѣчить этому.

Изготовленіе брикетовъ изъ „смѣси 75<sup>0</sup>/<sub>0</sub> слабоспекающагося полутощаго угля съ содержаніемъ 17—15<sup>0</sup>/<sub>0</sub> летучихъ веществъ, съ примѣсью 25<sup>0</sup>/<sub>0</sub> тощаго угля“ особаго интереса имѣть не можетъ, такъ какъ мелочь слабоспекающагося угля уже сама по себѣ даетъ хорошіе брикеты; количество же прибавляемой мелочи тощаго угля слишкомъ мало, чтобы оно имѣло значеніе для утилизаціи ея.

Испытательная станція при опредѣленіи качествъ брикетовъ и вообще всюду, гдѣ это возможно, должна пользоваться специальными приборами, исключаящими индивидуальныя особенности изслѣдователя, поэтому такія указанія, какъ „брикетъ получился крѣпкій“ или брикеты „твердые, не рассыпающіеся даже при сильномъ ударѣ“ — для испытательной станціи не подходящи.

Статья А. И. Мюнцера могла бы имѣть теоретическій интересъ, но, къ сожалѣнію, въ ней опущено много важныхъ данныхъ и вкралось много

недосмотровъ, на нѣкоторыхъ изъ которыхъ я остановлюсь.

Такъ, указаніе, что антрацитовая „мелочь не въ состояніи горѣть на обыкновенной колосниковой рѣшеткѣ не только паровозовъ, но и постоянныхъ котловъ“, по существу вѣрное, по смыслу статьи не вѣрно, такъ какъ использовать такую мелочь можно съ большой выгодой въ специальныхъ топкахъ, о чемъ, конечно, А. И. Мюнцеръ не можетъ не знать, такъ какъ, безъ сомнѣнія, отлично знакомъ съ классическими работами талантливаго изслѣдователя проф. Кирша.

Только недосмотромъ и можно объяснить указаніе А. И. Мюнцера, что „при испытаніи на паровозномъ котлѣ брикетнаго завода“... брикеты даютъ... „легкоплавкіе шлаки, заливающіе колосники, такъ какъ заводскій котель имѣетъ очень слабую тягу. При болѣе сильной тягѣ шлакъ получился бы болѣе ноздреватый“. При увеличеніи тяги температура въ топкѣ подымается, шлаки становятся жиже, и заливаніе колосниковъ усиливается.

Инж.-техн. М. К. Вайсбейнъ.

## О калориметрическомъ испытаніи углей.

(La Technique Moderne 19<sup>1</sup>/<sub>11</sub>14).

(Докладъ М. W. Hamilton Patterson въ „British Association“ сентябрь 1913 г.).

Въ Англии при покупкѣ углей не руководствуются ихъ калориметрической способностью; исключеніе составляютъ маленькіе электрическіе заводы. Единственный приборъ служащій для этой цѣли калорическая бомба, даетъ цифры слишкомъ высокія валовыя и неточныя. Для маселъ получается 6<sup>0</sup>/<sub>0</sub>.

Авторъ производилъ испытанія со смѣсью углей подъ судовымъ котломъ при атмосферномъ давленіи, урегулированной температурѣ и тягѣ. Испытаны были два сорта углей: А дающій 6524 калорій и В—7351 калорій и испаряющіе при атмосферномъ давленіи теоретически 5,5 kg и 6,6 kg воды. На практикѣ были получены цифры 4 kg и 4,75 kg, а смѣсь обонхъ сортовъ пополамъ дала практически 4,74 kg. Такъ что смѣсь содержащая

50<sup>0</sup>/<sub>0</sub> бѣднаго угля испаряетъ при одинаковыхъ прочихъ условіяхъ столько же воды, сколько и хорошій уголь.

Авторъ прибѣгъ затѣмъ къ хлоризаціи угля. Жирный уголь поглощаетъ немного хлора, но въ такомъ незначительномъ количествѣ, которое не поддается анализу. Между тѣмъ калориметръ Левисъ Томсона показываетъ увеличеніе числа калорій, а испытанія подъ котломъ даютъ приращеніе парообразования на 25<sup>0</sup>/<sub>0</sub>.

Хлоризація измѣняетъ нѣсколько качества жирныхъ углей, дѣлая ихъ похожими на антрацитъ; они могутъ горѣть нѣсколько дней въ антрацитовыхъ топкахъ безъ шуровки и не даютъ сажи.

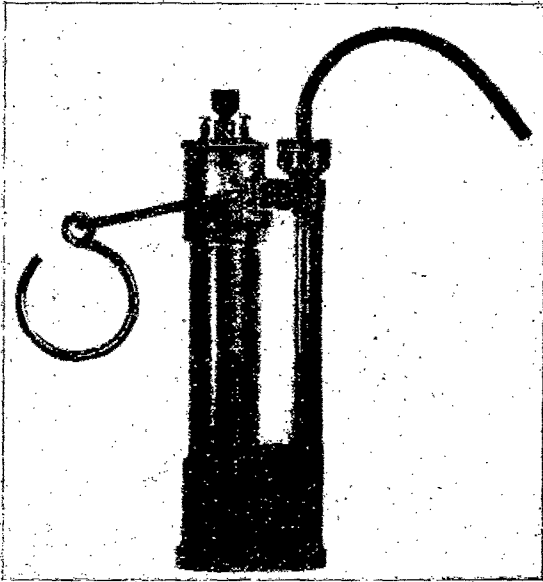
Горн. инж. Тумановъ.

## Обзор иностранной технической литературы.

### Новый аппарат для определения метана в рудничном воздухе.

Coal-Age V. 9; № 4, 1916.

Въ декабрѣ минувшаго года главный химикъ американскаго Bureau of Mines G. A. Burrell демонстрировалъ передъ Coal Mining Institute of America изобрѣтенный имъ аппаратъ для опредѣленія содержания метана въ воздухѣ. Принципъ устройства аппарата основанъ на уменьшеніи объема воздуха вслѣдствіе сгорания метана его въ аппаратѣ, причемъ точность показаній доходитъ до 0,1<sup>6</sup>/100.



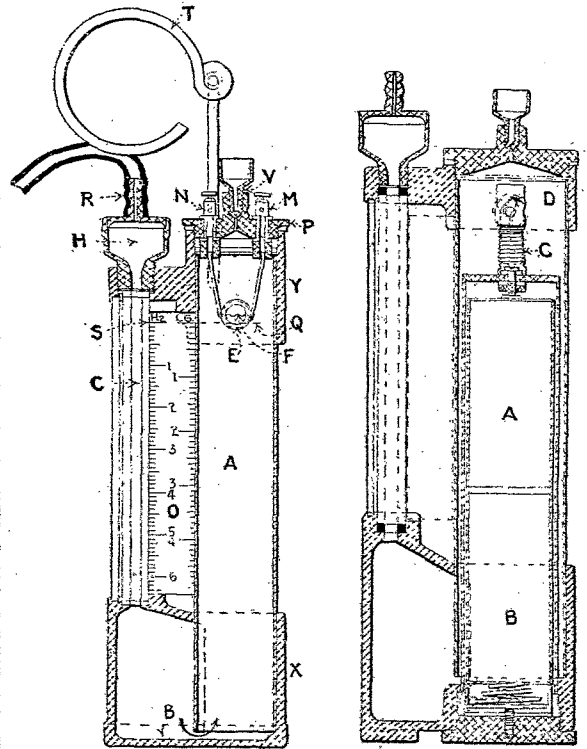
Фиг. 1.

Видъ аппарата, готоваго для дѣйствія.

На фиг. 1 аппаратъ показанъ въ готовомъ для дѣйствія видѣ. Всѣ части его сдѣланы исключительно изъ латуни и алюминія, кромѣ одной стеклянной трубки. Аппаратъ вѣситъ 1.4 фунта; для производства одного опредѣленія требуется около 2 мин. времени, причемъ необходимое для этого незначительное количество электрической энергіи можно взять отъ батареи электрической лампы,

которую американскіе горнорабочіе носятъ прикрѣпленной къ шапкѣ или же въ рукахъ.

Аппаратъ одинаково можетъ быть примѣняемъ для обнаруженія какъ метана въ рудничномъ воздухѣ, такъ и для присутствія натурального газа, паровъ газоліна, водорода или газовъ, получающихся при сухой перегонкѣ угля; при помощи его можно открыть присутствие также и окиси углерода вообще и въ частности—въ отходящихъ газахъ котельныхъ, а также водяной газъ и всякіе другіе горючіе газы.



Фиг. 2.

Детали устройства аппарата.

Какъ видно на фиг. 2, аппаратъ состоитъ изъ 7 частей, именно: алюминиевыхъ частей X и Y, латунной трубки A, толстостѣнной водомѣрной трубки C, алюминиевой скалы O, латуннаго резервуара H и латунной крышки P съ платиновой проволокой F. Въ крышкѣ находится клапанъ V,

а зажимы *M* и *N* служат для соединения съ платиновой проволокой, которая при пропускании тока нагревается, что легко можно наблюдать через маленькое стекляное окошко *E* въ коробкѣ *Y*. Для ношенія аппарата служить ручка *T*.

Алюминіевая скала снабжена 4 самостоятельными дѣлениями, изъ которыхъ одно служитъ для показанія процентнаго содержанія въ воздухѣ метана или натурального газа, второе—паровъ газоліна, третье—содержанія водорода и, наконецъ, четвертое—содержанія въ воздухѣ газовъ, образующихся при сухой перегонкѣ угля.

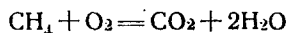
Аппаратъ представляетъ изъ себя, въ сущности, колѣнчатую трубку, два колѣна *A* и *C* которой соединены между собой въ сгибѣ *B*. Чтобы привести аппаратъ въ готовый для дѣйствія видъ, отвинчиваютъ крышку *P* и наливаютъ воду въ трубку до тѣхъ поръ, пока уровень ея въ колѣнѣ *C* достигнетъ точки *S*—нолевой точки скалы; въ колѣнѣ *A* вода будетъ стоять, конечно, на томъ же уровнѣ—на высотѣ точки *Q*, нѣсколько ниже платиновой проволоки *F*.

Для опредѣленія содержанія газа, напр. метана въ рудничномъ воздухѣ, открываютъ клапанъ *V* и при помощи короткой резиновой трубки, прикрѣпленной въ *R*, дуютъ осторожно въ резервуаръ *H*, вытѣсняя водяной столбъ въ *C* до нѣкоторой точки въ *B* и подымая его въ трубкѣ *C* выше точки *Q*, до тѣхъ поръ, пока вода дойдетъ до маленькой чашечки *K*. При этомъ нѣтъ необходимости слѣдить за подъемомъ воды до этой точки, такъ какъ объ этомъ свидѣтельствуетъ испытателямъ легкой звукъ отъ удара воды объ клапанъ *V*. После этого резиновая трубка сдавливается пальцами, и аппаратъ подымаютъ къ кровлѣ выработки или въ другое мѣсто, гдѣ желательно взять пробу. По установленіи аппарата въ надлежащемъ мѣстѣ резиновую трубку освобождаютъ, причемъ въ колѣнѣ *A* трубки уровень воды немедленно же падаетъ до точки *Q*, а въ колѣнѣ *C* подымается до точки *S*, т. е., другими словами, она возвращается къ своему первоначальному положенію.

При опусканіи уровня воды до *Q*, въ трубку *A* всасывается нѣкоторое количество воздуха, которое и подвергается испытанію. Въ трубкѣ воздухъ приходитъ въ соприкосновеніе съ платиновой спиралью *S*; при пропускании тока черезъ эту послѣднюю происходитъ сгораніе газа, причемъ для

полнаго сгоранія любого газа требуется не болѣе 1½ мин. После этого токъ закрываютъ и инструментъ встряхиваютъ, чтобы вода проникла въ мѣсто, гдѣ происходило горѣніе, и охладила газы. При этомъ, въ зависимости отъ содержанія метана въ воздухѣ, уровень воды въ колѣнѣ *C* опускается на нѣкоторую высоту, которой содержаніе метана и опредѣляется непосредственно путемъ отчитыванія на скалѣ.

При горѣніи въ трубкѣ происходитъ слѣд. реакція:



т. е. 3 объема газа даютъ после реакціи 1 объемъ, такъ какъ водяные пары при реакціи конденсируются и не занимаютъ сколько-нибудь значительнаго объема, и вода соотвѣтственно подымается въ трубкѣ выше уровня *Q*.

#### *Степень точности показаній аппарата.*

Съ помощью описаннаго аппарата присутствіе метана или какого-нибудь другого горючаго газа въ воздухѣ можетъ быть опредѣлено съ точностью до 0.1%. Платиновая проволока можетъ быть нагрѣта помощью аккумуляторной батареи для электрическихъ лампъ, которая американскіе горнорабочіе обыкновенно носятъ прикрѣпленными къ шапкѣ. Но лампу можно, конечно, носить въ рукахъ и соединять съ приборомъ помощью специально приспособленныхъ проводовъ или же соединить ее съ аппаратомъ въ одно цѣлое.

Испытаніе помощью этого аппарата Burrell'я распадается на слѣдующія части: 1) Испытатель дуетъ въ аппаратъ, причемъ предназначенное для горѣнія пространство наполняется водой; 2) Вода выше уровня *Q* опускается, причемъ въ трубку поступаетъ проба воздуха. 3) Пускаютъ электрический токъ, воспламеняющій горючій газъ; после этого клапанъ закрывается. 4) Для охлажденія получившихся после горѣнія газовъ приборъ встряхивается, причемъ вода въ колѣнѣ *C* опускается до нѣкотораго уровня, которому на скалѣ соотвѣтствуетъ уже готовая цифра % содержанія сгорѣвшаго газа.

Если не встряхнуть приборъ для охлажденія газовъ, то процессъ охлажденія можетъ продлиться до 5 мин., пока газы сами охладятся до температуры окружающаго воздуха. Уравненіе же темпе-

ратуръ необходимо, такъ какъ всякая разница въ температурахъ вызываетъ расширеніе или же сжатіе и является причиной измѣненія уровня воды въ колѣнѣ *C*. Алюминіевая скала прибора легко передвигается, такъ что въ каждомъ отдѣльномъ случаѣ, въ зависимости отъ рода испытываемаго газа, противъ трубки можетъ быть установлена надлежаще градуированная сторона ея.

На фиг. 3 показанъ этотъ же аппаратъ, нѣсколько видоизмѣненный, съ 2 сухими элементами для электрической энергіи, для спеціального примѣненія въ рудникахъ и другихъ мѣстахъ, гдѣ описанные выше аккумуляторные элементы не пригодны. По устройству и дѣйствию онъ не отличается отъ перваго. Этихъ 2 элементовъ хватаетъ не менѣе, какъ на 20 опредѣленій; по использованіи они легко и быстро могутъ быть замѣнены новыми, какъ это происходитъ съ обыкновенными карманными электрическими фонариками.

На фиг. 3 маленькіе сухіе элементы показаны въ *A* и *B*. Винтовая затычка *C* снабжена платиновой проволокой *D* для воспламененія газа.

Въ случаѣ расплавленія или поломки проволоки, она легко можетъ быть замѣнена новой. Аппаратъ въ 10—20 разъ точнѣ предохранительной лампы, всѣситъ меньше и состоитъ изъ меньшаго количе-

ства частей, при томъ болѣе прочныхъ и надежныхъ.

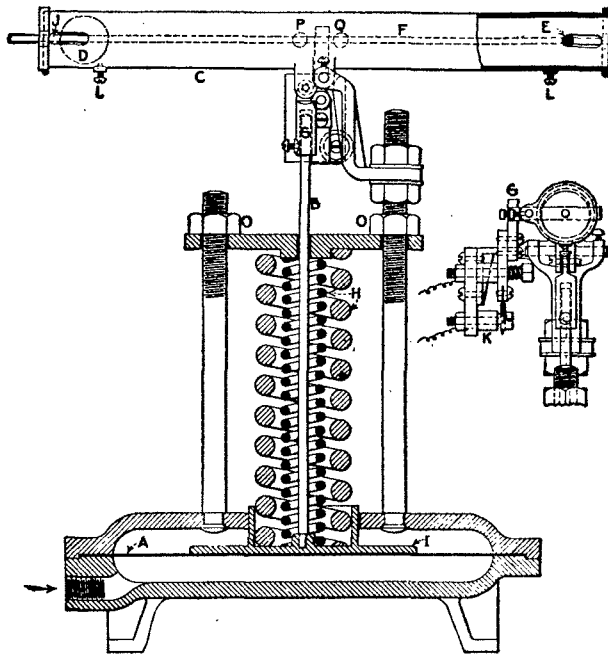
Испытанія прибора какъ въ лабораторіи, такъ и въ рудничной обстановкѣ не оставляютъ сомнѣнія относительно его полной пригодности для примѣненія.

### Приборъ для контроля дѣйствія насосовъ.

Coal-Age V. 8 № 25 1915.

Фирмой Golden-Anderson Valve Speciality Co въ Питсбургѣ недавно выпущенъ на рынокъ приборъ, автоматически контролирующій работу приводимыхъ въ дѣйствіе моторами насосовъ для наполненія различнаго рода водяныхъ резервуаровъ и удерживающій колебанія уровня воды въ резервуарѣ въ заранѣе опредѣленныхъ границахъ.

Давленіе въ водяномъ резервуарѣ (см. фиг.) передается на нижнюю поверхность діафрагмы *A* и подымаетъ стержень *B*, причемъ цилиндръ *C* наклоняется и шарикъ *D* скатывается къ противоположной сторонѣ. Здѣсь онъ задѣваетъ штифтикъ *E*, прикрѣпленный къ горизонтальному стержню *F*, заставляя арретирующій шарикъ *P* на стержнѣ двигать рычагъ или выключатель *G*, вслѣдствіе чего токъ размыкается и моторъ останавливается.



Фиг. 3.

Приборъ для контроля насосовъ.

Когда уровень воды в резервуарѣ достаточно понизится, то діафрагма *A* подъ давленіемъ пружины *B* опускается. Стержень *B*, прикрѣпленный къ діафрагмовой пластинкѣ *I*, снова наклоняетъ цилиндръ, заставляя шарикъ *D* скатиться обратно къ своему первоначальному положенію; при этомъ шарикъ задѣваетъ штифтикъ *J*, прикрѣпленный къ горизонтальному стержню *F*, и заставляетъ арретирующій шарикъ *Q* на стержнѣ двигать рычагъ или выключатель *G*, причемъ токъ снова замыкается и моторъ начинаетъ работать.

Соединительные болты *LL*, показанные на концахъ цилиндра, имѣютъ цѣлю допускать различныя измѣненія уровня воды въ водовмѣстилищѣ. Винты *OO* надъ пружиной *H* служатъ для достиженія различныхъ высотъ воды въ резервуарѣ.

### Залежи замѣчательнаго углистаго сланца въ Америкѣ.

Въ выработкахъ одной изъ шахтъ горнопромышленнаго О-ва Coal Valley Mining Co<sup>o</sup> въ Иллинойсѣ была найдена необыкновенная разновидность сланца. Нѣсколько лѣтъ тому назадъ предсѣдатель Общества, во время осмотра старыхъ, давно заброшенныхъ выработокъ, нагнулся на огромное количество бѣлыхъ кристалловъ, начавшихъ расти изъ почвы вверхъ и заполнявшихъ выработки почти до самой кровли. Немедленно же были выработаны мѣры къ тому, чтобы воспрепятствовать слишкомъ быстрому росту кристалловъ, но затѣмъ ознакомленіе съ необыкновенными вязущими вкусовыми свойствами сланца навело на мысль о возможности найти примѣненіе для этой залежи въ какихъ-либо коммерческихъ цѣляхъ. Площадь залежи оказалась равной 1500 акр. при средней мощности ея въ 5 фут., что составляетъ 5—6 мил. тон. годнаго для добычи матеріала. При соприкосновеніи съ атмосфернымъ воздухомъ сланецъ окисляется и разбухаетъ.

Въ цѣломъ рядѣ химическихъ лабораторій были сдѣланы различныя изслѣдованія сланца въ цѣляхъ коммерческой утилизациі его, но безъ сколько-нибудь серьезныхъ результатовъ. Въ 1908 г. образцы сланца были посланы въ Германию для изслѣдованія, и одинъ изъ химиковъ Шарлотенбургскаго политехникума нашелъ, что онъ представляетъ изъ себя одно изъ лучшихъ красильныхъ веществъ,

какія когда либо примѣнялись въ практикѣ. Послѣ этого, пробы сланца были посланы цѣлому ряду красильныхъ фабрикъ, и всѣ онѣ нашли, что онъ имѣетъ весьма высокую цѣнность для этого производства.

Послѣ обжига и измельченія матеріалъ даетъ превосходную краску разныхъ оттѣнковъ, стоимостью отъ 15 до 30 дол. за тонну. Далѣе, лабораторными же опытами было установлено, что изъ этого сланца могутъ быть получены большія количества сѣрной кислоты, именно—382 фун. кислоты изъ 1 тон. сланца. Изъ него, наконецъ, можно получить также превосходнаго качества купоросъ.

Процессъ полученія изъ сланца всѣхъ упомянутыхъ продуктовъ, сравнительно, простъ, и въ настоящее время уже приступлено къ постройкѣ завода для утилизаціи его.

### Взрываемость ацетилена.

Coal-Age V. 101 № 1 1916 г.

Въ связи съ сильнымъ ростомъ примѣненія ацетилена для освѣщенія на рудникахъ Соед. Штатовъ и въ виду опасностей отъ возможнаго воспламененія его, американскимъ Bureau of Mines были предприняты обстоятельныя изслѣдованія свойствъ ацетилена въ смыслѣ пригодности употребленія его подъ землей и степени представляемой имъ опасности при различныхъ случаяхъ взрыва.

Первые опыты были направлены на выясненіе вопроса, какое количество карбида кальція и получающагося изъ него ацетилена можетъ считаться достаточнымъ для полученія взрыва. Изъ 1 фун. карбида кальція получается 4.6 куб. фут. ацетилена, которые, какъ показали опыты, вслѣдствіе низкаго предѣла взрываемости смѣси воздуха съ ацетиленомъ, происходящей при содержаніи въ воздухѣ только 2.53% ацетилена, даютъ 182 куб. фут. взрывчатой смѣси; взрывъ происходитъ при идеальныхъ условіяхъ, что смѣсь занимаетъ указанный объемъ и въ предѣлахъ его имѣетъ всюду одинаковый составъ. Паденіе карбида кальція въ лужу воды въ почвѣ выработки можетъ сдѣлаться причиною образованія ацетилена и постепеннаго повышенія содержанія его въ слояхъ воздуха, близкихъ къ водѣ, но вслѣдствіе диффузіи ацетилена въ воздухъ, а также и увлеченія его вентиляціонной струей отъ этого мѣста, % содержаніе его здѣсь

одновременно постепенно ослабляется. Прошедший при этих условиях взрыв выразился бы в образовании пламени в гораздо более ограниченных пределах, чем упомянутые выше.

Содержащийся в рудничной лампе карбид кальция, в количестве около 50 грам., дал бы при соприкосновении с водой 0.51 куб. фут. ацетилена или, по вышеприведенному соотношению, около 20 куб. фут. взрывчатой смеси, при условии, что весь ацетилен будет находиться в этих границах, каковое допущение не вероятно.

Что же касается образования сколько-нибудь значительных, угрожающих взрывом, количеств ацетилена от действия влажности рудничного воздуха на упавший на почву карбид кальция, то было доказано, что образование ацетилена при этом происходит слишком медленно для того, чтобы насытить окружающие слои воздуха до предела взрываемости, так как образующийся газ будет непрерывно уноситься воздушной струей.

Из своих опытов испытатели делают вывод, что, в общем, принятие разумных мер предосторожностей сводит опасность взрыва ацетилена к минимуму.

### Современное состояние брикетирования угля в Америке.

Coal. Age V. 9 № 2, 1916.

В последние 2 года в С.в. Америке, в особенности в Западной части ее, сделаны огромные успехи в деле улучшения и усовершенствования производства брикетов из каменного угля и антрацитовой мелочи.

За это время это производство количественно мало увеличилось, но качественно оно стало на твердую почву. Из существующих предприятий некоторые, удачно построенные и щедро финансируемые, сильно расширяются, тогда как менее удачные их собратья умирают естественной смертью.

Самое большое предприятие в С.в. Америке Bergwind Fuel Co, не вполне удовлетворяло рынок своими брикетными весом 13 унц. \*), и только в прошлом году оно догадалось поставить новую брикетную машину, известную под названием пресса Komarek и представляющую собой очень удачное

\*) 1 англ. унц. = 1/16 англ. фунта = 28.350 грам.

усовершенствование обыкновенной бельгийской машины. Производительность этого пресса составляет 30 тонн в час, причем выдвигаемые им брикеты весят всего 2 унц. Вследствие огромного спроса на брикеты, пресс, начиная с ноября минувшего года, работает день и ночь. В качестве связующего вещества употребляется каменноугольная смола, в количестве 6%.

Огромный спрос на брикеты заставило также другое большое Общество Stott Briquette Co удвоить свое производство, для чего был установлен бельгийский пресс, производительностью 12 тонн в час, выдвигающий брикеты из смеси угля и просеянного антрацита, весом 12 унц. Для связывания употребляется 9% смеси из остатков нефти и асфальта.

Брикетная фабрика Общества Standard Briquette Fuel Co в штате Монтана, на которой 2 года тому назад был установлен пресс системы Rutledge, неизменно совершенствует свое дело в качественном и количественном отношении; производительность его составляет 30 тонн в час; брикеты, весом в 10 унц., выдвигаются из арканзасского полуантрацита с содержанием 7% каменноугольной смолы.

Особенно большая склонность к производству и потреблению брикетам замечается на тихоокеанском берегу. Находящееся здесь Pacific Coast Coal Co имеет в настоящее время один пресс Rutledge, производительностью 30 тонн в час брикета весом 10 унц. Для связи употребляется 5% калифорнийского асфальта. В настоящее время здесь устанавливается еще один пресс Komarek для производства мелкого брикета.

Los Angeles Gas and Electric Corporation выдвигает продажные сорта из тонкой каменноугольной пыли, получаемой при промывке газа.

Видоизмененный пресс, производительностью 15 тонн в час, выдвигает брикеты без связующего вещества, причем брикеты приходится продерживать перед погрузкой в суда на открытом воздухе в продолжение 30 дней.

Помимо расширения существующих брикетных установок за последнее время было построено также и много новых, особенно в восточных и южных штатах. Самая большая из них принадлежит Обществу Delparen Briquetting Co и вначале предназначалась для производства бездымного

брикета из мѣстнаго тошаго угля съ низкимъ содержаниемъ летучихъ. Производительность установки составляетъ 20 тоннъ въ часъ брикета вѣсомъ 2 и содержаниемъ 7% связующаго вещества изъ нефтяныхъ остатковъ. Вначалѣ предполагалось употреблять связующее вещество растительнаго характера, но затѣмъ, сообразно съ требованіемъ рынка, его замѣнили обыкновенной каменноугольной смолой.

Такого рода растительное связующее вещество употребляется на только что начавшей функционировать брикетной фабрикѣ Общества Eggette Coal Co въ Нью-Джерси, производительностью 5 тоннъ въ часъ. Фабрика изготовляетъ антрацитовые брикеты, вѣсомъ 1.5 унц.

Главной составной частью связующаго вещества является патока, и въ цѣляхъ большаго сопротивленія вліянію атмосферы брикеты обжигаются.

Пионеромъ брикетнаго устройства въ Сѣверной Америкѣ является брикетная установка въ Bankhead, существующая еще съ 1906 г. и состоящая изъ 2 прессовъ видоизмѣненнаго бельгійскаго типа, производительностью 30 тоннъ въ часъ. Она дѣйствуетъ не круглый годъ, по 20 час. въ сутки, и за время своего существованія уже изготовила 600.000 тоннъ брикета.

Такую же производительность развиваетъ и Colonial Coal Co въ Нью-Джерси, снабженная 3 такими же прессами.

Не безъ успѣха производилось одновременно также и брикетированіе антрацитовой мелочи въ Пенсильваніи. До сихъ поръ въ качествѣ связующаго вещества примѣнялась, обыкновенно, каменноугольная смола, но послѣдній годъ былъ свидѣтелемъ крушенія уже послѣднихъ брикетныхъ фабрикъ, все еще пытавшихся продолжать производство по прежнему шаблону. На развалинахъ стараго производства создано новое, несомнѣнно, обещающее полное преуспѣяніе въ дѣлѣ брикетированія этого рода ископаемаго.

Общество General Btiquetting Co въ Нью-Йоркѣ получило патентъ на новый способъ брикетированія, при которомъ жидкіе углеводы, въ родѣ нефти и смолы, вдавливаются въ уголь. Получаемые этимъ способомъ брикеты обладаютъ всѣми качествами хорошаго рыночнаго товара, способнаго успѣшно конкурировать съ употребляемыми для домашнихъ цѣлей сортами антрацита. Для приспособленія этого способа, получившаго въ Голландіи большое распространеніе, къ американскимъ условіямъ понадобился 1 годъ.

О. М.

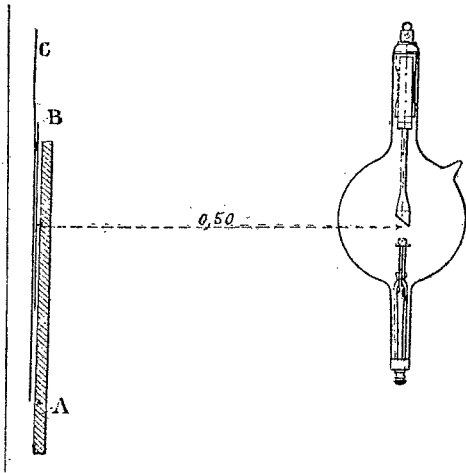
## Примѣненіе лучей X для обнаруженія раковинъ въ металлахъ.

(Le Génie Civil, январь 1916 г., стр. 25 и 26).

Хотя металлы считаются вообще непроницаемыми для лучей X, они все таки относительно прозрачны для лучей большаго напряженія, какъ напр. для лучей, испускаемыхъ трубкой, изобрѣтенной въ Америкѣ Coolidge'омъ. Эта прозрачность позволила Wheeler P. Davey реализовать интересное примѣненіе лучей X къ металлургіи. Опыты, произведенные Davey'омъ въ испытательной лабораторіи General Electric Company въ Schenectady (New York, U. S. A), состояли главнымъ образомъ въ обнаруженіи раковинъ въ стальныхъ отливкахъ, а также въ изслѣдованіи непрерывности автогенныхъ сварокъ.

Первый опытъ былъ произведенъ надъ стальной отливкой, въ общемъ плоской формы, вѣсомъ брутто въ отливкѣ около одной тонны, приготовленной къ обработкѣ строганіемъ. Эта обработка показала рядъ недостатковъ отливки, главнымъ образомъ раковинъ, что заставило предположить, что внутри массы металла могутъ скрываться еще и другіе недостатки. Для провѣрки этого возникла мысль подвергнуть отливку радіографическому изслѣдованію. Расположеніе прибора при опытѣ показано на фиг. 1. Трубка Кулиджа, устроенная спеціально для тока высокаго напряженія, сперва была помѣщена въ разстояніи 0,50 м. отъ стальной от-

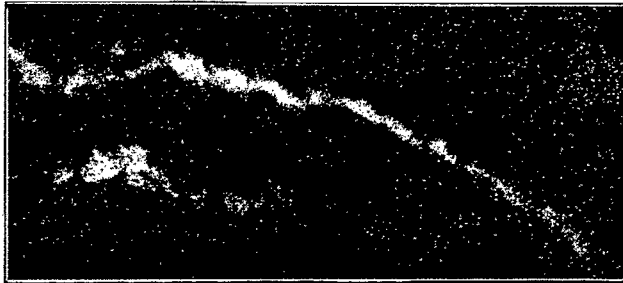




Фиг. 1.

ливки А: за послѣдней была расположена свѣт-чувствительная пластинка В, защищенная свинцовымъ экраномъ С. Пластинка была типа Seed, размѣрами  $0,20 \times 0,25$  метра.

Труба возбуждалась индукціонной катушкой съ ртутнымъ прерывателемъ. Токъ въ трубкѣ былъ силою въ 1,25 милли-амперовъ и потенциалъ у зажимовъ трубки соответствовалъ образованію искры при выключеніи длиною 0,380 метра. Экспозиція продолжалась двѣ минуты. При такихъ условіяхъ получился снимокъ, на которомъ ясно были замѣтны бѣлые облачные слѣды. Послѣдовательно были сдѣланы радиографическіе снимки въ различныхъ мѣстахъ отливки, и на всѣхъ этихъ снимкахъ, за исключеніемъ одного, оказалось присутствіе этихъ пятенъ, а также, между прочимъ, слѣды инструмента обработки.



Фиг. 2.

Фиг. 2 показываетъ одинъ изъ такихъ снимковъ.

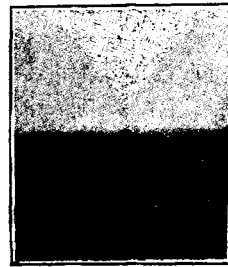
Чтобы провѣрить значеніе замѣченныхъ бѣловатыхъ пятенъ, изъ металла была вырѣзана цилиндрическая проба, діаметромъ въ 25 мм., въ мѣстѣ, указанномъ на фигурѣ чернымъ кружкомъ; и, дѣйствительно, было доказано, что эта проба перерывалась по діаметру раковины, соответствующею пятну на снимкѣ.

Дэви послѣ этого приступилъ къ другимъ опытамъ, чтобы изслѣдовать условія, при которыхъ радиографическій опытъ оказался бы наиболѣе убѣдительнымъ и чтобы въ особенности опредѣлить размѣры наименьшаго включенія газа, открываемаго

радиографіей въ металлѣ данной толщины. Для этого онъ взялъ пластинки котельнаго желѣза толщиною приблизительно 13 мм., посрединѣ которыхъ были продѣланы продолговатыя отверстія. Эти отверстія, перенумерованныя цифрами 1, 2, 3, 4 и 5, имѣли соответственные діаметры отъ  $\frac{1}{4}''$  до  $\frac{1}{6}''$ , или 6,35 ; 3,175 ; 1,158 ; 0,793 и 0,396 мм. Накладывая пластинки одну на другую, можно было измѣнять толщину металла между отверстиями и плоскостью, подверженной дѣйствию лучей X. Расположеніе показано на фиг. 3. Полученные результаты сведены въ нижеприведенной таблицѣ, въ которой напряженіе тока выражено длиною соответствующей искры,



Фиг. 3 и 4.



Фиг. 5 и 6.

Толщина металла	Длина искры в см.	Продолжительность экспозиции в миллиамперь-минутах	Видимыя отверстия
12,7 мм.	28	7	1, 2, 3, 4, 5
"	33	4	1, 2, 3, 4, 5
"	38	2	1, 2, 3, 4, 5
25,4 мм.	28	45	1, 2, 3, 4, 5
"	33	19	1, 2, 3, 4, 5
"	38	10	1, 2, 3, 4, 5
38,1 мм.	28	45	1, 2, 3, очень слабо
"	33	30	1, 2, 3, „
"	33	30	1, 2, 3, слабо
"	38	30	1, 2, 3, 4, 5, очень слабо
"	38	60	1, 2, 3, 4, 5, слабо

Эти цифры показывают, что максимальная толщина металла, через которую возможно обнаружить раковины, не превосходит 38 мм.

Эта толщина, впрочем, вполне достаточна для того, чтобы сделать этот способ практически полезным во многих случаях.

Опыты Davey показали, что повышение напряжения тока (вольтажа) давало возможность сократить продолжительность экспозиции для получения удовлетворительной радиографии. Davey также определил наименьшие размеры газового включения, обнаруживаемого лучами X.

Для этого он пользовался двумя стальными пластинками, положенными одна на другую, и в

одной из них сделана была выемка, длиной 250 мм., шириною 25 мм. и глубиною, постепенно переходящей от 0 до 4 мм.

Когда пластинки были сложены вместе, между ними образовалась пустота в форме клина. Метод исследования состоял в определении пустоты, указываемой радиографическим снимком или до какой точки по своей длине видна была выемка между пластинками; соответствующая глубина выемки определяла минимальный размер видимой раковины. Таким образом было определено, что пустота в 0,5 мм. могла быть замечена через стальную толщину в 31 мм. и что этот предел увеличивался до 1,8 мм. при толщине стали в 16 мм.

Опыты въ обѣихъ случаяхъ производились лучами, полученными токомъ, электровозбудительная сила котораго соотвѣтствовала искрѣ длиною 0,38 метра.

Практическое примѣненіе этого способа къ изслѣдованію автогенныхъ сварокъ было произведено въ лабораторіи General Electric Company.

Изслѣдованы были четыре автогенныхъ сварки или спайки и это изслѣдованіе дало возможность найти недостатки этихъ сварокъ. Фиг. 3 показываетъ снимокъ первой изъ нихъ: на немъ ясно видна бѣлая линія, указывающая, что въ центральной части сварки имѣлась продольная пустота. Фиг. 4 схематически показываетъ, какъ образовалась эта пустота при чемъ спайка была лишь съ поверхности.

Сварка, показанная на фиг. 5, была произведена при недостаточномъ нагрѣвѣ, вслѣдствіе чего въ средней части ея оказалось нѣсколько пустотъ, видимыхъ на радіографіи, и расположеніе которыхъ указано на фиг. 6.

На обѣихъ снимкахъ нижняя часть соотвѣтствуетъ общей толщинѣ металла около 13 мм., а

верхняя—толщинѣ 9,5 мм., причемъ обѣ плоскости были тщательно выстроганы; разница въ оттѣнкѣ обѣихъ частей снимка соотвѣтствуетъ разницѣ въ толщинѣ металла.

Изслѣдованіе двухъ другихъ сварокъ показало, что одна была пористой, а другая вполне хорошей.

Davey также изучилъ примѣненіе радіографіи при изслѣдованіи мѣдныхъ и бронзовыхъ отливокъ и нашелъ, что радіографическіе снимки также точно указывали раковины, содержавшіяся въ этихъ отливкахъ.

Наконецъ, въ застѣданіи Institute of Metal 17 сентября прошлаго года G. H. Tomamy, инженеръ завода Mitsu Bishi въ Кобе (Японія) прочиталъ докладъ о радіографіи металловъ, въ которомъ указалъ, что имъ также были произведены опыты по способу Davey съ тѣмъ же успѣхомъ, и что имъ получены были интересные практическіе результаты даже съ трубкой типа Gundelach, менѣе мощной, чѣмъ трубка Кулиджа.

*K. de Tillie.*

## Извлеченіе радія, уранія и ванадія изъ карнотита.

К. Парсонсъ, Р. Муръ, С. Линдъ и К. Шэферъ. Бюллетень № 104. Bureau of Mines U. S. of A. The Journal of the Society of Chemical Industry. 1916. p. 44.

Дѣло извлеченія радія изъ карнотита, руды прежде вывозившейся изъ Америки, возникло еще въ 1912 г., но въ началѣ это дѣло находилось въ опытной стадіи и только съ конца 1914 года устраивается заводъ для переработки руды и рядомъ съ нимъ національный Радіумъ-Институтъ.

Заводъ находится въ Денверѣ и производительность его при полной работѣ отвѣчаетъ 1000 тоннъ карнотита. Выработанный приѣмъ работы представляетъ нѣсколько особенностей и основывается на томъ фактѣ, что концентрированная азотная кислота обладаетъ значительною растворяющею способностью по отношенію къ сѣрнокислому барію и сѣрнокислому радію.

Въ общемъ ходъ работъ таковъ: измельченный карнотитъ обрабатывается въ глиняныхъ сосудахъ 38% азотной кислотой, при чемъ на 500 фунтовъ

руды берутъ 121 фунтъ 100% кислоты. Кислота доводится почти до кипѣнія паромъ, проходящимъ по стеклянному змѣвику, и руда съ кислотой непрерывно перемѣшивается мѣшалкой. Нагрѣваніе продолжается 15 минутъ, послѣ чего кислота отцѣживается черезъ фильтръ изъ огнеупорной глины. Отцѣженная руда подвергается вторичной обработкѣ опять таки горячей, но уже болѣе слабой кислотой, послѣ чего руда промывается горячей водой. При этой обработкѣ почти весь уранъ, около 50% ванадія и почти 90% радія переходятъ въ растворъ. Кислый растворъ почти нацѣло усредняется растворомъ ѣдкаго натра, смѣшивается въ необходимыхъ эквивалентныхъ количествахъ съ хлористымъ баріемъ и оставляется, послѣ тщательнаго перемѣшиванія, въ покоѣ на три дня въ сосудахъ съ коническимъ дномъ. Отстывшаяся жид-

кость сливается сифономъ въ кипящій растворъ соды для отдѣленія урана и ванадія отъ желѣза, алюминія и кальція. Отстоявшійся осадокъ сѣрно-кислыхъ барія-радія отфильтровывается, промывается и высушивается.

Растворъ, содержащій уранъ въ видѣ углекислаго урана и ванадій въ видѣ ванадіевонатріевой соли, отцѣживается на фильтр-прессахъ отъ осадка, нейтрализуется азотной кислотой, и къ раствору прибавляется растворъ ѣдкаго натра, вслѣдствіе чего уранъ отдѣляется отъ ванадія, выпадая въ осадокъ въ видѣ урановонатріевой соли. Фильтратъ вновь нейтрализуется азотной кислотой, и къ раствору прибавляется желѣзный купоросъ, при чемъ ванадій осѣдаетъ въ видѣ ванадіевожелѣзной соли.

Отдѣленные осадки урановой и ванадіевой соли поступаютъ затѣмъ на дальнѣйшую очистку.

Сѣрнокислая соль барія радія смѣшивается въ большихъ графитовыхъ тигляхъ съ измельченнымъ древеснымъ углемъ, и смѣсь прокаливается, при чемъ образуются сѣрнистые барій-радіей. Эти послѣдніе растворяются въ соляной кислотѣ; нерастворимый остатокъ изъ невозстановившихся сѣрнокислыхъ солей поступаетъ на вторичную переработку. Хлористые соли кристаллизуются въ кварцевыхъ сосудахъ, при чемъ кристаллизацію ведутъ въ сильно подкисленныхъ соляной кислотой растворахъ, такъ какъ въ этихъ условіяхъ отдѣленіе

хлористаго барія отъ хлористаго радія идетъ болѣе совершенно. Сконцентрированные растворы, содержащіе отъ 4 до 10 миллиграммовъ радія на килограммъ, затѣмъ переносятся для дальнѣйшей переработки въ лабораторію, гдѣ они процѣживаются и еще разъ кристаллизуются изъ раствора въ крѣпкой соляной кислотѣ. Затѣмъ хлористыя соли превращаются въ бромистыя. Предварительно, однако, удаляется содержащійся въ жидкости свинецъ, для чего жидкость нейтрализуется амміакомъ и осаждается сѣрководородомъ. По отдѣленіи свинца растворы хлористыхъ барія и радія осаждаются углекислымъ амміакомъ, и осѣвшія углекислыя соли промываются и растворяются въ бромистоводородной кислотѣ. Затѣмъ опять дѣлаютъ рядъ фракціонныхъ кристаллизаций въ кварцевыхъ сосудахъ изъ сильно подкисленныхъ бромистоводородной кислотой растворовъ.

На заводѣ для обработки карнотита имѣется свой заводъ азотной кислоты, производительностью до 5000 фунтовъ въ день. Такъ какъ отработавшая азотная кислота непрерывно регенерируется, то стоимость ея заводу не велика и не превышаетъ 2<sup>1</sup>/<sub>2</sub> центовъ за фунтъ.

По 1-е сентября 1915 года заводомъ было приготовлено 4774 миллиграмма радія въ видѣ сѣрнокислой соли и 1947,5 миллиграммовъ радія въ видѣ элемента, который поступалъ въ продажу въ видѣ бромистаго радія.

## Задачи сейсмологіи и вопросъ о внутреннемъ строеніи и свойствахъ земли.

Своими успѣхами за послѣднее время сейсмологія обязана тому, что удалось значительно усовершенствовать ея инструментальную часть. Тѣ высоко чувствительные приборы, которыми пользуются нынѣ при сейсмическихъ изслѣдованіяхъ, дали возможность получать весьма цѣнный наблюдательный матеріалъ, который выясняетъ сущность тѣхъ процессовъ, коими сопровождаются всякаго рода возмущенія, происходящія въ земной корѣ, и результаты

разработки котораго могутъ пролить свѣтъ на многіе еще совершенно темные вопросы, относящіеся къ дѣятельности земной коры.

Мало того, благодаря тѣмъ же приборамъ удалось обнаружить существованіе такихъ явленій, предугадать которыя заранѣе было невозможно.

Результаты наблюденій надъ землетрясеніями, получаемые при примѣненіи весьма чувствительныхъ

маятниковъ, даютъ точное представленіе о силѣ этихъ землетрясеній и возможность количественнаго выраженія ихъ силы. Оцѣнка же землетрясеній по употребляемымъ еще и до настоящаго времени шкаламъ Росси-Фореля, Меркалли и др. крайне несовершенна, такъ какъ помимо того, что оцѣнка баллами не даетъ истиннаго выраженія силы землетрясеній, въ эти шкалы укладываются только сравнительно крупныя изъ нихъ. Наблюденія же показали, что количество землетрясеній въ году настолько велико, что дни, въ которые не было бы зарегистрировано хотя бы одно малое землетрясеніе, относительно рѣдки.

Всякое землетрясеніе можно уподобить удару, происходящему подъ поверхностью земли. При каждомъ же ударѣ въ упругой средѣ (а земля представляетъ, именно, такую среду) возникаютъ двоякаго рода колебанія: продольныя и поперечныя. Расходясь изъ очага землетрясенія по всѣмъ направленіямъ, они достигаютъ поверхностныхъ слоевъ земли и здѣсь вызываютъ появленіе новыхъ, уже вторичныхъ по своему происхожденію, волнъ, называемыхъ длинными волнами, вслѣдствіе ихъ громадной длины, достигающей до 63 километр.

Естественно ожидать, что наблюденія должны были подтвердить существованіе этихъ троякаго рода волнъ. И, дѣйствительно, на записяхъ приборовъ, регистрирующихъ сейсмическія явленія, можно убѣдиться въ наличіи всѣхъ трехъ родовъ волнъ. Благодаря различной скорости распространенія указанныхъ колебаній, вся картина записи отчетливо расчленяется на отдѣльныя фазы, соответственно тремъ группамъ волнъ: вначалѣ наблюдаются имѣющія наибольшую скорость продольныя колебанія (7,17 км./сек.), затѣмъ поперечныя (4,01 км./сек.) и позднѣе другія длинныя или поверхностныя волны (3,53 км./сек.).

Одной изъ наиболѣе важныхъ задачъ сейсмологии и является опредѣленіе скорости распространенія вызванныхъ землетрясеніемъ колебаній, въ зависимости отъ разстояній, опредѣляющихъ мѣсто наблюденія отъ мѣста землетрясенія, и построеніе, на основаніи полученныхъ данныхъ, годографа, кривой времени пробѣга сейсмическихъ волнъ. Въ настоящее время, благодаря обилію мѣстъ наблю-

деній, имѣющихся въ разныхъ пунктахъ земного шара, построена эмпирическая кривая времени пробѣга для всѣхъ трехъ родовъ волнъ, но доведена она только до разстояній, отдѣляющихъ мѣсто наблюденія отъ мѣста землетрясенія (эпицентра), и называемыхъ эпицентральными—не свыше 13000 км.

Форма же кривой для разстоянія свыше 13000 км., за недостаткомъ данныхъ, до сихъ поръ совершенно неизвѣстна. Существуетъ предположеніе, что сейсмическія волны въ предѣлахъ отъ 13000—16000 км. вовсе не доходятъ до мѣстъ наблюденій, вслѣдствіе различнаго рода отраженій и преломленій, которыя они претерпѣваютъ во время своего пути, т. е. что для этихъ разстояній существуетъ, какъ бы, сейсмическая тѣнь. Для разстояній же отъ 16000 до 20000 км. (полукружность земли) отрѣзокъ кривой лежитъ уже гораздо выше первой кривой, образуя перерывъ.

Изученіе годографа чрезвычайно важно, такъ какъ уже на основаніи имѣющихся данныхъ можно сдѣлать нѣкоторыя заключенія о строеніи и физическихъ свойствахъ внутреннихъ слоевъ земли.

Колебанія, вызванныя какимъ-либо возмущеніемъ въ земной корѣ, распространяются по всѣмъ направленіямъ въ видѣ сейсмическихъ лучей, траекторіи которыхъ, вслѣдствіе измѣненія въ упругихъ свойствахъ различныхъ слоевъ земли, представляются кривыми линіями. Сейсмическіе лучи достигаютъ до различныхъ точекъ поверхности подъ разными углами, въ зависимости отъ разстоянія до очага землетрясенія. Этотъ уголъ, называемый угломъ выхода сейсмической радіаціи, чрезвычайно просто получается изъ наблюденій. Какъ общее правило, уголъ выхода сейсмической радіаціи увеличивается вмѣстѣ съ эпицентральнымъ разстояніемъ.

Въ нижеприведенной таблицѣ данъ рядъ эпицентральныхъ разстояній ( $\Delta$ ) и соответствующіе этимъ разстояніямъ углы выхода сейсмической радіаціи ( $e_0$ ). Кромѣ  $e_0$  въ таблицѣ приведены величины того угла ( $E$ ), подъ которымъ лучи выходили бы изъ нѣдръ земли въ предположеніи одинаковой упругости и плотности различныхъ слоевъ земли, т. е. если бы траекторіи лучей были бы прямолинейны. Въ четвертомъ столбцѣ той же таблицы даны разности соответствующихъ угловъ  $e_0$  и  $E$ .

Т а б л и ц а.

$\Delta$ 0 кил.	$e_0$		E		$e_0 - E$	
	$0^0$	$0'$	$0^0$	$0'$	$0^0$	$0'$
500	10	40	2	15	8	25
1000	20	42	4	30	16	12
1500	29	37	6	45	22	52
2000	37	15	9	0	28	15
2500	43	40	11	14	32	26
3000	49	3	13	29	35	34
3500	53	16	15	44	37	32
4000	56	47	17	59	38	48
4500	60	1	20	14	39	47
5000	62	48	22	29	40	19
5500	64	42	24	44	39	58
6000	64	47	26	59	37	48
6500	64	59	29	14	35	45
7000	65	18	31	29	33	49
7500	65	42	33	43	31	59
8000	66	11	35	58	30	13
8500	66	45	38	13	28	32
9000	67	22	40	28	26	54
9500	68	3	42	43	25	20
10000	68	48	44	58	23	50
10500	69	34	47	13	22	21
11000	70	23	49	28	20	55
11500	71	17	51	43	19	34
12000	72	13	53	58	18	15
12500	73	11	56	12	16	59
13000	74	9	58	27	15	42

Если прослѣдить по этой таблицѣ измѣненіе разности  $e_0 - E$  съ эпицентральной разстояніемъ, видно, что эта разность сначала возрастаетъ, достигая максимума при разстояніи 5000 клм. и затѣмъ начинаетъ убывать. Это обстоятельство заставляетъ предположить, что на глубинѣ, соответствующей эпицентральному разстоянію 5000 клм., происходитъ рѣзкое измѣненіе въ упругихъ свойствахъ рядомъ лежащихъ слоевъ. Когда извѣстно эпицентральное разстояніе и уголь выхода сейсмической радіаціи, опредѣляется и та глубина, на какую проникаетъ лучъ на своемъ пути. Разстоянію въ 5000 клм. соответствуетъ глубина около 1500 клм. Слѣдовательно, на глубинѣ 1500 клм. должна лежать граница, около которой происходитъ раздѣленіе двухъ слоевъ, рѣзко отличающихся по своимъ физическимъ свойствамъ.

Было указано, что изъ наблюдений была получена кривая, выражающая зависимость скорости распространения различнаго рода сейсмическихъ волнъ отъ разстоянія. Такъ какъ каждому эпицентральному разстоянію соответствуетъ опредѣленная глубина проникновенія сейсмическихъ лучей, то, слѣдовательно, можно выразить и зависимость скоростей отъ глубины. Ниже приведена таблица, въ которой подъ рубрикой h приведены глубины проникновенія лучей, а  $V_1$  и  $V_2$  означаютъ, соответственно, скорости продольныхъ и поперечныхъ колебаній.

Т а б л и ц а.

h	$V_1$	$V_2$
кил.	кил./сек.	
0	7,17	4,01
100	7,60	4,24
200	8,01	4,47
300	8,42	4,70
400	8,83	4,93
500	9,23	5,15
600	9,62	5,37
700	10,00	5,59
760	10,23	—
800	10,37	5,80
900	10,73	6,00
1000	11,07	6,21
1100	11,43	6,41
1200	11,75	6,60
1300	12,08	6,80
1316	—	6,83
1400	12,40	6,87
1430	—	6,87
1500	12,72	—
1519	12,78	—

Изъ этой таблицы видно, что по мѣрѣ проникновенія въ болѣе глубокіе слои земли, скорость, съ которой движутся сейсмическіе лучи, увеличивается. Въ настоящее время представляется возможнымъ прослѣдить эту зависимость только до глубины 3000 клм. (половина земнаго радіуса), такъ какъ этой глубинѣ отвѣчаетъ разстояніе 13000 клм., видъ же кривой время пробѣга для разстояній большихъ 13000 клм. неизвѣстенъ. Какъ видно изъ этой таблицы, вообще, скорость распространения съ глубиной возрастаетъ, но возра-

стане это съ переходомъ въ болѣе глубокіе слои становится все меньшимъ и, наконецъ, нѣсколько раньше для волнъ  $V_2$ , а затѣмъ и для волнъ  $V_1$ , скорости остаются почти постоянными. Отсюда слѣдуетъ заключить, что траекторіи сейсмическихъ лучей криволинейны только въ сравнительно верхнихъ слояхъ, приблизительно до глубины  $\frac{1}{4}$  земного радіуса; въ болѣе же глубокихъ слояхъ лучи распространяются прямолинейно, по хордамъ.

Впервые подробно изслѣдованіемъ закона измѣненія скоростей съ глубиной занимался Вихертъ. Его изслѣдованія показали, что кромѣ упомянутой поверхности, около которой рѣзко мѣняются упругія свойства сосѣднихъ слоевъ, существуютъ еще двѣ подобныя же поверхности на другихъ глубинахъ. Всѣ эти три поверхности слѣдующія: первая лежитъ на глубинѣ 1200 км., вторая—1650 км. и третья—2450 км. На глубинѣ 3000 км. скорости начинаютъ даже убывать. Центральное же ядро, по мнѣнію Вихерта, состоитъ изъ никкеля и желѣза.

Въ самое послѣднее время изслѣдованіе по этому вопросу было произведено акад. кн. Б. Б. Голицынымъ, исключительно на основаніи наблюдательнаго матеріала, полученнаго съ русскихъ сейсмическихъ станцій.

Онъ также опредѣлялъ зависимость угла выхода сейсмической радіаціи отъ эпицентрального разстоянія, причемъ было обработано свыше ста землетрясеній за 1912—1913 г.г.

Кн. Б. Б. Голицынъ обнаружилъ существованіе трехъ поверхностой разрыва сплошности физическихъ свойствъ на слѣдующихъ глубинахъ:  $h_1 = 420 - 538$  кл.,  $h_2 = 1641 - 1946$  км. и  $h_3 = 2272 - 2277$ . Двѣ изъ этихъ поверхностей  $h_2$  и  $h_3$  довольно близко подходятъ къ найденнымъ Вихертъ (1650 и 2450 км.).

Поверхность же  $h_1$  представляется совершенно новой, впервые найденной Б. Б. Голицынымъ. По его предположенію, эта глубина 420—538 представляетъ наименьшій предѣлъ глубины минеральной оболочки земли. Одновременно имъ была выяснена зависимость скорости распространенія сейсмическихъ лучей отъ глубины, причемъ здѣсь обнаружилось, что при  $h = 953$  км. происходитъ рѣзкое измѣненіе скорости. Повидимому, на этой глубинѣ и лежитъ нижняя граница минеральной

оболочки, мощность которой, такимъ образомъ, составляетъ около  $\frac{1}{7}$  земного радіуса.

Дальнѣйшее продвиженіе вопроса о свойствахъ и составѣ внутреннихъ слоевъ земли въ значительной степени зависитъ отъ того, насколько удастся выяснитъ форму годографа для разстояній, большихъ 13000 км., такъ какъ тогда можно будетъ, вѣроятно, получить представленіе о физическихъ свойствахъ слоевъ, наиболѣе глубокихъ, прилежащихъ къ центру земли. Такимъ образомъ, въ данномъ вопросѣ пока только одна сейсмологія намѣчаетъ путь къ его рѣшенію; для современной же геологіи вопросъ этотъ является совершенно недоступнымъ.

Изученіе сейсмическихъ лучей проливаетъ свѣтъ и на нѣкоторые другіе вопросы, входившіе пока исключительно въ компетенцію геологіи, какъ напр. вопросъ о магмѣ и глубинѣ ея залеганія. По даннымъ современной геологіи подъ внѣшней оболочкой земли, состоящей изъ разнообразныхъ горныхъ породъ, лежитъ слой, въ которомъ вещество находится въ расплавленномъ и, вслѣдствіе громадныхъ давленій, пластическомъ состояніи, представляющемъ нѣчто среднее между твердымъ и жидкимъ состояніемъ.

Слой этотъ, называемый магмой, питаетъ вулканы при ихъ изверженіи; имъ же отдѣляется твердая минеральная оболочка отъ внутренняго ядра. До сихъ поръ вопросъ о свойствахъ магмы и глубинѣ ея залеганія представлялся совершенно темнымъ. Изслѣдованіе сейсмическихъ явленій дало возможность бросить нѣкоторый свѣтъ и на этотъ вопросъ,

Что магма не имѣетъ свойствъ настоящей жидкости слѣдуетъ изъ того, что черезъ слой этой магмы проходятъ поперечныя волны; для этого она должна представлять нѣкоторую упругую среду; если бы магма имѣла свойства жидкости, то не представляла бы никакого сопротивленія къ измѣненію своей формы, т. е., иначе говоря, въ такой средѣ поперечныя волны, волны сдвига, были бы непроходимы.

Къ вопросу о глубинѣ залеганія слоя магмы Вихертъ подошелъ такимъ путемъ.

Было замѣчено, что при землетрясеніяхъ чаще встрѣчаются волны длиною въ 63 км. Онъ и предположилъ, что длина этого колебанія соот-

вѣтствуетъ собственнымъ колебаніямъ внѣшней оболочки земли, лежащей на магмѣ.

На внѣшней и внутренней свободной поверхности этой оболочки находятся пучности, а посрединѣ узловая поверхность, подобно колеблющемуся металлическому стержню. Тогда разстояніе между внѣшней и внутренней поверхностью должно равняться половинѣ волны, т. е. 31,5 км., а, слѣдовательно, такова и вѣроятная глубина залеганія магмы.

Результаты пользованія въ сейсмологіи новѣйшими высоко чувствительными приборами сказались еще и въ томъ, что удалось обнаружить существованіе явленій, до нѣкоторой степени совершенно неожиданныхъ. Оказалось, что дѣятельность земной коры проявляется не только спорадически въ видѣ землетрясеній, но что существуютъ какіе-то процессы въ земной корѣ, болѣе или менѣе постояннаго характера.

Эти процессы выражаются въ видѣ довольно правильно слѣдующихъ другъ за другомъ толчковъ, періодически усиливающихся и ослабѣвающихъ почти до степени полного спокойствія. Причины этой какъ бы пульсаціи земной коры до сихъ поръ совершенно еще не выяснены. Величина смѣщенія почвы при этихъ колебаніяхъ вообще очень мала и выражается нѣсколькими микронами, тысячными долями миллиметра. Поэтому имъ и присвоено названіе микросейсмическихъ движеній. Періодъ микросейсмическихъ колебаній, сравнительно, мало подверженъ измѣненіямъ, и наиболѣе часто встрѣчается— 5 секундъ, при чемъ въ различныхъ мѣстахъ въ одно и то же время онъ почти одинаковъ. Есть попытка поставить микросейсмическія движенія почвы въ связь съ морскими приливами и отливами, тѣмъ болѣе что колебанія, повидимому, усиливаются въ прибрежныхъ мѣстностяхъ и періодъ ихъ близко подходитъ къ періоду между двумя волнами прибоевъ, равному 6 секундамъ. Микросейсмическія колебанія завясятъ, какъ будто, и отъ силы вѣтра и величины барометрическаго давленія, и наблюденія въ Западной Европѣ указываютъ на усиленіе колебаній передъ прохожденіемъ циклона. Возможно, что на этомъ основаніи въ будущемъ удастся до нѣкоторой степени предсказывать появленіе циклоновъ.

Кромѣ правильныхъ, ритмическихъ колебаній почвы наблюдаются еще движенія уже гораздо ме-

нѣ правильныя и съ большимъ періодомъ колебаній, доходящимъ до 30 секундъ и болѣе. Эти колебанія, въ отличіе отъ первыхъ, называемыя микросейсмическими колебаніями II-го рода, завясятъ, главнымъ образомъ, отъ силы вѣтра. Было съ несомнѣнностью установлено, что въ вѣтреные дни движенія эти усиливаются и что они мѣстнаго происхожденія. Все же вопросъ о микросейсмическихъ колебаніяхъ нуждается въ дальнѣйшей подробной разработкѣ.

Содержаніе сейсмологіи, однако, не исчерпывается изученіемъ только землетрясеній и микросейсмическихъ движеній, явленій, относительно быстро протекающихъ во времени и потому носящихъ общее названіе тахисейсмическихъ.

Кромѣ такихъ явленій существуютъ явленія, медленно протекающія во времени,—брадисейсмическія. Къ таковымъ относятся напр. медленныя поднятія и опусканія материковъ и перемѣщенія однихъ горныхъ породъ по отношенію къ другимъ. Сюда же относятся и деформаціи земли, какъ цѣлаго, подъ влияніемъ лунно-солнечнаго притяженія.

Извѣстно, что какъ солнце, такъ и луна дѣйствуютъ притягивающимъ образомъ на массы земли. Сила этого притяженія измѣняется въ зависимости отъ относительнаго положенія въ данный моментъ солнца и луны и вообще, конечно, чрезвычайно мала по сравненію съ притяженіемъ самой земли. Вліяніе притяженія должно сказываться въ томъ, что массы земли, подверженныя этому притяженію, должны претерпѣвать измѣненіе своей формы,—деформироваться.

Тѣ же горизонтальные маятники, которыми пользуются для регистраціи землетрясеній, даютъ возможность наблюдать и измѣрять величину и этой, столь малой, деформаціи.

Наблюденія, поставленныя съ цѣлью обнаружить вліяніе притяженія солнца и луны, установили, что земля, какъ цѣлое, не есть абсолютно твердое тѣло, такъ какъ величина, характеризующая деформацію земли, какъ цѣлаго, меньше той, которую она должна была бы имѣть, если бы земля представляла собою абсолютно твердое тѣло. Упругія свойства земли, какъ цѣлаго, близко подходятъ къ свойствамъ стали и, такимъ образомъ, земной шаръ въ отношеніи этихъ свойствъ можно уподобить шару того же діаметра, сдѣланному изъ стали. Земля



деформируется также, как деформировался бы этот стальной шарь.

Кромѣ того, изъ тѣхъ же наблюдений оказалось, что тѣ упругія свойства, которыми обладаетъ земля, неодинаковы по различнымъ направленіямъ. Измѣненія формы однѣхъ и тѣхъ же массъ земли подѣ влияніемъ одной и той же силы различны въ зависимости отъ того, будутъ ли они взяты въ направленіи меридіана или въ направленіи параллели. Къ сожалѣнію, наблюдения, имѣвшія въ виду выяснитъ это интересное явленіе, были произведены пока только въ очень немногихъ мѣстахъ.

Въ самомъ близкомъ будущемъ предполагено расширить сѣть этихъ наблюдений.

Изъ всѣхъ вопросовъ сейсмологіи практически наиболѣе важнымъ является, конечно, вопросъ о возможности предсказыванія землетрясеній. Тѣ результаты наблюдений, которыя въ сейсмологіи до сихъ поръ получены, не даютъ еще, къ сожалѣнію, твердыхъ основаній для какихъ либо въ этомъ отношеніи окончательныхъ заключеній, и въ настоящее время представляется возможнымъ намѣтить только тѣ пути, которые могутъ привести къ рѣшенію этого вопроса.

Прежде всего необходимъ самый тщательный анализъ того матеріала, который получается съ мѣстъ наблюдения. По мѣрѣ его накопленія, возможно, удастся со временемъ выяснитъ тѣ закономерности, которыми сопровождаются землетрясенія и, въ связи съ этимъ, уловитъ явленія, предшествующія имъ. Имѣющихся же до настоящаго времени данныхъ для этого, во всякомъ случаѣ, еще недостаточно.

Кромѣ того, для рѣшенія этого вопроса многое можетъ дать систематическое изслѣдованіе тѣхъ медленныхъ перемѣщеній горныхъ породъ, которыя наблюдаются въ сейсмическихъ областяхъ, и которыя часто служатъ причиною возникновенія землетрясеній.

Изъ такихъ горныхъ массивовъ, перемѣщенія которыхъ установлены наблюдениями, особенно извѣстны два: Aspromonte и Monti Peloritani, находящіеся первый на Калабрійскомъ, а второй на Сицилійскомъ берегу Мессинскаго пролива. Область эта какъ разъ особенно дѣятельна въ сейсмическомъ отношеніи, и очень вѣроятно, что тѣ частыя землетрясенія, которыя тамъ наблюдаются, находятся въ связи съ этими перемѣщеніями.

Благодаря изслѣдованіямъ Kővesligethy и японскаго сейсмолога Omori открывается новый путь предсказыванія землетрясеній въ одной и той же области.

Этимъ ученымъ удалось найти закономерность, которой обуславливается повторяемость землетрясеній въ какой либо одной области. Оказывается, что скорость распространенія продольныхъ и поперечныхъ волнъ въ сейсмическихъ областяхъ подвержена періодическимъ измѣненіямъ, въ зависимости отъ натяженія слоевъ земли. Послѣ каждаго крупнаго землетрясенія скорость сначала возрастаетъ, достигаетъ максимума и затѣмъ начинаетъ медленно убывать. Натяженія же слоевъ мѣняются при этомъ въ обратномъ порядкѣ. Когда скорость на нисходящей линіи достигнетъ извѣстнаго предѣла, которому соотвѣтствуетъ значительное натяженіе слоевъ, то въ данной области слѣдуетъ ожидать новаго землетрясенія. Теорія эта была проверена на случаяхъ японскихъ землетрясеній, и при этомъ были опредѣлены значенія различныхъ постоянныхъ тѣхъ формулъ, которыми выражаются измѣненія скоростей распространенія волнъ. Точность предсказанія по этому методу не можетъ быть особенно уже велика, потому что многое можетъ зависѣть и отъ метеорологическихъ факторовъ, которые могутъ ускоритъ возникновеніе землетрясенія. Напр., проходъ сильнаго циклона въ состояніи дать толчокъ къ нарушенію равновѣсія слоевъ и тѣмъ вызвать это нарушеніе раньше времени. Все же на основаніи теоріи Kővesligethy удается намѣтить тѣ предѣлы времени, между которыми можно ждаты повторенія землетрясенія въ данной области.

Возможенъ еще подходъ къ рѣшенію того же вопроса о предсказываніи землетрясеній. Онъ основанъ на тѣсной связи между землетрясеніями и дѣятельностью нѣкоторыхъ пульсирующихъ, ювенильныхъ минеральныхъ источниковъ, выходящихъ изъ глубокихъ слоевъ земли.

Наблюденія надъ такими источниками были произведены въ Боржомѣ надъ извѣстнымъ Екатерининскимъ источникомъ и надъ однимъ изъ Эссентукскихъ. Екатерининскій источникъ регулярно, черезъ опредѣленные промежутки времени, около 8 минутъ, вскипаетъ, при этомъ мѣняется и его дебитъ. Было замѣчено, что иногда въ дѣятельности источника происходятъ рѣзкія измѣненія, и изслѣ-

дованія Мольдепгауэра установили, что эти измѣненія находятся очень часто въ связи съ землетрясеніями, при чемъ нарушенія въ режимѣ источниковъ во многихъ случаяхъ предшествуютъ землетрясеніямъ.

Представляется весьма вѣроятнымъ, что аналогичная зависимость существуетъ и между выдѣленіями газовъ изъ нѣдръ земли, въ частности и

рудничнаго газа, и землетрясеніями. Это вопросы, которые ждутъ своего разрѣшенія.

Сейсмологія — наука насчитывающая всего нѣсколько лѣтъ своего существованія, но и за это короткое время она сдѣлала успѣхи, значительность которыхъ несомнѣнна. И эти прошлые ея успѣхи служатъ залогомъ достижений въ будущемъ

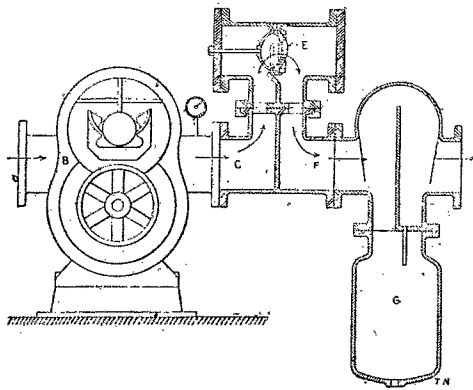
*А. Лукашукъ.*

## Очистка генераторнаго газа.

(la Technique moderne 19<sup>1</sup>/114).

Генераторный газъ нечистъ, содержитъ примѣси смолы и разныхъ другихъ веществъ. Для очистки газа отъ примѣсей пользуются механическими очи-

стителями, которые далеко не совершенны и оставляютъ желать многого. Аппаратъ изображенный на фиг. 1 даетъ очень хорошіе результаты.



Фиг. 1.

Разрѣзъ очистительнаго аппарата.



Фиг. 2.

Аппаратъ въ разобраномъ видѣ.

При выходѣ изъ генератора газъ охлаждають для конденсаціи паровъ смолы. Охлажденный газъ, при посредствѣ ротативнаго насоса В, идетъ подъ давленіемъ въ пріемникъ С, далѣе онъ проходитъ черезъ пористую діафрагму Е въ пріемникъ F. Смола собирается въ пріемникъ G.

Діафрагма Е устроена специальнымъ образомъ. Она должна быть достаточно пористою, и чтобы частицы смолы не закупоривали. Матерьяломъ

для діафрагмы служитъ сѣтчатое стекло, которое не только не подвергается дѣйствию химическихъ процессовъ, но обладаетъ всѣми нужными физическими качествами. Діафрагму зажимають между двумя металлическими цитками. Толщина діафрагмы 6 мм. Діаметръ ея находится въ зависимости отъ количества газа, которое желательно пропустить; обыкновенно допускають 1,75 кубическихъ метра въ часъ, черезъ квадратный сантиметръ сѣченія

отверстія. Смола не отлагается на діафрагмѣ, а пройдя черезъ нее, измѣняетъ свое физическое строеніе. Частицы смолы соединяются между собою въ болѣе крупныя, которыя отъ собственнаго вѣса падаютъ въ пріемникъ G. Разница давленія отъ 1,2 kg. до 1,8 kg. вполне достаточна для полученія чистаго газа. 850 литровъ газа очищеннаго такимъ образомъ не окрашиваютъ бѣлаго бумажнаго фильтра. Для хорошей очистки требуется большая скорость прохода газа. Для того, чтобы охладить газъ, пользуются водой. Смола, очищенная такимъ способомъ, содержитъ 1% воды; при другомъ способѣ механической чистки смолы содержитъ отъ 20 до 60% воды. При газификаціи углей Hoking (Соединенные Штаты) получается смола, дающая 8.700 калорій. Смола должна быть достаточно жидкой, чтобы не забивать отверстія діафрагмы, для чего нужна извѣстная температура. Слишкомъ липкая смола для этого процесса не го-

дится. Совершенство очистки газа стеклянной діафрагмой слѣдуетъ приписать возбужденному треніемъ газа о стекло электричеству (стекло—плохой проводникъ); если вмѣсто сѣтчатаго стекла вставить діафрагму стальную, никакихъ результатовъ не получается.

Опыты, произведенные, подвергая аппаратъ сильной разности потенциаловъ, дали положительные результаты. Какова бы ни была причина, но очистка аппаратомъ получается совершенная. Одинъ изъ подобныхъ аппаратовъ дѣйствуетъ исправно на заводѣ въ 1000 паровыхъ лошадей. На фиг. 2 изображенъ аппаратъ въ разобранномъ видѣ. Заводъ, на которомъ установленъ этотъ аппаратъ, обслуживается однимъ генераторомъ, площадь рѣшетки котораго 23,2 квадр. метра. Генераторъ газифицируетъ 1500 kg. смолстаго угля изъ Иллинойса въ часть.

Горн. инж. *Тумановъ*.

## Новый способъ опредѣленія газоносности пластовъ.

Количество газа, выдѣляющееся изъ даннаго пласта, не находится въ какой либо простой связи съ составомъ угля, условіями залеганія пласта, его глубиной и прочими факторами подобнаго же рода. По этому, всѣ предварительныя предсказанія будущей газоносности пласта на основаніи тѣхъ или иныхъ закономерностей (увеличеніе количества газа съ глубиной, съ уменьшеніемъ въ углѣ летучихъ веществъ и съ рѣзкими нарушеніями въ напластованіи) обычно бываютъ правильны только лишь въ самыхъ общихъ чертахъ и въ узкихъ странственныя границы.

Между тѣмъ, на практикѣ возможны и даже обычны случаи, когда предварительное знаніе будущей газоносности пласта получаетъ большое значеніе. Вотъ нѣсколько примѣровъ этого рода.

При вскрытіи новаго пласта и составленіи плана работъ въ немъ приходится заранѣе уже считаться съ возможностью появленія того или иного количества газа въ будущемъ, какъ съ однимъ изъ важныхъ факторовъ, вліяющихъ на выборъ наиболее цѣлесообразной системы разработки. Аналогичные вопросы возникаютъ также и въ старыхъ руд-

никахъ при началѣ подготовительныхъ работъ въ новыхъ горизонтахъ.

При работахъ въ не газовыхъ пластахъ приобретаетъ большое значеніе вопросъ о своевременномъ установленіи момента перехода рудника на газовое положеніе. На практикѣ довольно часто фактъ такого перехода обнаруживается только по происшедшему уже несчастному случаю при неожиданной вспышкѣ газа въ какомъ-нибудь глухомъ забоѣ.

Въ рудникѣ съ внезапнымъ выдѣленіемъ газа получаетъ особую остроту вопросъ о способахъ обнаруженія тѣхъ мѣстъ въ пластѣ, въ которыхъ, въ силу какихъ-либо причинъ, образовалось опасное накопленіе газа \*).

Все это заставляетъ искать такого метода, который позволилъ бы расширять наблюденія надъ

\*) Анализы исходящихъ воздушныхъ струй даже тамъ, гдѣ они производятся ежедневно, къ сожалѣнію, не даютъ, какъ показалъ опытъ Франціи и Бельгіи, указаній на приближеніе катастрофы даже въ тѣхъ случаяхъ, когда вмѣстилищемъ газа является самъ пластъ, а не трещины окружающихъ его породъ.

выдѣленіемъ газа, приуроченныя къ ограниченному пространству въ пластѣ, на болѣе значительные участки его, еще не прорѣзанныя выработками.

Въ поискахъ такого метода мною былъ предложенъ рядъ опытовъ, опиравшихся на предложенную мною уже ранѣе (см. „Горный Журналъ“ 1915 г. № 5) гипотезу о сохраненіи газа въ углѣ главнымъ образомъ въ абсорбированномъ состояніи, а не въ формѣ механической лишь связи съ нимъ.

При организациі этихъ опытовъ я исходилъ изъ слѣдующихъ положеній. Въ пластахъ малогазовыхъ, а также въ пластахъ съ средней газоносностью можно допустить, что почти весь имѣющійся въ нихъ газъ находится въ поглощенномъ состояніи. (Понятно, этимъ не исключается возможность появленія и въ этихъ пластахъ, напр., суффляровъ, можетъ быть даже изъ трещинъ, сообщающихся съ сосѣдними болѣе газовыми пластами). Одна часть абсорбированнаго метана можетъ выдѣлиться довольно скоро благодаря тому, что давленіе, подъ которымъ находится уголь въ пластѣ, при вырубкѣ угля понижается, а слѣдовательно должна ослабнуть и способность угольной массы удерживать въ себѣ поглощенные газы. Другая часть абсорбированныхъ газовъ освобождается болѣе медленно и ея выдѣленіе вызывается тѣмъ взаимодействіемъ между наружнымъ воздухомъ и поглощеннымъ ранѣе метаномъ, которое наступаетъ послѣ вырубкы угля.

Указанное взаимодействіе, вѣроятно, сводится къ переходу азота и кислорода въ абсорбированное состояніе, а метана въ свободное.

Количество метана первой категоріи, оказавшагося послѣ вырубкы угля избыточно поглощеннымъ, будетъ непрерывно увеличиваться при переходѣ отъ менѣе газовыхъ пластовъ къ болѣе газовымъ; въ пластахъ малогазовыхъ общее количество вѣроятно не велико.

Исходя изъ этого взгляда на процессъ выдѣленія газа въ рудникѣ, можно признать правильнымъ слѣдующее заключеніе. Если мы возьмемъ въ свѣжѣмъ забоѣ определенное количество угля и, измельчивъ его, немедленно начнемъ извлекать всѣ абсорбированные имъ газы, то количество полученныхъ при этомъ газовъ будетъ близко совпадать съ общимъ содержаніемъ ихъ въ пластѣ. Въ угляхъ со средней газоносностью известная часть газа будетъ безусловно содержаться въ свободной формѣ,

заполняя маленькія трещины и поры въ углѣ. Поэтому, при тѣхъ же условіяхъ опыта будетъ неизбежна потеря нѣкотораго количества газа при измельченіи угля. Потеря будетъ идти за счетъ всего свободного метана и части „избыточно поглощеннаго“, успѣвшаго выдѣлиться при раздавленіи кусковъ. Въ пластахъ сильногазовыхъ потери отъ указанныхъ сейчасъ причинъ будутъ еще болѣе замѣтными, но, несмотря на это, общее количество газа, извлеченнаго изъ такихъ углей, безусловно будетъ болѣе значительнымъ. Такимъ образомъ, хотя и нельзя ждать прямой пропорціонности между количествомъ газа, выдѣляемаго данными углями въ рудникѣ, и количествомъ газа, полученнымъ, напримѣръ, изъ тѣхъ же углей въ вакуумѣ, — но все же, несомнѣнно, абсолютные объемы метана, получаемые въ вакуумѣ изъ различныхъ углей, будутъ различны. Эти различія и могутъ позволить съ достаточной для практическихъ цѣлей точностью судить объ общей газоносности пласта по даннымъ лабораторныхъ изслѣдованій надъ абсорбированными газами. Обоснованіе послѣдняго положенія и было моей задачей.

При организациі опытовъ я намѣренно уклонился отъ болѣе совершенной ихъ постановки, такъ какъ только въ этомъ случаѣ можно было рассчитывать на возможность пракческаго использованія разсматриваемаго метода. Упрощенія метода сводились къ слѣдующему: уголь, взятый въ забоѣ, не помѣщался въ банки съ притертыми пробками и кранами, и газъ, выдѣляемый углемъ во время храненія его до опыта, такимъ образомъ, не учитывался; раздавленіе угля производилось обычнымъ путемъ, причѣмъ также не улавливались газы, выдѣлявшіеся при этой операциі. Для уменьшенія проистекавшихъ отсюда потерь принимались только слѣдующія двѣ мѣры: въ забоѣ уголь брался въ большихъ кускахъ для того, чтобы центральныя ихъ части не могли сообщаться съ наружнымъ воздухомъ и терять газъ; а удаленіе абсорбированныхъ газовъ производилось въ первая же сутки послѣ выдачи угля на поверхность. Измельченіе угля до полнаго прохожденія получаемой мелочи черезъ сито съ отверстіями въ 2 мм<sup>2</sup> производилось непосредственно передъ началомъ опытовъ.

Для удаленія абсорбированныхъ газовъ уголь въ количествѣ 100—150 граммъ помѣщался въ колбу (150 см<sup>3</sup>). Колба закрывалась резиновой пробкой,

через которую были пропущены двѣ стеклянныя трубки;—первая изъ нихъ шла къ градуированному сосуду со ртутью или водою; вторая соединялась съ краномъ и воронкой и предназначалась для пропускания черезъ нее горячей воды внутрь колбы въ моментъ окончанія опыта, когда являлась необходимость вытѣснить изъ колбы остатокъ газа. Сосудъ для сбора газа соединялся со стаканомъ съ водою или ртутью. Жидкость въ послѣднемъ содержалась на болѣе низкомъ уровнѣ; этимъ создавалось разрѣженіе въ колбѣ и соединительныхъ трубкахъ и устранялась возможность утечекъ газа наружу въ случаѣ негерметичности соединеній.

Колба съ углемъ опускалась въ сосудъ съ кипящей водою. Опытъ длился до прекращенія газовой выдѣлки, которое въ среднемъ наступало черезъ 2 часа. Удаленіе абсорбированнаго метана, такимъ образомъ, производилось путемъ нагреванія угля до  $100^{\circ}$ , а не въ вакуумѣ, такъ какъ послѣдній способъ требуетъ специальныхъ приборовъ и не можетъ считаться простымъ \*).

Нагрѣвъ до  $100^{\circ}$  самъ по себѣ еще слишкомъ незначителенъ для того, чтобы вызвать разложеніе угольного вещества; поэтому весь получающійся въ колбѣ метанъ долженъ быть отнесенъ къ разряду абсорбированнаго, выдѣляющагося при нормальныхъ условіяхъ въ рудникѣ газа. Точный объемъ метана окончательно устанавливался анализомъ.

Результаты опытовъ приводятся ниже въ таблицѣ 1-й.

Такимъ образомъ, уголь изъ рудниковъ совершенно негасовыхъ (см. № 28, Наклонная, Софія, Калиновая) при условіяхъ опыта даетъ только 0,07; 0,6; 0,5 и 3,4 см<sup>3</sup> метана на каждые 100 граммъ угля.

Далѣе, при изслѣдованіи трехъ пробъ изъ шахты Амуръ, негасовой, но съ рѣдкими мѣстными небольшими выдѣленіями газа (въ исходящей струѣ газъ никогда не обнаруживался)—было получено изъ 100 граммъ угля 0,0; 0,80; и 26,0 см<sup>3</sup> метана. Въ двухъ случаяхъ уголь, очевидно, былъ негасовымъ, въ третьемъ шансы на появленіе въ немъ газа уже были болѣе значительны. Возможно,

\*) Въ нѣсколькихъ случаяхъ параллельно производилось удаленіе абсорбированнаго газа и съ помощью насоса Шпренгеля въ вакуумѣ. Результаты получились тѣ же самыя, какъ и при удаленіи этихъ газовъ нагреваніемъ угля до  $100^{\circ}$ .

что здѣсь мы встречаемся съ мѣстнымъ обогащеніемъ угля газомъ.

Въ пробахъ Берестово-Богодуховскаго рудника, относящагося къ первой категоріи по газу (пластъ F), хотя въ исходящей струѣ содержаніе метана обнаруживается очень рѣдко,—не былъ совсѣмъ найденъ метанъ въ углѣ, взятомъ изъ лавы верхняго поля, и было получено 2,5 см<sup>3</sup> изъ угля, занимающаго промежуточное мѣсто между точками пласта съ замѣтнымъ выдѣленіемъ газа и съ полнымъ его отсутствіемъ. Уголь, взятый на томъ же пластвѣ въ мѣстахъ, гдѣ въ глухихъ забояхъ наблюдалось скопленіе до 3% метана,—далъ для одного случая 75 см<sup>3</sup> и для второго 108 см<sup>3</sup> метана на 100 граммъ угля.

Въ болѣе или менѣе типичномъ рудникѣ первой категоріи (ш. Щегловка) рядовая проба угля содержала въ себѣ 77 см<sup>3</sup> абсорбированнаго метана на каждые 100 граммъ. По даннымъ официальныхъ анализовъ, уголь этого рудника выдѣляетъ 4,09 м<sup>3</sup> на 100 пудовъ суточной добычи.

\*Пробы изъ 3 рудниковъ 2-й категоріи (ш. Италія, ш. Софія, ш. Капитальная Е. Г. О.) дали соответственно 129 и 189 (Италія) 158 (Софія) и 126—170 (Капитальная) см<sup>3</sup> на 100 граммъ угля. Для всѣхъ этихъ рудниковъ официальныя пробы воздуха относятся одновременно къ нѣсколькимъ пластамъ, поэтому точныхъ официальныхъ цифръ о количествѣ метана на 100 пудовъ суточной добычи нельзя было получить. Съ извѣстнымъ приближеніемъ можно, однако, принять, что во всѣхъ трехъ случаяхъ уголь выдѣляетъ болѣе или менѣе одинаковое количество газа, приближающееся къ 15 м<sup>3</sup> на 100 пудовъ добычи.

Изъ рудниковъ третьей категоріи была взята ш. Чайкино и съ количествомъ газа на 100 пудовъ 27,3 м<sup>3</sup>. Объемъ абсорбированнаго 100 граммами угля метана былъ въ этомъ случаѣ равенъ 330 см<sup>3</sup>.

Всѣ приведенныя сейчасъ матеріалы опредѣленно указываютъ на существованіе связи между газосодержаніемъ пласта, опредѣляемой обычнымъ путемъ въ видѣ количества газа на 100 пудовъ суточной добычи, и объемомъ поглощенныхъ данныхъ углемъ газовъ. Отчетливая пропорціональность въ увеличеніи абсорбированнаго метана при переходѣ отъ пластовъ мало газовыхъ къ сильно газовымъ свидѣтельствуетъ о практической пригодности указаннаго метода для характеристики пластовъ на осно-

ваніи чисто лабораторныхъ изслѣдованій. Дѣйстви- тельно, уголь совершенно не газовыхъ пластовъ обычно даетъ менѣе 1 см<sup>3</sup> метана на 100 граммъ угля \*) Повышеніе объема абсорбированнаго ме- тана до 3.4 см<sup>3</sup> еще не дѣлаетъ пласть газовымъ въ общепринятомъ значеніи этого слова. Обнару- женіе 26 см<sup>3</sup> чистаго метана въ 100 граммъ угля изъ пласта съ періодическими мѣстными неболь-

шими выдѣленіями газа указываетъ, что гдѣ-то здѣсь, около 25—30 см<sup>3</sup>, надо искать тогъ пре- дѣль, при которомъ обнаруженіе присутствія газа въ шахтномъ воздухѣ такого рудника будетъ имѣть мѣсто и при обычныхъ методахъ анализа если не общей, то, по крайней мѣрѣ, частной исходящей струи.

Т а б л и ц а 1-я.

Названіе рудника	Отношеніе его къ газу	Условія взятія пробы	Количество абсор- бированнаго CH <sub>4</sub> на 100 граммъ угля въ см <sup>3</sup> .	Количество CH <sub>4</sub> на 100 пудовъ суточной добычи въ мтр. <sup>3</sup>
Ш. № 28	Негазовый	—	0.1	0
Ш. Наклонная Софія	"	—	0.6	0
Ш. Калиновая пл. Софія	"	—	0.5	0
Ш. Калиновая пл. Владимиръ	"	—	3.4	0
Ш. Амуръ	Въ прошломъ имѣли мѣсто слу- чайныя выдѣленія	—	0.0	0
"		—	0.8	0
"		—	26.0	0
Ш. № 14	1-я категорія	Въ негазовомъ мѣстѣ	0.3	Въ общей исходя- щей обычно газа не обнаруживается
"	"	Въ негазовомъ мѣстѣ промежу-	2.5	
"	"	точного харак- тера		
"	"	Въ газовомъ мѣстѣ	75.0	
"	"	"	108.0	4.09
Ш. Щегловка	"	—	77.0	
Ш. Италия	2-я категорія	Въ мѣстѣ съ спо- койнымъ залега- ніемъ	129.0	Приблизительно около 15 мтр. <sup>3</sup>
"	"	Вблизи неболь- шого сброса	189.0	
Ш. Софія	"	—	158.0	
Ш. Капитальная	2-ая категорія позднѣе переведена въ 3 ю	Мягкій слой угля	170.0	
"	"	Твердый слой угля	128.0	
Ш. Чайкино	3-ья категорія	—	330.0	27.3

\*) Изслѣдованіе угля изъ негазовыхъ рудниковъ Лисичанскаго и Гришинскаго районовъ также подтвердили это правило.

Рудники первой категории, съ количествомъ метана до 4 т<sup>3</sup> и болѣе на 100 пудовъ суточной добычи, будутъ, вѣроятно, давать въ среднемъ отъ 75 до 100 см<sup>3</sup> абсорбированнаго метана на 100 граммъ угля. 2-я категория, охватывающая, согласно старымъ нормамъ, пласты съ газоносностью отъ 6,3 до 29,7 т<sup>3</sup> на 100 пудовъ, при разсматриваемомъ мною методѣ будетъ, приблизительно, характеризоваться количествомъ поглощеннаго углемъ метана отъ 100—125 см<sup>3</sup> до 200 см<sup>3</sup> для углей, дающихъ менѣе 20 т<sup>3</sup> на 100 пудовъ, и до 330 см<sup>3</sup> для углей, стоящихъ на границѣ съ третьей категорией. Пласты, относимые къ 3-й категории, при описанныхъ условіяхъ должны будутъ давать болѣе 350 см<sup>3</sup> чистаго метана на 100 граммъ угля. Въ виду большого размѣра потерь газа для такого рода углей при ихъ измельченіи, однако, трудно ожидать большого превышенія упомянутой сейчасъ нормы въ 350 см<sup>3</sup>.

Понятно, всѣ приведенныя сейчасъ нормы должны разсматриваться, какъ нѣкоторыя *среднія*, такъ какъ несомнѣнно, что въ одномъ и томъ же пластѣ, но въ различныхъ его точкахъ можно будетъ взять пробы угля съ различными количествами содержащагося въ нихъ газа, такъ какъ метанъ распределяется неравномѣрно по всѣму протяженію пласта. Помимо приведеннаго уже выше примѣра съ пластомъ F, я могу еще указать на слѣдующія данныя, характеризующія такую неравномѣрность въ размѣщеніи газа въ углѣ. На пластѣ Алмазномъ были взяты двѣ пробы угля въ свѣжихъ работающихся забояхъ; первая проба соответствовала спокойному залеганію пласта, вторая же была взята поблизости отъ небольшого сброса. Въ первомъ случаѣ количество абсорбированнаго метана было равно 116 см<sup>3</sup> и 129 см<sup>3</sup> (контрольный опытъ); во второмъ же оно равнялось 189 см<sup>3</sup>.

Въ пластѣ Берестовскомъ, состоящемъ изъ двухъ слоевъ, образуемыхъ твердымъ и мягкимъ углемъ, проба изъ мягкаго слоя, привезенная въ лабораторію въ кускахъ значительныхъ размѣровъ, дала 170 см<sup>3</sup> метана. Проба же твердаго угля, взятая въ кускахъ меньшихъ, сравнительно, размѣровъ, дала 133 и 126 (контрольный опытъ) см<sup>3</sup> газа.

Оба разсмотрѣнныя сейчасъ отклоненія результатовъ изслѣдованія двухъ пробъ угля изъ одного и того же пласта не достигли такого пре-

дѣла, чтобы можно было, на основаніи, ихъ ошибаться при рѣшеніи вопроса о категоріи того рудника, изъ котораго онѣ взяты; это обстоятельство, однако, не устраняетъ необходимости въ обдуманномъ выборѣ мѣстъ взятія пробъ.

Близкое совпаденіе контрольныхъ данныхъ съ первоначальными указываетъ на достаточное совершенство самого метода,—хотя необходимо имѣть въ виду, что такого хорошаго совпаденія уже не получается при производствѣ новаго контрольнаго опыта спустя 2—3 дня, если изслѣдуемый уголь все это время хранится въ растертомъ уже видѣ на воздухѣ. Наблюдаемое при этомъ пониженіе въ количествѣ метана иногда достигаетъ 70% для угля изъ рудника 2-ой категоріи.

Совсѣмъ другіе результаты получаются при храненіи угля въ большихъ кускахъ. Въ этомъ случаѣ перерывъ отъ 3-хъ до 7 дней не вызываетъ сколько-нибудь замѣтнаго пониженія объема метана, извлекаемаго изъ угля при его нагрѣваніи до 100°. Это обстоятельство позволяетъ примѣнять разсматриваемый методъ къ пробамъ, которыя должны пересылаться на значительное разстояніе. *Твердые* угли, хранящіеся въ большихъ кускахъ, еще черезъ 30 и даже черезъ 48 дней, какъ показали мои опыты, сохраняютъ значительное количество содержащагося во внутреннихъ частяхъ куска метана. Для такихъ углей, особенно если они не даютъ при истираниіи большого количества пыли, можно получить характеристику ихъ газоносности и черезъ значительный срокъ послѣ ихъ вырубкы, хотя общій объемъ полученнаго при этихъ условіяхъ газа будетъ всетаки ниже нормальнаго. Если цѣлью опытовъ является лишь установленіе факта принадлежности даннаго угля къ газовому или негасовому пласту,—то нѣкоторая потеря времени на пересылку, при условіи храненія угля въ кускахъ,—утрачиваетъ характеръ первостепенной важности. Иллюстраціей этого положенія можетъ служить слѣдующій примѣръ. Мною были получены пробы угля изъ Кузнецкаго бассейна, пробывшія въ пути около 2 мѣсяцевъ. Уголь находился въ видѣ мелкихъ кусковъ въ запаянныхъ банкахъ. Отсасываніе газа изъ этихъ углей всетаки дало возможность обнаружить метанъ въ нѣскольکو большемъ размѣрѣ, чѣмъ это должно было бы быть при условіи взятія пробъ изъ негасовыхъ пластовъ. Позднѣйшіе анализы шахтнаго воздуха

подтвердили предположеніе о принадлежности этихъ пластовъ къ газовымъ.

Обнаруженіе значительной разницы въ количествѣ  $\text{CH}_4$  въ пробахъ, взятыхъ въ отдѣльныхъ участкахъ одного и того же пласта, позволяетъ сдѣлать еще слѣдующее заключеніе. Съ помощью удаленія изъ угля абсорбированныхъ газовъ можно установить сравнительную газоносность тѣхъ участковъ, въ которыхъ данныя пробы угля были взяты. Если такого рода пробы будутъ браться періо-

дически въ пластѣ негасовомъ, предположимъ, въ забоѣ углубляемаго уклона, напримѣръ, черезъ каждые 20 сажень, то по измѣненію количества получаемаго при опытахъ съ углемъ метана можно будетъ составить ясное представленіе объ измѣненіи газоносности пласта по паденію и о приближеніи момента перехода пласта на газовое положеніе.

*Н. Черницынъ.*

## Остановка электро-доменнаго завода въ Гардангерѣ (Норвегія).

(Stahl und Eisen 19<sup>9</sup><sub>VII</sub>14).

Остановка электро-доменнаго завода въ маѣ 1913 года и немедленная сдача въ аренду электрической энергіи иностранному синдикату, подняло въ прессѣ оживленную полемику, какъ относительно производства, такъ и администраціи завода. Гардангерскій заводъ былъ единственный въ Норвегіи, который руководствуясь испытаніями шведскихъ заводовъ, повелъ электро-доменное производство въ крупномъ масштабѣ въ примѣненіи къ норвежскимъ условіямъ. Развитіе электро-доменной плавки подавало большія надежды, принимая во вниманіе низкую стоимость тока въ Норвегіи сравнительно съ Швеціей, благодаря этому пристановка завода вызвала сильное изумленіе и стали доискиваться причины какъ въ способѣ веденія производства, такъ и въ администраціи завода.

При анализѣ хода производства слѣдуетъ принять во вниманіе, что заводъ былъ поставленъ въ трудныя условія производства, на которыя пресса обратила мало вниманія. Рѣшеніе принятое Гардангерскимъ заводомъ вести плавку на коксѣ въ домнахъ фирмы „Электро-металл“, было встрѣчено въ Швеціи съ недовѣріемъ, такъ какъ подобныя испытанія произведенныя въ заводѣ Эрикнторатъ (Jernkontoret) близъ Тролльгэттена (Trollhåten) дали отрицательныя результаты, тѣмъ болѣе что задачей была поставлена переработка Родзандскаго шлиха.

Въ 1907 году была назначена правительственная коммиссія подъ названіемъ „Электро-металлургическій Комитетъ“, которой былъ составленъ обшир-

ный докладъ касающійся затрудненій, которыя Гардангерскій заводъ, встрѣчалъ въ производствѣ, и далъ богатый матеріалъ для рѣшенія разныхъ вопросовъ, касающихся электроплавки.

Коксъ служившій для электро-доменной плавки въ Гардангерѣ содержалъ отъ 0,8 до 0,9% S, что сравнительно съ древеснымъ углемъ, требовало значительнаго добавленія известняка, при одинаковомъ выходѣ металла изъ шихты. Высокое содержаніе S способствовало уменьшенію суточной производительности печи и увеличенію расхода тока, благодаря увеличенію количества известняка для ошлаковки сѣры вслѣдствіе чего пришлось плавить руды высокихъ качествъ, что улучшало шихту и увеличивало выходъ чугуна. Въ теченіи полугода заводъ шихтовалъ 4 сорта рудъ (таб. I) въ разныхъ пропорціяхъ.

Указанныя въ таб. II плавки печи № 1 кампаний отъ 25 августа по 21 сентября 1912 и съ 1-го июля 1912 года по 20 февраля 1913 года велись при самыхъ благопріятныхъ условіяхъ. Клодебергская руда разрабатываемая близъ Арендала перерабатывалась въ древесно-угольныхъ домнахъ Эгеланда и Наэса, почему въ Гардангерѣ не предвидѣлось затрудненій при плавкѣ въ электро-доменной печи, однако на дѣлѣ обнаружилось, что она слишкомъ бѣдна для плавки на коксѣ, почему даетъ малый выходъ изъ шихты, только 38,1%, и расходуетъ много тока на тошну выплавленного чугуна, кромѣ того содержаніе Zn, которое при



древесно-угольныхъ домнахъ не оказывало особеннаго вреда на ходъ плавки, затрудняло ходъ въ Гардангерѣ засоряя газопроводы и этимъ стѣснялъ правильную циркуляцію газовъ. Гардангерскія домны были спроектированы для плавки желѣзо-титановыхъ шлиховъ. Родзандскихъ рудъ съ высокимъ содержаніемъ желѣза. Путемъ аггломерации въ Петтерсоновской печи предполагалось значительно понизить высокое содержаніе сѣры, получивъ руду въ видѣ кусковъ, что болѣе удобно для хода доменнаго процесса. Промежутки между коксомъ, который идетъ въ плавку большими кусками нежели древесный уголь, заполненный кусковой рудой не

стѣснены для прохода между ними газовъ. Надежды возлагавшіе на Петтерсоновскую печь не оправдались. Аггломерату получалось очень мало, да и тотъ былъ весьма непроченъ и распадался въ мелочь при нажатіи отъ руки. Печь перерабатывала въ день 10 тоннъ шлиха и задалживала въ восьмичасовую смѣну 10 человекъ. Родзандскій шлихъ мало нагрѣтый и плохо восстановленный благодаря несовершенной циркуляціи газовъ загромождалъ горнъ. При такихъ неблагоприятныхъ условіяхъ работалъ Гардангерскій заводъ связанный съ Родзандскими шлихами.

Таблица I.

	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	FeO	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	SiO <sub>2</sub>	S	CaO	Примѣчанія
	%						
Руда изъ Клодеберга . . .	45,6	16,7	0,025	13,8	0,04	9,51	0,31% Zn.
Родзандскій шлихъ . . .	60,8	28,3	0,002	3,4	0,7	0,76	3,06% TiO <sub>2</sub>
Сидварангерскій брикетъ . . .	91,3	—	0,009	8,2	0,012	—	—
Персбергская руда . . . . .	—	72,7	0,023	15,6	0,014	1,00	—

Таблица II.

Шихтовка и производство.

№№ печей	Время кампаніи печи	Составъ шихты въ %			Выходъ металл. %		Выплавлено чугуна											
		Клодеберск. руда	Родзандскій шлихъ	Сидварангер. брик.	Персбергск. руда	Известняка	Изъ руды	Изъ шихты	Въ штыкахъ тоннъ	Скрапінгъ тоннъ	Расходъ К W часовъ на тонну выплавл. чугуна	P.S. годъ на тонну выплавл. чугуна	Расходъ кокса на тон. выпл. чугуна въ тон.	Расходъ электродовъ на тонну чугуна въ кг.	Денная производительность въ день въ тонн.	Продолжительность кампаніи въ часахъ	Продолж. выдувки и остан. въ часахъ	% отношеніе выдувки и остан. къ продолж. кампаніи печи
I	отъ 7 ноября 1911 года до 13 апрѣля 1912 г. . .	82,7	3,4	—	—	14,0	43,8	38,1	652	222	5025	1,28	0,423	28,7	6,06	3524	733	20,8
I	отъ 10 іюля 1912 года по 20 февраля 1913 г. . .	18,0	17,9	46,1	—	18,0	61,7	50,7	1650	400	4072	1,58	0,399	16,3	9,07	5124	460,1	9,0
I	отъ 25 августа по 21 сентября 1912 года . . . . .	—	9,5	71,9	—	18,7	69,1	56,4	340	3206	2,01	0,336	11,1	12,11	672	20	3,0	
II	отъ 28 февраля по 28-е марта 1913 года . . . . .	—	31,3	—	40,5	28,2	58,06	41,65	274	30	3436	1,87	0,441	41,84	10,48	696	97	14,0

Брикетировать настоящими образомъ шлихъ оказалось дорого, а потому сдѣлано испытаніе замѣны части шлиха рудными брикетами. Для этой

цѣли было признано самымъ подходящимъ брикетъ Сидварангерскій богатый содержаніемъ желѣза и бѣдный шликующими веществами.

Шихтовка этого брикета съ переменнымъ количествомъ Родзандскаго шлиха и Клодебергской руды дала значительно лучшіе результаты, нежели кампанія печи съ 21 ноября 1911 по 31-е апрѣля 1912 г. (Таб. II). Наилучшихъ результатовъ достигъ заводъ съ 25 августа по 21 сентября 1912 г. при шихтѣ 89% Сидварангерскаго брикета, 11% Ротзандскаго шлиха (таб. II). Причина почему въ послѣдствіи шихта вновь была измѣнена намъ неизвѣстна, а также почему шихта была измѣнена при пускѣ второй домны. Полагаемъ, что слабая прочность брикетовъ не выдерживала многократной перегрузки и при загрузкѣ въ домну представляла одну мелочь, которая также затрудняла ходъ плавки какъ и шлихъ. Вторая домна должна была работать на персбергской рудѣ; въ слѣдствіе ея кислотности пришлось добавить много известняка. Расходъ тока оказался значительнымъ, дабы его сдѣлать болѣе производительнымъ, пришлось въ шихту добавить значительное количество шлиха. Сравнивая (таб. II) два первыхъ періода хода печи № I и печи № II послѣдній даетъ лучшіе результаты въ смыслѣ денной производительности, а также расхода тока на тонну чугуна. Надо замѣтить приведенныя (въ таблицѣ II) цифры взяты при самыхъ благоприятныхъ условіяхъ хода плавки; цифры же обыденнаго хода значительно ниже цифръ шведскихъ древесно-угольныхъ печей. Причина та, что желая получить чистый малосѣрнистый чугунъ и ошлаковать сѣру, которую содержитъ коксъ, нужно вести плавку съ сильно-основнымъ шлакомъ. Въ первыхъ двухъ періодахъ печи № I, на выплавку тонны чугуна потребовалось 36% известняка, а въ третьемъ 68% известняка, чтобы получить шлакъ содержащій 32% SiO<sub>2</sub> и получить чугунъ съ содержаніемъ сѣры 0,01%. Если бы была возможность работать на шлакѣ съ 40% SiO<sub>2</sub> и выше, то уменьшеніе количества известняка вызвало бы пониженіе на тонну чугуна—кокса и тока. Съ этимъ заданіемъ тоже считались, когда рѣшились перейти на электроплавку. Полученный чугунъ предполагалось немедленно рафинировать въ электро-сталеплавильной печи. Тогда явилась бы возможность вести плавку на болѣе кислотномъ шлакѣ и готовить болѣе сѣрнистый чугунъ и рафинировать его въ электро-сталеплавильной печи. Послѣдняя почему-то не была построена. Работая съ большимъ количествомъ известняка

получалось ухудшеніе качества доменныхъ газовъ на 35 до 40% въ слѣдствіе увеличенія въ нихъ % углекислоты, благодаря чему возрастала расходъ кокса и электродовъ. Комиссія въ докладѣ своемъ постановила, что на рудную колошу, для полученія тонны чугуна слѣдуетъ расходовать 332 kg известняка съ содержаніемъ 136 kg CO<sub>2</sub>, 336 kg кокса содержащаго 286 kg C, изъ котораго 39% CO<sub>2</sub> въ доменныхъ газахъ, (13% изъ известняка и 26% при сгораніи CO въ CO<sub>2</sub>). Въ 26% не указано, какое количество углекислоты получается отъ сгоранія электродовъ и какое количество поступает съ вдуваемымъ воздухомъ. Въ апрѣлѣ 1913 года работая въ теченіи 2 недѣль безъ оборота газовъ при нормальномъ ходѣ плавки было израсходовано въ печи № I 385 kg кокса на тонну чугуна, работая же съ оборотомъ газовъ, расходъ кокса въ той же печи былъ 336 kg на тонну. Выходъ чугуна изъ шихты былъ 47,2%, во второмъ 56,4%. Упругость дутья въ первомъ случаѣ была 120 m/m ргутаго столба, во второмъ 300 m/m. Было переработано для полученія тонны чугуна: 1682 kg Родзандскаго шлиха и Персбергской руды, 409 kg кокса (сдерж. C. 348 kg) и 660 kg известняка (270 kg CO<sub>2</sub>). Количество углекислоты известняка было опредѣленно 15,9%, остальная же 3,6% подверглась возстановленію въ CO, углеродомъ.

Указанный въ (табл. II) расходъ электродовъ включаетъ въ себѣ и потери помимо плавки, которыя были особенно велики въ періодъ хода печи № II. При благоприятныхъ условіяхъ хода слѣдуетъ считать отъ 11 до 12 kg на тонну чугуна. Измѣненіе температуры произведенное при выпускѣ чугуна и шлака даетъ ту же картину, что и въ обыкновенной доменной печи. Приведенныя въ докладѣ анализы многихъ выпусковъ чугуна особеннаго ничего не даютъ. Чѣмъ выше была температура плавки, тѣмъ большее количество кремня и марганца было въ чугунѣ и тѣмъ бѣднѣе онъ былъ сѣрой.

Полученный чугунъ былъ раздѣленъ на 4 сорта А, В, С, D слѣдующаго химическаго анализа.

	A	B	C	D
Si . . . . .	0,5	0,5	0,5	неуказанъ
Mn . . . . .	0,2	0,2	0,2	
Ph. . . . .	0,025—0,03	0,03	0,03	
S . . . . .	0,010	0,015	0,05	

Сортъ D содержалъ большія количества S и Ph. Въ мартѣ 1913 года эти четыре сорта въ выплавленномъ чугуна распрѣдѣлялись слѣдующимъ образомъ: сортъ A—20%, B—18%, C—32%, D—20%. Остальные 10% составляютъ скрапъ, настыли и не представляли большого значенія въ общей массѣ. Полезный расходъ тока изъ количества всего его расхода въ періодѣ отъ 2 марта по 28 марта 1913 года былъ расчитанъ по тепловому балансу слѣдующимъ образомъ на тонну чугуна:

**Расходъ.**

1) Для возстановленія желѣза изъ руды . . . . .	1670,57 калорій
2) Расплавленіе желѣза и шлаковъ . . . . .	740,80 „
3) На разложеніе 678 kg известняка и возстановленіе 80 kg CO <sub>2</sub> въ CO . . . . .	356,42 „

4) На тепло унесенное газами и превращеніе 55 kg воды въ паръ	42,32 калорій
	2810,11 „

**Приходъ.**

1) Отъ сгоранія 292 kg въ CO	722,12 „
2) Отъ электрическаго тока .	2087,99 „
	2810,11 „

Этой суммѣ тепла соотвѣтствуетъ 2430 KW часовъ. Въ дѣйствительности было израсходовано 3436 KW часовъ изъ этого видно, что на самый процессъ плавки израсходовано только 70,5% тока, остальные 29,5% израсходованы на потери: отъ охлажденія печи, лучистой теплоты, сопротивленія проводниковъ и трансформаторовъ.

*Горн. инж. Тумановъ.*

## Коксованіе угля при низкихъ температурахъ С. В. Парръ и Г. Л. Олинъ.

70-ый Бюллетень Испытательной Инженерной Станціи при Университетѣ Иллинойсъ. Май. 1915.

Опытная коксовальная печь емкостью всего на 100 фунтовъ угля, состояла изъ стального цилиндра снаружи обложеннаго азбестомъ и внутрь котораго вдувался, когда печь была раскалена до необходимой и достаточной температуры, воздухъ черезъ продырявленное листовое желѣзо. Печь нагрѣвалась до 400°—500° С. Пробы коксованія велись съ коксовою пылью, не имѣющей въ настоящее время почти никакой цѣны на коксовальныхъ заводахъ. Смѣшеніемъ 50% коксовой пыли съ 50% жирнаго угля Vermilion County получался коксъ достаточной крѣпости и плотности въ большихъ кускахъ. Съ менѣе жирными углями приходится для полученія хорошихъ результатовъ брать меньше коксовой пыли. Если коксовать въ указанныхъ выше условіяхъ одинъ только жирный, битуминозный уголь, безъ прибавки кокса, то получается твердая коксообразная масса содержащая еще до 18% летучихъ, но не смолистыхъ веществъ. Этотъ

коксъ, полученный при низкой температурѣ, представляетъ превосходное топливо для питанія комнатныхъ печей и для газогенераторныхъ установокъ. Онъ горитъ, не давая ни дыма, ни сажи и не требуя ухода за топкой.

Смола, получающаяся при этой карбонизаціи, представляетъ при обыкновенной температурѣ густую жидкость буровато чернаго цвѣта, уд. вѣса = 1.069. При перегонкѣ она даетъ до 18% погона, кипящаго ниже 210° С и отъ 28 до 30% смолистаго погона кислотнаго характера, кипящаго въ предѣлахъ отъ 210° до 325° С. Изъ первой фракціи вторичной возгонкой можетъ быть выдѣлено до 10% легкаго масла, которое можетъ идти въ замѣнъ бензина для двигателей внутреннего сгоранія. Въ этой смолѣ содержится всего только 1,35% свободнаго углерода въ видѣ угольныхъ частицъ и что очень характерно совер-

шенно не содержится нафталина. При перегонкѣ смолы на сухо въ остаткѣ получается около 30%

твердаго пека, довольно ломкаго и обладающаго сильнымъ блескомъ.

## Установка для мойки угля на рудникѣ О-ва Маннеръ въ Илькестонѣ.

На рудникѣ О-ва Маннеръ въ Илькестонѣ (Англія) недавно построена установка для промыванія угля, представляющая, судя по ея отношенію въ журналѣ, значительный интересъ.

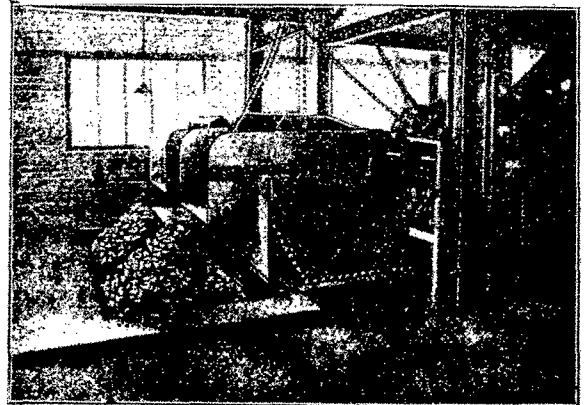
Строеніе, какъ показано на рис. 1, желѣзной конструкціи съ кирпичной кладкой, причемъ склады для угля и часть здания построены на желѣзныхъ столбахъ. Подъ зданіемъ проходятъ три вѣтки желѣзнодорожнаго пути. Чтобы практично использовать имѣющееся въ распоряженіи мѣсто, пришлось много работать надъ проектомъ, пока удалось конструировать установку требуемой мощности. Конструкція сама по себѣ весьма компактна и вмѣстительна. Полы сдѣланы изъ желѣзобетона.



Мойка угля расположена передъ шахтой, и уголь, предназначенный для промыванія, но удаленный изъ него на грохотѣ мелочи, подается непосредственно въ мойку, а при промываніи угля „Рутландъ“ таковой подается посредствомъ 18" транспортной ленты „Балата“ въ обыкновенную загрузочную воронку, откуда онъ подымется навѣрхъ эле-

ваторомъ ковшевого типа. Элеваторъ снабженъ внизу контрольною дверцей. Ведущіе барабаны шестиугольные съ вставными стальными зубьями, монтированные на 4<sup>1</sup>/<sub>2</sub>" валу, вращаемомъ коническими зубчатыми колесами.

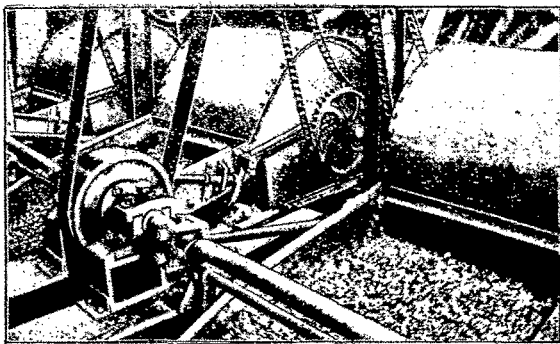
Производительность элеватора составляетъ 75 тоннъ въ часъ; онъ доставляетъ уголь посредствомъ вилкообразной колѣчатой трубы на два помѣщенные рядомъ качающихся грохота, которые отдѣляютъ орѣшникъ и угольную мелочь. Грохота прикрѣплены къ подвѣснымъ тѣгамъ толщиной 1 дюймъ и приводятся въ качаніе посредствомъ эксцентровъ шириною 4<sup>1</sup>/<sub>2</sub>", монтированныхъ на валу діаметромъ 4<sup>1</sup>/<sub>2</sub>", вращающемся въ четырехъ подшипникахъ. Каждый грохотъ снабженъ однимъ уравновѣшивающимъ маховикомъ. Грохота двигаются въ противоположныхъ направленіяхъ и несмотря на то, что они дѣлаютъ 132 оборота въ минуту, они работаютъ крайне тихо и безъ всякой вибраціи.



Для удаленія мелкаго угля служить спеціальное сито, черезъ которое угольная мелочь падаетъ въ загрузочный ящикъ, емкостью въ 10 тоннъ. Про-

хождение угля через сортировку дает превосходные результаты, и уголь доставляется уже совершенно чистым от пыли на две короткия транспортныя ленты (Балата), которыя передають его въ распредѣлительныя кучи, обслуживающія пять стальныхъ отсадочныхъ ящиковъ, два изъ которыхъ служатъ для промыванія орѣшника, а три для горошка и мелкаго угля.

Производительность каждаго отсадочнаго ящика для орѣшковаго угля составляетъ 18 тон. въ часъ, общая производительность 230 тон. въ  $7\frac{1}{2}$  часовъ рабочаго времени. Они помѣщены одинъ подлѣ другого и снабжены автоматическимъ сороочистителемъ (патентъ Гривсъ) и патентованнымъ колесомъ съ ковшами для спуска воды изъ угля и доставленія его въ воронки. Каждое изъ этихъ колесъ снабжено 7 ковшами емкостью 50 англ. фунт. каждый и дѣлаетъ около 5 оборотовъ въ минуту. Изъ промывальныхъ барабановъ орѣшковый уголь подается посредствомъ одного ковшевого элеватора въ двѣ складочныя ямы, каждая емкостью въ 10 тонъ.



Мелкій уголь доставляется черезъ непроницаемую для пыли трубу въ три отсадочныя ящика, которые помѣщены одинъ подлѣ другого и передъ которыми находится одинъ обыкновенный отстойный бассейнъ. Движеніе поршня въ ящикахъ получается отъ эксцентрическаго распредѣлительнаго кулачнаго диска, шириною 5", монтированнаго на вращающемся въ масляныхъ подшипникахъ валу, діаметромъ  $3\frac{1}{2}$ ". Притокъ воды регулируется колесомъ, подающимъ промытый уголь на грохотъ для спуска воды. Вода вмѣстѣ съ мелкимъ углемъ протекаетъ сквозь грохотъ въ отстойный бассейнъ, гдѣ уголь осаживается,

а вода подается ковшевымъ колесомъ опять обратно въ отсадочныя ящики; устройство такое, что не требуется другого вспомогательнаго насоса. Отъ грохота уголь, уже, сравнительно, сухой, подается въ склады, которые помѣщены непосредственно надъ желѣзно-дорожными путями. Отсадочныя ящики какъ для орѣшковаго, такъ и для мелкаго угля сдѣланы цѣликомъ изъ стали.

Шламъ изъ отсадочныхъ ящиковъ доставляется въ расположенную центрально складочную яму. Шламъ, доставляемый элеваторомъ изъ отсадочныхъ ящиковъ для орѣшковаго угля, промывается струей воды, которая образующаяся при этомъ отъ ломки, во время промыванія мелкіе куски угля уноситъ къ отсадочнымъ ящикамъ для мелкаго угля, въ которыхъ они подвергаются вторичному промыванію.

Главное преимущество этого устройства заключается въ слѣдующемъ: машина отдѣляетъ непрерывно уголь отъ шлама, доставляя его въ сортированномъ видѣ въ склады, которые помѣщены надъ желѣзно-дорожными путями одинъ подлѣ другого и откуда сортированный промытый уголь, какъ и шламъ, во всякое время могутъ быть погружены въ вагоны. Для обслуживанія всей установки при работѣ 75 тонъ въ часъ, достаточно лишь одного человѣка.

Машина приводится въ движеніе однимъ моторомъ для трехфазнаго тока въ 440 вольтъ и 60 амперъ, который рассчитанъ съ большимъ запасомъ такъ какъ расходъ энергіи при полной работѣ составляетъ всего около 45 амперъ.

Моторъ расположенъ очень удобно въ срединѣ установки въ закрытомъ помѣщеніи, въ сторонѣ отъ всѣхъ подвижныхъ частей. Этотъ моторъ обслуживаетъ одновременно всю машину, включая ленточный транспортеръ, элеваторъ и грохотъ. Въ сравненіи съ производимой работой, расходъ энергіи можно считать чрезвычайно низкимъ. Принимая, что относительная стоимость энергіи обойдется въ  $\frac{3}{4}$  пенса (Общество Маннеръ имѣетъ свою собственную электрическую станцію) то стоимость энергіи на 1 тонну обойдется въ 0,45 пенса.

Промывальное устройство было проектировано и исполнено фирмой Horace Graeves & Company, Ltd, Old Phoenix, Works въ Дерби причеиъ вся установка была исполнена въ теченіе семи мѣсяцевъ со дня полученія ею заказа.

## Ванны для закалки и отпуска стали.

(La Technique moderne 19<sup>15</sup>/<sub>II</sub> 14).

Давно уже подмѣчалось, что составъ ваннъ, примѣняющихся при закалкѣ и отпускѣ стали, оказываетъ большое вліяніе особенно на закалку. Здѣсь мы рассмотримъ составъ ваннъ, давшихъ лучшіе результаты не только въ экономическомъ, но и техническомъ отношеніи.

Каковъ бы не былъ составъ ванны, для получения однородной закалки требуется постоянство температуры, напр.: инструментъ будетъ тверже закаленъ погруженіемъ въ воду комнатной температуры, нежели въ кипятокъ, такъ какъ въ послѣднемъ случаѣ происходитъ частичный отпускъ. При закаливаніи въ ваннахъ разнаго состава при одинаковыхъ температурахъ закалка будетъ разная. Происходитъ это отъ неодинаковой степени поглощенія тепла разными составами. Чѣмъ больше теплопроводность ванны, а вслѣдствіе этого скорее охлажденіе инструмента, тѣмъ закалка энергичнѣе. Между тѣмъ распространено мнѣніе, что составъ ванны не имѣетъ вліянія, разъ охлажденіе инструмента происходитъ быстро. Мнѣніе это ошибочно; слѣдуетъ обращать вниманіе, чтобы ванна не была окисляющей и была однородной. Инструменты изъ хорошей стали съ высокимъ содержаніемъ углерода особенно чувствительны къ разнообразнымъ составамъ воды и маселъ. Вода для закалки инструментовъ должна быть мягкая; жесткая вода даетъ весьма измѣнчивые и плохіе результаты. Масла, будь то растительныя или животныя, даютъ незначительную разницу въ степени закалки; къ водѣ надо относиться съ большимъ вниманіемъ, чтобы она не заключала вредныхъ примѣсей, напр., если она содержитъ жирныя примѣси, то закалка можетъ и не послѣдовать, если она содержитъ нѣкоторыя кислоты, то инструментъ будетъ очень хрупкимъ и можетъ дать трещины. Составы для болѣе употребительныхъ на практикѣ ваннъ слѣдующіе:

1) *Мягкая вода* преимущественно дистиллированная. Хорошая инструментальная сталь не выносить никакихъ примѣсей къ мягкой водѣ.

2) *Вода соленая* — даетъ при закалкѣ периферической коркъ большую твердость, нежели чистая вода.

2) *Морская вода* даетъ закалку болѣе рѣзкую, нежели предыдущія.

4) *Мягкая чистая мыльная вода*.

5) *Парное молоко* (спеціальн. закалка).

6) *Ртуть* (спеціальная закалка).

7) *Углекислая известь* (спеціальная закалка).

8) *Воскъ* (спеціальная закалка).

9) *Сало* (спеціальная закалка).

10) *Воздухъ* (для закалки стали рапидъ). Водухъ многіе сорта стали не закаливаетъ, идетъ въ дѣло подъ давленіемъ и струею.

11) *Масла*: хлопчатобумажное, льняное, китовый и рыбій жиръ, сало въ смѣси въ парафинномъ и т. п.

По степени интенсивности дѣйствія закалочныхъ ваннъ на сталь съ содержаніемъ 0,9% С до 1% можно распредѣлить ихъ въ слѣдующемъ порядкѣ: ртуть, углекислая известь, чистая, вода мыльная, парное молоко, масла; исключая три послѣднія ванны, закаленные инструменты тѣмъ тверже, чѣмъ температура закалки ниже. *Отпускъ* имѣетъ цѣлью понизить твердость закалки и уничтожить вредныя внутреннія напряженія, вызванныя быстрымъ охлажденіемъ. Составъ отпускной ванны почти не вліяетъ на отпускъ, а потому на практикѣ при выборѣ ванны болѣе руководствуются цѣною и продолжительностью службы состава.

Жидкія масла чаще всего употребляются для отпуска, и если количество закаливаемыхъ предметовъ не велико, то не оправдываютъ расходъ. Въ этихъ случаяхъ руководствуются старыми способами, изъ которыхъ самый распространенный слѣдующій: погружаютъ на короткое время рабочую часть инструмента въ закалочную ванну, вынимаютъ, счищаютъ образовавшіеся окислы и даютъ медленно охладиться; отпускъ происходитъ за счетъ тепла нерабочаго конца. Степень отпуска узнается по цвѣту побѣжалости на стали.

Для отпуска часто пользуются песчанной ванной; погружаютъ закаленный предметъ болѣе или менѣе глубоко въ слой песку насыпанный на желѣзный листъ подогрѣваемый снизу. Предметы передъ отпусккомъ должны быть отшлифованы,

чтобы яснѣ были видны цвѣтныя побѣжалости по которымъ судятъ о степени отпуска. При полученіи желаемой побѣжалости охлаждають предметъ въ водѣ или маслѣ.

Другой весьма практическій способъ примѣняется для отпуска круглыхъ небольшихъ предметовъ. По чугунной доскѣ подогреваемой снизу, катають предметы, которые нужно отпустить. Доска имѣетъ нѣкоторый уклонъ. Желаемая степень отпуска опредѣлится по длинѣ и углу наклона доски; въ концѣ доски находится охладительный чанъ въ который скатываются отпускаемые предметы. При помощи печей особой конструкции, отпускъ можно дѣлать въ горячемъ воздухѣ. Всѣ эти способы имѣютъ то преимущество, что даютъ возможность судить о степени отпуска по цвѣтамъ побѣжалости на поверхности стали.

Для хорошаго отпуска нужно: 1) чтобы ванна имѣла равномерную температуру, 2) чтобы закаливаемый предметъ, достаточно времени пробылъ въ ваннѣ, дабы насквозь проникнутся ея температурой. Первое достигается устройствомъ печи, второе—погружая инструменты передъ нагрѣвомъ въ масляную ванну и нагрѣвая послѣднюю до желаемой температуры. Методъ этотъ лучше нежели нагрѣть сперва ванну до температуры отпуска и затѣмъ погрузить закаленный предметъ до полученія имъ температуры ванны. Когда температура отпуска выше температуры вспышки маселъ (345°—370°C), примѣняютъ другія ванны. Самая распространенная—свинцовая, но пользованіе ею встрѣчаетъ затрудненіе, такъ какъ температура не распределяется въ ней равномерно. Поваренная соль служитъ для отпуска при

температурахъ 300—465°C. Соль плавится при температурѣ 300°C. Если въ расплавленную соль погрузить холодный предметъ, то въ мѣстахъ соприкосновенія образуется корка соли, которая плавится разъ температура не дойдетъ до 300°. Это можетъ служить указателемъ, если температура отпуска должна быть 300°, при болѣе высокой температурѣ пользуются указаніями пирометра.

Масляныя ванны для отпуска могутъ быть замѣнены начиная отъ 205°C—сплавомъ свинца и олова, а съ 260°C сплавомъ свинца и сюръмы.

Масляныя ванны въ которыхъ производится закалка и отпускъ съ теченіемъ времени вырабатываются т. е. теряють свои качества.

М. О. Беккеръ составилъ таблицу сплавовъ и соотвѣствующихъ температуръ плавленія, которые болѣе распространены на практикѣ.

Таблица Беккера.

Pb	Sn	Температура плавленія
14 ч.	8 ч.	215°C
15 „	„	221° „
16 „	„	226° „
17 „	„	232° „
18,5 „	„	237° „
20 „	„	243° „
24 „	„	248° „
28 „	„	253° „
38 „	„	266° „
60 „	„	277° „
96 „	„	288° „
200 „	„	294° „

	Масляная ванна для отпуска.		Смѣсь сала и парафф. въ равныхъ доляхъ	
	Свѣжая	Бывшая въ работѣ	Свѣжая	Бывшая въ употребленіи
Температура вспышки . . . . .	288° Ц.	245° Ц.	205° Ц.	193,6°C
Начало горѣнія . . . . .	330°	288°	245°	232°
Минерального масла % . . . . .	94	30	25	10
Обмыленного жира . . . . .	6	70	75	90
Удѣльный вѣсъ . . . . .	0,920	0,950	0,912	0,925

Большая разница между маслами свѣжими и бывшими въ употребленіи обращаетъ на себя вниманіе: масла при непрерывной работѣ и при высокой температурѣ теряють постепенно свои мине-

ральныя части, а потому для продленія срока службы отпускныхъ ваннъ, слѣдуетъ отъ поры до времени добавлять минеральное масло и по возможности избѣгать высокихъ температуръ.

*Примѣчаніе переводчика.* Желая сдѣлать статью болѣе полной и чтобы читатель не прибѣгалъ къ источникамъ за справками, считаю нужнымъ пополнить ее таблицей цвѣтныхъ побѣжалостей при отпускѣ стали и соответствующихъ имъ температуръ.

Побѣжалые цвѣта	Появляются пары масла		Сильное выдѣленіе паровъ масла		Пары масла чер- наго цвѣта		Пары масла за- гораются, но гаснутъ		Пары горятъ, не погасая	
	Желтый		Бурый		Пурпуръ	Фиолет.	Синій		Сѣровато-зеленый	
	Свѣтло	Темно	Желто	Красно			Темно	Свѣтло		
Градусы по Ц . . . . .	225	240	250	265	275	285	295	315	330	
Для какихъ издѣ- лій . . . . .	для лан- цетовъ	бритвы, переч. ножики	ножи для рѣзанья металла	топоры струги	стальн. ножи, ножницы	холодное оружіе	пружи- ны	тонкія пилы	пилы, натачиваемыя напильники	

*Горн. Инж. Тумановъ.*

## По вопросу объ увеличеніи производительности каменноугольныхъ и антрацитовыхъ рудниковъ.

*Недостатокъ забойщиковъ на твердыхъ угляхъ.*

Въ настоящее время каменноугольная промышленность испытываетъ большой недостатокъ въ опытныхъ рабочихъ-специалистахъ, въ особенности въ забойщикахъ на твердыхъ угляхъ.

Недостатокъ въ таковыхъ въ прошломъ году на нѣкоторыхъ шахтахъ достигалъ 75%.

Съ окончаніемъ войны трудно разсчитывать на скорое увеличеніе количества этой категоріи рабочихъ, навѣкъ и умѣнье которыхъ вырабатываются годами.

*Какъ слѣдствіе этого—уменьшеніе добычи топлива.*

Эти причины угрожаютъ уменьшеніемъ количества добываемаго топлива. Наиболѣе быстрый выходъ изъ этого положенія, по моему мнѣнію, возможенъ лишь при условіи введенія врубовыхъ машинъ для добычи твердыхъ углей и антрацитовъ и замѣны работы саночниковъ механической откаткой отъ забоевъ къ продольнымъ.

*Наиболѣе быстрый выходъ изъ этого положенія введеніе врубовыхъ машинъ.*

Это убѣжденіе явилось у меня вслѣдствіе при-мѣненія врубовыхъ машинъ на твердомъ Александровскомъ пластѣ въ теченіе свыше 3-хъ лѣтъ.

Въ 1911 году я обратился съ докладомъ къ Директору Новороссійскаго Общества Горному Инженеру А. А. Свицину ввести работу врубовыхъ машинъ на шахтѣ № 4-й рудниковъ Вѣтка. А. А. Свицинъ сразу оцѣнилъ значеніе врубовыхъ машинъ для разработки твердыхъ углей и немедленно были заказаны врубовыя машины для лавъ Лонгволль фирмы Сулливанъ, Вестингаузъ Гудменъ (эти машины американскія) и, наконецъ, дисковая англійская машина фирмы Андерсонъ и Бойсъ.

Эти машины дали намъ возможность удержать въ 1915 году добычу угля шахты № 4-й на 19% ниже добычи 1913 и 1914 года, въ то время какъ у насъ недостатокъ забойщиковъ на этой шахтѣ былъ въ 1915 году отъ 17% до 77,5%, въ среднемъ 48,4%.



Отсюда слѣдуетъ, что въ 1915 году врубовыми машинами добыто 28% всей добычи шахты № 4.

*Результаты работы врубовыхъ машинъ на шахтѣ № 4-й Александровской.*

Количество угля, добываемого одной врубовой машиной въ годъ на шахтѣ № 4-й Александровской,

равнялось 908.157 \*) пудовъ, что даетъ цифру на 66% больше средней годовой производительности врубовыхъ машинъ въ Англии и на 26% болѣе таковой же въ Америкѣ (см. Горно-Заводское дѣло за 1915 года № 10-й стр. 10625).

Добыча угля по шахтѣ № 4-й Александровской.

Годы	Добыто въ ручную	%	Добыто врубовыми машинами	%	Всего	%
1914	9.937.356	77	3.023.636	23	12.960.992	100
1915	7.656.983	72	2.968.905	28	10.625.888	100
	17.594.339	75	5.992.541	25	23.586.880	100

*Увеличеніе количества вырабатываемого угля въ Англии и Америкѣ съ увеличеніемъ количества врубовыхъ машинъ.*

Тамъ же мы можемъ усмотрѣть быстрый ростъ количества врубовыхъ машинъ въ Англии и Америкѣ, а также и соответственный ему ростъ количества вырабатываемого угля. Такъ въ 1910 году, въ Великобританіи было 311 врубовыхъ машинъ добывавшихъ 205.340.000 пудовъ, а въ Соединенныхъ Штатахъ 3.907 врубовыхъ машинъ добыли 2.992.000.000 пудовъ, а въ 1913 году въ Великобританіи уже работало 2.894 врубовыхъ машины съ годовой добычей 1.525.780.000 пудовъ, а въ Соединенныхъ Штатахъ 16.381 врубовая машина съ добычей 13.422.810.000 пудовъ, т. е. при увеличеніи въ Великобританіи съ 1900 по 1913 годъ количества врубовыхъ машинъ въ 9,3 раза, добыча угля увеличилась въ это же время въ 7,4 раза, а въ Америкѣ для того же періода съ увеличеніемъ числа машинъ въ 4,2 раза добыча увеличилась въ 4,5 раза.

*Врубовыя машины оказали громадную услугу развитію всей американской промышленности.*

Для убѣжденія лицъ, придающихъ малое значеніе врубовымъ машинамъ, привожу выдержку изъ заключенія прекрасной статьи А. Bachellery, переведенной на русскій языкъ горнымъ инженеромъ Е.

А. Лехачевскимъ \*\*) (см. Горно-Заводскій листокъ за 1901 г. № 8 стр. 4902): „машины эти (врубовыя) оказали громадную услугу не только каменноугольному дѣлу вообще, но и всей американской промышленности. Итакъ, если мы могли наблюдать страшный ростъ количества добываемого угля въ Соединенныхъ Штатахъ, удвоившійся въ теченіи 10 лѣтъ и поставившій въ 1899 году эту страну на первое мѣсто среди производителей этого драгоценнаго ископаемаго, то всѣмъ этимъ мы обязаны главнымъ образомъ врубовымъ машинамъ“.

*Главные причины введенія врубовыхъ машинъ въ Америкѣ.*

Въ этомъ же заключеніи указано, что главными причинами введенія врубовыхъ машинъ въ Америкѣ были малая производительность ручного труда и отсутствіе надлежащаго количества рабочихъ рукъ.

*Машины, работающія у насъ, вполне отвѣчаютъ своему назначенію.*

Что касается качества врубовыхъ машинъ и пригодности ихъ при разработкѣ пологихъ пластовъ, то имѣющіяся въ нашемъ распоряженіи 3 вышеуказанные типа машинъ вполне пригодны для работы въ Донецкомъ бассейнѣ и отличаются достаточно солидной конструкціей.

\*) Средняя за годъ по 3-мъ машинамъ, работавшимъ въ лавахъ.

\*\*) Врубовыя машины въ каменноугольныхъ копанияхъ С.-А. Соединенныхъ Штатовъ. А. Bachellery.

*Мъры, необходимыя для скорѣйшаго введенія врубовыхъ машинъ въ Донецкомъ бассейнѣ.*

Для облегченія введенія ихъ въ Россіи, надлежитъ снять пошлины на нихъ и субсидировать посредническія фирмы, чтобы онѣ имѣли возмож-

ность держать на складахъ возможно больше машинъ разныхъ типовъ и запасныхъ частей къ нимъ, а также установить перевозку ихъ въ первую очередь по желѣзнымъ дорогамъ.

*П. Фенинъ.*

## О выдѣленіи газа въ шахтѣ.

Настоящая статья является результатомъ работы, предпринятой лабораторіей Макѣвской Спасательной Станціи Совѣта Съѣзда горн. юга Россіи, по инициативѣ завѣдывающаго станціей Д. Г. Левицкаго, на шахтѣ „Иванъ“ Р. Г. и М. Уніона. Главная задача этой работы была установить, существуетъ-ли связь между выдѣленіемъ газа и т. н. микросейсмическими колебаніями почвы, но такъ какъ, кромѣ микросейсмическихъ колебаній, несомнѣнно было вліяніе на газовыдѣленіе и другихъ факторовъ, напр. давленія барометра, добычи и т. д., были собраны также свѣдѣнія, характеризующія и эти факторы.

Вопросъ о связи между выдѣленіемъ газа и колебаніями земной коры не является новымъ: еще Россіи \*) въ 1880 г. и Лоръ \*\*) въ 1882 г. указывали на необходимость наблюденія сейсмическихъ колебаній въ виду вліянія ихъ на газодѣленіе.

Наблюденія Шено\*\*\*) въ 1886 году, какъ будто, эту зависимость подтвердили. Имѣется также рядъ указаній на совпаденіе многихъ несчастныхъ случаевъ на рудникахъ съ періодами усиленныхъ колебаній земной коры.

Съ другой стороны, сопоставляя несчастія на рудникахъ Рейнско-Вестфальскаго бассейна за 1909—1913 годъ съ землетрясеніями за тотъ же періодъ времени, Минтропъ\*) приходитъ къ выводу, что для указаннаго бассейна совпаденіе несчаст-

ныхъ случаевъ съ землетрясеніями совершенно случайно, и что выдѣленіе газа отъ землетрясеній, а тѣмъ болѣе, слѣдовательно, отъ микросейсмическихъ колебаній, какъ болѣе слабыхъ, не зависитъ. Вопросъ такимъ образомъ остается открытымъ.

Для наблюденія за газовыдѣленіемъ на шахтѣ „Иванъ“ былъ выбранъ участокъ подготовительныхъ работъ внизу главнаго уклона. Вентиляціонная струя проходила отъ шахты по квершлагу на уклонъ, спускалась внизъ, разбивалась на двѣ струи, омывавшія западныя и восточныя работы, и затѣмъ обѣ эти струи соединялись вмѣстѣ. Пробы брались въ нѣсколькихъ саженьяхъ отъ мѣста соединенія струй. Участокъ этотъ имѣлъ тотъ недостатокъ, что при пониженіи барометрическаго давленія изъ плохо вентилируемыхъ уже подготовленныхъ пространствъ могли попадать въ струю скопившіяся тамъ метанъ и углекислота, но зато ходъ вентиляціонной струи на участкѣ мѣнялся сравнительно мало, и легко было вести учетъ добычи и числа людей на участкѣ.

Пробы газа брались автоматически приборомъ Морэна\*\*). Въ приборѣ этомъ наполненная водой бутылка, на концы которыхъ плотно надѣты куски мягкой резины, устанавливались такимъ образомъ, чтобы концы резинокъ были опущены въ резервуаръ съ водой. Стрѣлка часового механизма, находившагося въ центрѣ прибора, поднимала резинки одну за другой надъ уровнемъ воды; вода изъ бутылокъ выливалась и замѣщалась воздухомъ; когда стрѣлка проходила дальше, резинка соскальзывала опять въ воду и запирала такимъ образомъ

\*) Rossi. Bulletino del vulcanismo italiano. 1880. № 12.

\*\*) F. Laur. Статьи въ Comptes rendus de L'Academie des Sciences de Paris.

\*\*\*) Chesneau. Annales des mines t. XIII. 1888.

\*\*\*\*) Mintrop. Erdbeben, Schlagwetterexplosionen und Stein- und Kohlenfall. Glückauf. 1914 г. № 9.

\*) Bulletin et comptes rendus de la Société de l'industrie minerale. 1911. Janv., также „Горно-Заводск. Дѣло“ 1911. № 16. Обзоръ журналовъ.

бутылку съ пробой. Для перевозки бутылокъ — въ резиновыя трубки вставлялись деревянныя пробки. Часовой механизмъ для предохраненія отъ влаги помѣщался въ особомъ ящикѣ надъ хлористымъ кальціемъ.

Въ приборѣ имѣется мѣсто для 12 бутылокъ, чтобы брать пробы каждыи часъ; мы брали ихъ каждые три часа, т. е. 8 шт. въ сутки. Самъ приборъ былъ изготовленъ въ Макѣевкѣ. Часовые механизмы сдѣланы по особому заказу фирмой Буре. Механизмовъ было два; они смѣнялись каждую недѣлю для чистки и провѣрки.

Такъ какъ необходимо было получить среднюю пробу воздуха струи, для опредѣленія мѣста установки прибора, содержаніе метана въ разныхъ мѣстахъ по сѣченію выработки было опредѣлено рядомъ специальныхъ пробъ; оказалось, что въ предѣлахъ точности прибора (0,02 — 0,03%) количество метана въ разныхъ мѣстахъ одинаковое.

Количество проходившаго воздуха замѣрялось автоматически приборомъ „Patent Ellinghaus“ Fuess'a, аппаратъ этотъ нѣсколько разъ провѣрялся съ помощью анемометра.

Давленіе записывалось на мѣстѣ взятія пробъ барографомъ. До установки въ шахту, барографъ, по сравненію съ ртутнымъ барометромъ, работалъ правильно; сравненіе показаній его въ шахтѣ съ данными метеорологической станціи (около 1<sup>1</sup>/<sub>2</sub> вер. отъ шахты) дало болѣе или менѣе постоянную разность.

Данныя микросейсмическихъ колебаній взяты изъ бюллетеней Макѣевской Сейсмической Станціи Совѣта Съѣзда горнопромышленниковъ юга Россіи, находившейся въ періодъ наблюденія въ завѣдываніи И. А. Линчукова.

Анализы взятыхъ пробъ газа произведены бывшимъ инструкторомъ Спасательной Станціи Макогономъ, подъ руководствомъ и контролемъ автора настоящей статьи. Для анализа служилъ интерферометръ Цейсса лабораторнаго типа. Такъ какъ интерферометръ даетъ правильныя показанія для углекислоты и метана только въ томъ случаѣ, если эти газы примѣшаны къ воздуху постояннаго состава, а въ рудничномъ воздухѣ можно было ждать колебаній въ содержаніи кислорода, часть пробъ ежедневно для контроля анализировалась также и на приборѣ Шондорфа-Брокмана; такимъ образомъ, переводный множитель интерферометра постоянно

провѣрялся; отклоненій при этомъ замѣчено не было.

Всѣ результаты записывались въ особую книгу, причемъ до окончанія работы никакихъ попытокъ сопоставленія полученнаго матеріала сдѣлано не было.

Работа начата была 22 января 1914 года и велась по 31-ое марта того же года. За это время проанализировано было всего 404 пробы. Такъ какъ первое время не удалось наладить правильной выдачи пробъ изъ шахты, и работа шла съ перерывами, для подсчета взяты были анализы съ 17 февраля, всего 326 анализовъ; изъ нихъ 170 провѣрены были на аппаратѣ Шондорфа-Брокмана.

Въ виду громоздкости таблицъ, содержащихъ матеріалы ко всѣмъ 326 обработаннымъ анализамъ, мы эти таблицы опускаемъ. Приводимъ только выписи изъ книги матеріаловъ для иллюстраціи какъ записи, такъ и типа самихъ матеріаловъ.

Приводимъ данныя съ 12 часовъ дня 27-го февраля по 6 час. веч. 1-го марта. Эти дни интересны въ томъ отношеніи, что какъ разъ 28-го февраля разразился на Азовскомъ морѣ сильный ураганъ, захватившій и Донецкій басейнъ. Часы считаются съ 12 часовъ ночи до конца сутокъ: отъ 0 до 24 час.

Для микросейсмическихъ колебаній I-го рода въ таблицѣ даны періоды (Tr) и амплитуды колебаній по тремъ направленіямъ (Ap, Ae, Az). Изъ этой таблички уже ясно видно, какъ съ паденіемъ барометра увеличивается количество метана въ воздухѣ; въ концѣ таблички значительно возрастаютъ микросейсмическія колебанія, но это возрастаніе на метанѣ не замѣтно; если въ данномъ случаѣ вліяніе микросейсмическихъ колебаній и есть — оно совершенно затушевывается дѣйствіемъ барометрическаго давленія.

На рис. 1 приведены кривыя, изображающія измѣненія количества метана (линія I), барометрическаго давленія (лин. II) и количества добытаго угля (лин. III); для всѣхъ этихъ величинъ взяты среднія за смѣну (отъ 6 утра до 6 вечера и отъ 6 вечера до 6 утра).

Такъ какъ на метанѣ могла отражаться также скорость воздуха, на рисункѣ, какъ и въ послѣдующихъ таблицахъ, взято не процентное количество метана, а его абсолютное количество въ лит-

рахъ, проходящее въ 1 минуту черезъ сѣченіе выработки.

На рисунокѣ совершенно отчетливо выступаетъ связь количества метана съ барометрическимъ да-

вленіемъ: съ паденіемъ давленія увеличивается количество метана, съ повышеніемъ давленія уменьшается. Колебанія въ количествѣ добытаго угля на метанѣ, какъ будто, замѣтно не отразились.

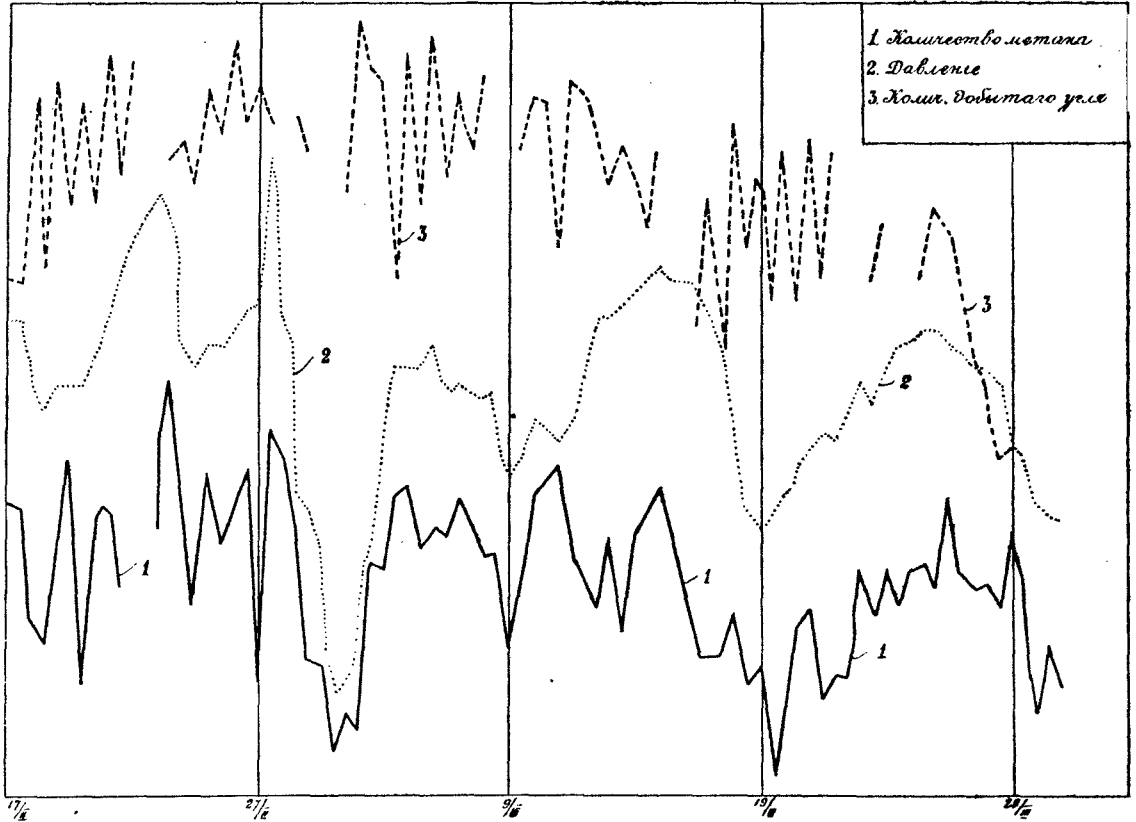
Таблица 1-я.

Мѣсяць и число	Часы	CO <sub>2</sub> %	CH <sub>4</sub> %	Скорость воздуха въ метрахъ въ 1 мин.	Барографъ Hg	Микросейсмы I-го рода				Микро-сейсмы II-го рода	Добыча въ смѣну въ пудахъ	Количество людей въ смѣну
						Гр	Ап	Ае	Az			
27/II	12	0.20	0.42	805	780	4 <sup>1</sup> / <sub>2</sub> ; 5 и 5 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	< 0.1	< 0.1	0.1	сильны		
	15	0.20	0.43	800	780					"		
	18	0.18	0.46	815	779	5	< 0.1	< 0.1	0.1	"	4544	93
	21	0.24	0.53	820	777.5					"		
	24	0.22	0.55	820	775.5	4 <sup>1</sup> / <sub>2</sub> и 5	0.1	< 0.1	0.1	"		
28/II	3	0.25	0.58	815	772					"		
	6	0.23	0.59	800	769	5 и 4	едва замѣтны		0.1	"	4160	75
	9	0.24	0.59	780	775					"		
	12	0.25	0.55	810	779	5	0.2	0.1		"		
	15	0.22	0.55	810	782					"		
	18	0.21	0.51	810	785	5	0.1	< 0.1		не работаль вертикальн. маятникъ		90
	21	0.25	0.51	830	786						"	
	24	0.24	0.50	855	786.5	5 и 5 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	0.2	0.1		"		
1/III	3	0.22	0.51	850	787					"		
	6	0.20	0.44	850	789	6	0.3	0.2	0.3	"	4224	67
	9	0.27	0.44	850	788					значит.		
	12	0.27	0.45	840	787.5	5.5	0.4	0.3	0.4	"		
	15	0.24	0.43	825	787					"		
	18	0.20	0.40	850	787	6	0.5	0.3	0.6	"	3968	82

Такимъ образомъ, прямое сопоставленіе полученныхъ результатовъ даетъ указанія только на одинъ факторъ, вызывающій колебанія въ количествахъ выдѣляющагося метана: на барометрическое давленіе. Въ данномъ случаѣ даже, пожалуй, правильнѣе было бы сказать не вызывающій колебанія, а измѣняющій свою величину вмѣстѣ съ измѣненіемъ количества метана, такъ какъ сплошь и ря-

домъ метанъ въ своихъ измѣненіяхъ идетъ, какъ будто, впереди барометрическаго давленія. Чтобы учесть вліяніе и другихъ факторовъ, весь промежутокъ, въ предѣлахъ котораго данный факторъ колебался, разбивался на рядъ послѣдовательныхъ болѣе мелкихъ промежутковъ, и для этихъ промежутковъ въ таблицахъ было найдено среднее количество метана.

Рис. 1.



Для давления, такимъ способомъ была получена слѣдующая таблица:

Таблица 2-я.

Промежутки	Число случаевъ	Среднее давленіе	Среднее выдѣленіе метана
773—776 . . . . .	3	775	4501
777—779 . . . . .	10	778.8	3996
780—782 . . . . .	35	781.5	4058
783—785 . . . . .	18	784	3968
786—788 . . . . .	12	787.3	3632
789—791 . . . . .	2	790	3816
791 и больше . . .	3	794.5	3345

Такимъ образомъ, таблица еще разъ подтверждаетъ, что давленіе измѣняется въ направленіи, обратномъ метану.

Количество выданнаго въ смѣну угля отражается на метанѣ, какъ показываетъ табл. 3-я, значительно слабѣе, чѣмъ давленіе и, притомъ, въ направленіи обратномъ.

Таблица 3-я.

Промежутки добычи	Число случаевъ	Средняя добыча въ смѣну въ луд.	Среднее количество метана
0 . . . . .	14	0	3860
0—1000 . . . . .	3	671	3877
1000—2000 . . . . .	4	1688	3755
2000—3000 . . . . .	13	2592	3873
3000—4000 . . . . .	24	3592	3972
4000 и больше . . .	25	4492	4072

Микросейсмическими колебаніями 1-го рода называются отмѣчаемыя сейсмографами, правильныя

и ритмичныя пульсаціи земной коры; по выраженію кн. Голицына \*), пульсаціи эти „производятъ впечатлѣніе того, какъ будто вся земля дышетъ“. Причины этихъ пульсаціи до сихъ поръ не выяснены. Колебанія эти вызываютъ нѣкоторое смѣщеніе слоевъ земной коры по абсолютной величинѣ, вообще говоря, очень небольшое. Можно думать, что вліяніе этихъ колебаній на выдѣленіе метана будетъ тѣмъ сильнѣе, чѣмъ больше ихъ энергія; допустивъ, что эти колебанія вполне правильны (напр. синусоидальны), можно принять энергію ихъ колебаній прямо пропорціональной произведенію квадратовъ амплитудъ и обратно пропорціональной квадрату періода. Произведеніе квадратовъ амплитудъ, дѣленное на квадратъ періода представляетъ, вообще говоря, весьма малую дробь, поэтому взяты были для удобства величины въ  $10^8$  разъ большія; это можно сдѣлать было потому, что абсолютная величина дробей не играетъ роли, значеніе имѣеть лишь отклоненіе отъ средней величины (сопоставленіе энергіи микросейсмъ и количества метана дано въ таблицѣ 4-й.

Таблица 4 я.

Промежутки для энергіи	Число случаевъ	Средняя энергія колебаній	Среднее количество метана
0—100 . . . . .	44	21	4006
400—1000 . . . . .	14	405	3832
1000—10.000 . . . . .	12	3257	3929
10.000 и больше . . . . .	13	53680	3930

Промежутки пришлось взять не равныя, такъ что энергія возрастаетъ очень быстро; количество метана мѣняется мало, и притомъ въ обратномъ направленіи, чѣмъ можно было бы ожидать; съ возрастаніемъ энергіи количество метана немного падаетъ; вѣроятно, это объясняется просто малымъ количествомъ опытовъ. Чтобы вполне рѣшить вопросъ о связи микросейсмъ съ выдѣленіемъ метана, необходимо собрать данныхъ значительно больше, чѣмъ было въ нашемъ распоряженіи; большое количество анализовъ, въ связи съ особо тщательной ихъ постановкой, уменьшило бы значеніе индивидуальныхъ ошибокъ каждаго опыта и уравнило бы вліяніе другихъ факторовъ; но для этого надо

\*) Кн. Б. Голицынъ. Лекціи по сейсмометріи стр. 203 и дальше.

имѣть данныя не за 43 дня, какъ у насъ, а можетъ быть за годъ, или даже за нѣсколько лѣтъ. Во всякомъ случаѣ, изъ нашихъ наблюденій можно заключить, что вопросъ о связи микросейсмическихъ колебаній 1-го рода съ выдѣленіемъ метана имѣеть въ настоящее время, и вѣроятно, довольно долго будетъ имѣть и въ будущемъ, только чисто теоретическій интересъ, практическаго же значенія для предсказанія сильныхъ выдѣленій газа онъ въ настоящее время имѣть не можетъ \*); болѣе вѣрнымъ показателемъ въ данномъ случаѣ является барометрическое давленіе.

Микросейсмъ II-го рода, несомнѣнно, измѣняются параллельно съ количествомъ газа.

Эти микросейсмъ отличаются менѣе правильнымъ характеромъ колебаній и большимъ періодомъ, по сравненію съ микросейсмъ I-го рода, и вызываются, повидимому, явлениями мѣстнаго характера, напр. вѣтромъ и т. п. Въ бюллетеняхъ сейсмической станціи эти микросейсмъ опредѣляются лишь обозначеніями „слабы“, „значительны“ и т. п. Чтобы связать эти колебанія съ выдѣленіемъ метана, обозначеніямъ бюллетеней были приданы условныя баллы: „слабы“—1, „значительны“—2, „сильны“—3, „рѣзки“—4, и затѣмъ данныя были просчитаны обычнымъ способомъ.

Въ табл. 5-ой, гдѣ этотъ просчетъ данъ, вошли анализы не по смѣнамъ, какъ раньше, а всѣ 326 анализовъ по часамъ.

Таблица 5-я.

Число анализовъ	Микросейсмъ II рода	Среднее выдѣленіе газа	Среднее давленіе для тѣхъ же анализовъ.
24 . . . . .	1	3952	785.1
204 . . . . .	2	3901	783.4
86 . . . . .	3	4062	781.4
12 . . . . .	4	4150	781.3

Слѣдующая таблица 6-я даетъ вѣроятное объясненіе такого вліянія микросейсмъ II-го рода: микросейсмъ эти связаны сами съ давленіемъ; поэтому понятна и связь ихъ съ количествомъ метана.

\*) См. Гамовъ. Вліяніе микросейсмическихъ колебаній и атмосферн. давл. на выдѣленіе гремучаго газа. С.П.Б. 1913 г.

Таблица 6-я.

Промежутки давленія	Число анализѡвъ	Среднее давленіе	Среднія значенія для микросейсмъ II рода
769—773 . . . . .	2	770.5	3
774—776 . . . . .	9	775.3	2.89
777—779 . . . . .	46	778.7	2.39
780—782 . . . . .	123	781.2	2.37
783—785 . . . . .	80	784	2.12
786—788 . . . . .	46	787.3	2.04
789—791 . . . . .	6	789.7	2.17
792 и больше . .	14	794.1	1.93

Таблица 7-я показываетъ выдѣленіе метана, а также углекислоты, въ разные часы сутокъ. Для этого подсчета праздники исключены, взяты только будніе дни. Давленіе, какъ видно изъ таблицы, болѣе или менѣе выравнилось и вліять не могло.

Таблица 7-я.

Часы	Количество метана	Количество углекислоты	Давленіе
0	4017	1840	782,8
3	4013	1798	783
6	4007	1701	782,5
9	4012	1901	782
12	4004	1905	783

Часы	Количество метана	Количество углекислоты	Давленіе
15	3954	1824	782,5
18	3896	1747	782,7
21	3919	1825	782,8
24	4017	1840	782,8

Такимъ образомъ метанъ выдѣляется довольно ровно съ 12 ч. ночи до 12 ч. дня; послѣ 12 час. дня количество его падаетъ. Это, быть можетъ, можно объяснить тѣмъ, что около 4 часовъ дня производилось паленіе бурѡвъ.

Углекислота даетъ два максимума въ 12 час. ночи и въ 12 час. дня и два минимума въ часы смѣнъ, въ 6 ч. утра и въ 6 час. вечера, такъ что количество ея явно находится въ зависимости отъ числа людей.

Въ заключеніе считаемъ необходимымъ выразить свою глубокую благодарность завѣдывавшимъ шах. „Иванъ“ горнымъ инженерамъ А. К. Воликовскому и И. П. Ветошкину за весьма внимательное и любезное отношеніе къ нашей работѣ, въ частности И. П. Ветошкину за помощь при собираніи нужныхъ для работы свѣдѣній о добычѣ и т. п., а также Н. Н. Черницыну за рядъ цѣнныхъ для работъ указаній и совѣтовъ.

Ник. Ювенальевъ.

## Реомойка системы Габэ и Франса (Habets et France).

(la technique moderne 19 i/vn 14).

Устройство углемоекъ требуетъ обыкновенно большихъ расходовъ по установкѣ и содержанію таковыхъ, а также значительную рабочую силу, что не по карману всякому углепромышленнику. Г.г. Габэ и Франсъ рѣшили экономически этотъ вопросъ предложивъ реомойку отличающуюся простотой конструкции и дешевизной. Реомойка была построена компаніей Файвъ-Лилль (Fives-Lille) во Франціи.

Принципъ ея слѣдующій:

Уголь увлекается струею воды въ наклонномъ корридорѣ С, фиг. 1. Корридоръ С снабженъ щелью А черезъ которую подводится струя воды

Фиг. 1.



Схема показывающая путь по которому уносится кам. уголь.

подъ известнымъ напоромъ не позволяющему углю проваливаться въ щель.

Въ щель проваливается только пустая порода которая тяжелѣе угля. Такимъ образомъ происходитъ отдѣленіе угля отъ породы. На практикѣ

реомойка располагается как указываетъ схема фиг. 2.

Фиг. 2.

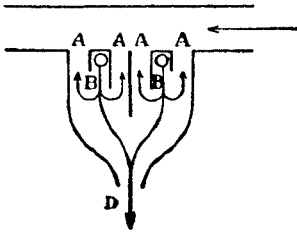


Схема расположения щелей.

Аппаратъ имѣетъ нѣсколько отдѣлительныхъ щелей. Вода входя черезъ трубы В поднимается въ щели А и отгаливаетъ уголь своимъ давленіемъ отъ щелей. Пустая порода какъ болѣе тяжелая проваливается въ щель и уносится избыткомъ стекающей воды черезъ D. Вода необходимая для мойки находится въ бакѣ емкостью 10—15 кубическихъ метровъ и поверхность воды поддерживается въ немъ постоянной.

Давленіе воды въ аппаратѣ должно быть отъ 6—7 метровъ. Регулированіе аппарата производится клапаномъ закрывающимъ отверстіе D.

Производительность аппарата значительная.

Одна бельгійская копь, на которой дѣйствуетъ аппаратъ съ 4-мя отдѣлительными щелями, промываетъ въ часъ 35t мелкаго угля до 8m/m очищая 75% пустой породы.

Реомойка имѣетъ большія преимущества: простота и легкость установки, низкую стоимость устройства, содержанія и рабочей силы.

Интересно примѣненіе реомойки въ копяхъ уже оборудованныхъ углемойками, для увеличенія производительности послѣднихъ.

На жолобѣ подводящемъ воду къ углемойкѣ, устанавливають реомойку, благодаря которой, углемойкѣ остается только домыватъ промытый реомойкой уголь, вслѣдствіе чего производительность углемойки значительно повысится.

Реомойки установлены въ Бельгійи на копяхъ Эсперансъ, Бонфортюнь, (l'Esperance, Bonne Fortune) и въ Падекалэ на копяхъ Дуржь (Douorges).

*Горн. инж. Тумановъ.*

## Устройства для смѣшиванія углей разныхъ сортовъ для цѣлей коксованія.

(Kohlenmischanlagen, Mélangeurs).

Чрезвычайно возросшее за послѣдніе годы міровое производство желѣза вызываетъ большую нужду въ коксѣ, который въ настоящее время не можетъ уже получаться исключительно изъ однихъ лишь коксовыхъ углей, какъ въ прежнее время. Въ силу необходимости приходится раздвинуть границы углей, годныхъ для коксованія, до газовыхъ, съ съ одной стороны, и тощихъ, съ другой. Но для полученія при этомъ кокса удовлетворительныхъ качествъ должны быть приняты опредѣленные мѣры, которыя заключаются 1) въ соотвѣтственно-приспособленной конструкціи коксовыхъ печей, 2) въ измѣненіи физическаго характера угля (уплотненіе угольной насадки путемъ трамбованія) и, наконецъ, 3) въ измѣненіи химическаго состава угля путемъ подмѣшиванія къ нему углей другихъ сор-

товъ. Вопросъ о смѣсяхъ углей для коксованія имѣетъ особенное значеніе для Донецкаго бассейна, въ которомъ запасы коксовыхъ углей незначительны и гдѣ вообще курныхъ углей вдвое меньше, чѣмъ тощихъ виѣстѣ съ антрацитами.

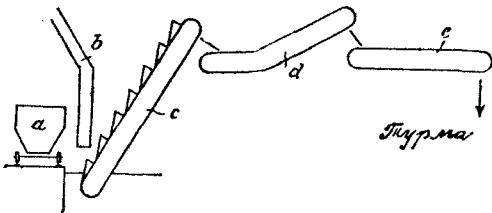
При смѣшиваніи углей разныхъ сортовъ, имѣющимъ своей цѣлью улучшение скверныхъ качествъ одного сорта насчетъ хорошихъ качествъ другого, всегда приходится заботиться о смѣшиваніи углей разныхъ сортовъ по возможности въ всегда одинаковой пропорціи, дабы обезпечить коксовымъ печамъ загрузку угля одного и того же химическаго состава.

Устройства для смѣшиванія углей разныхъ сортовъ для цѣлей коксованія появились въ Германіи уже давно (одно изъ первыхъ устройствъ подоб-



наго рода было построено фирмой Humboldt уже в 90-ых годах), но особенное распространение они получили в последние 5 летъ. При всѣхъ этихъ устройствахъ количества смѣшиваемыхъ отдѣльныхъ сортовъ чаще всего отбираются при помощи особыхъ вращающихся столовъ (Abstreich, —Verteilungs,—rotierende—Teller); либо указаннымъ способомъ отбирается опредѣленное количество лишь одного сорта угля, количество же другого автоматически регулируется тѣмъ путемъ, что смѣсь углей транспортируется при помощи устройства опредѣленной емкости, напримѣръ, при помощи норіи.

Весьма простое и остроумное приспособленіе, основанное на второмъ принципѣ, мнѣ пришлось видѣть на рудникѣ Concordia в Oberhausen'ѣ (фиг. 1).



Фиг. 1. Схема устройства для смѣшивания углей на руд Конкордія.

Здѣсь имѣется мойка старой конструкціи, устроенная фирмой Schüchtermann und Kremer лѣтъ тридцать тому назадъ, которая дала возможность воспользоваться для смѣшивания разныхъ углей послѣдовательнымъ направленіемъ смѣсы на различныя транспортныя ленты (транспортеры), норіи и т. д. Привозный уголь, доставляемый въ вагонахъ съ такъ называемой автоматической разгрузкой (фирма Openstein und Koppel, Arthur Koppel въ Берлинѣ, емкостью въ 20 тоннъ угля каждый), разгружается въ теченіе опредѣленного времени, такъ что опредѣленное количество угля попадаетъ въ опредѣленный промежутокъ времени въ бункеръ норіи с; остающаеся въ каждомъ ковшѣ норіи мѣсто заполняется непрерывно притекающимъ изъ мойки по желобу в собственнымъ углемъ.

Производительность норіи—60 тоннъ въ часъ.

Послѣдовательное перемѣщеніе угля изъ норіи с на транспортеры d и e и, наконецъ, въ турму спо-

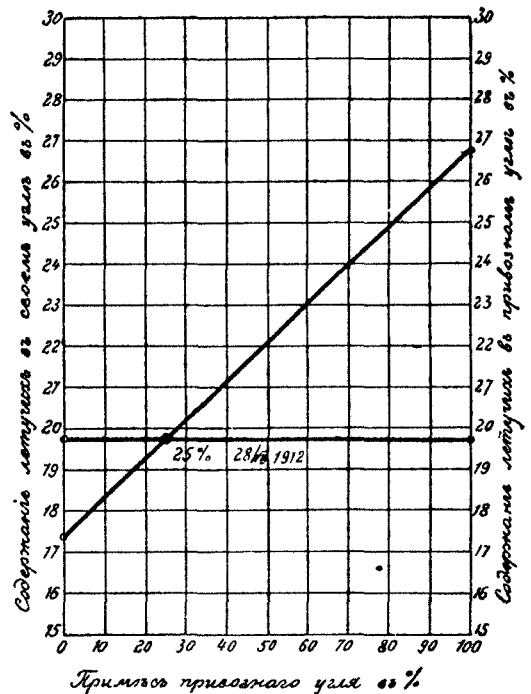
собствуетъ достаточно хорошему перемѣшиванію, такъ что конечный продуктъ можно считать практически однороднымъ.

Рядъ пробъ, взятыхъ въ различныхъ мѣстахъ, далъ слѣдующія максимальныя разницы въ содержаніи летучихъ веществъ:

въ норіи с . . . . .	4,87%
на транспортерѣ d . . . . .	2,54%
„ е . . . . .	1,21%
въ турмѣ . . . . .	0,68%

Уголь рудника Concordia имѣетъ 16—17% летучихъ веществъ, привозный же уголь 25—27%. Смѣшиваются они въ отношеніи 75 : 25, такъ, чтобы смѣсь имѣла около 20% летучихъ. Содержаніе золы въ смѣси углей 6,4—7,2%, содержаніе золы въ коксѣ 8—9%.

Для быстрого опредѣленія процентнаго отношенія въ смѣси своего и привознаго угля на основаніи производящихся ежедневно трехъ опредѣлений содержанія летучихъ въ своемъ, привозномъ углѣ и въ смѣси ихъ пользуются графикомъ (фиг. 2).



Фиг. 2. Графикъ для быстрого опредѣленія пропорцій углей для смѣсы

На лѣвой сторонѣ графика нанесено процентное содержаніе летучихъ въ собственномъ углѣ, на правой—въ привозномъ углѣ и на обѣихъ сторонахъ процентное содержаніе летучихъ въ смѣси. Если соединить прямыми линиями обѣ первыхъ точки и обѣ послѣднихъ, то абсцисса точки пересѣченія укажетъ процентное содержаніе привознаго угля въ смѣси.

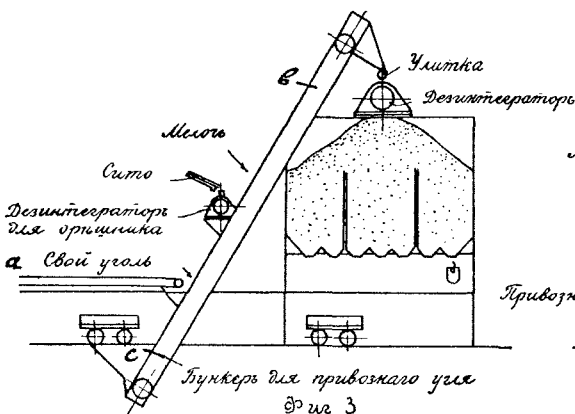
Это простое устройство успѣшно работаетъ уже въ теченіе 3 лѣтъ. Въ скоромъ времени здѣсь будетъ построена новая мойка и при ней устройство для смѣшиванія углей по схемѣ фиг. 10. Нужно сказать, что прежде для коксованія употреблялся свой уголь съ 16—17% летучихъ, но

ввиду его сильной вспучиваемости, что вело къ быстрому разрушенію коксовыхъ печей, пришлось примѣшивать къ нему привозный уголь съ 26—27% летучихъ. Коксовые печи системы д-ра Otto.

Чтобы дать представленіе о различныхъ устройствахъ для смѣшиванія углей для пѣлей коксованія, приведемъ схемы этихъ устройствъ въ конструкціяхъ фирмъ 1) Baum, 2) Humboldt, 3) Mèguin, 4) Klöppe и 5) Schüchtermaun und Kremer \*).

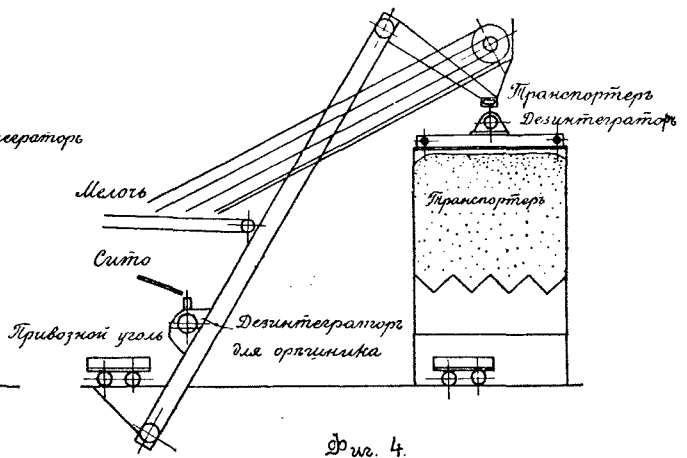
На фиг. 3 и 4 изображены схемы конструкціи фирмы Баумъ.

На фиг. 3 по транспортеру а въ норію b доставляется свой уголь, привозный же уголь изъ желѣзнодорожныхъ вагоновъ выгружается въ бун-



Фиг. 3

Схема конструкціи фирмы Баумъ



Фиг. 4

керъ с. Орѣшникъ можетъ быть предварительно измельченъ въ дезинтеграторѣ, сухая же мелочь (пыль) подводится къ норіи отдѣльно. Улитка распредѣляетъ затѣмъ всю угольную массу на нѣсколько дезинтеграторовъ, гдѣ уголь подвергается дальнѣйшему перемѣшиванію.

Подобное же устройство и той же фирмы изображено на фиг. 4. Здѣсь главное количество своего угля подводится при помощи особаго транспортера непосредственно къ дезинтегратору, норія же доставляетъ привозный уголь, измельченный орѣшникъ или угольную мелочь.

Оба эти устройства являются не столько спе-

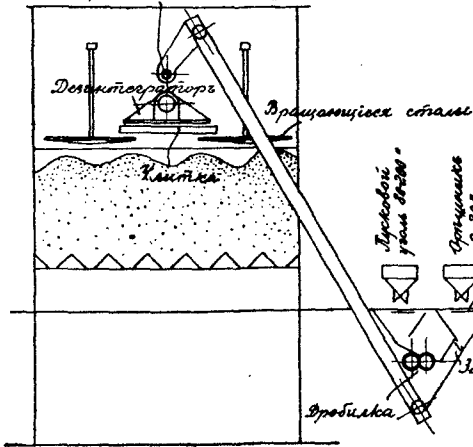
ціально меланжерами, сколько отдѣльной частью углемоекъ.

Устройство, дающее возможность измельчать кусковой уголь и смѣшивать его съ орѣшникомъ или мелочью, изображено на фиг. 5 и 6.

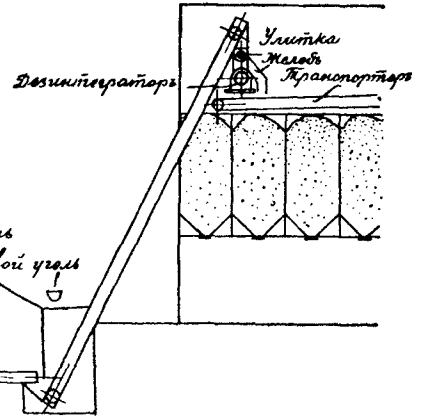
При полной нагрузкѣ норіи слѣдуетъ въ опредѣленное время поводить къ норіи опредѣленное количество одного сорта угля, чѣмъ уже автоматически регулируется примѣшиваемое количество второго сорта.

\*) Dr. F. Korten. Ueber Mischanlagen für Koks kohlen Kokereikommission. Bericht № 8. 29 November 1913.

Распределительная улитка



Фиг. 5

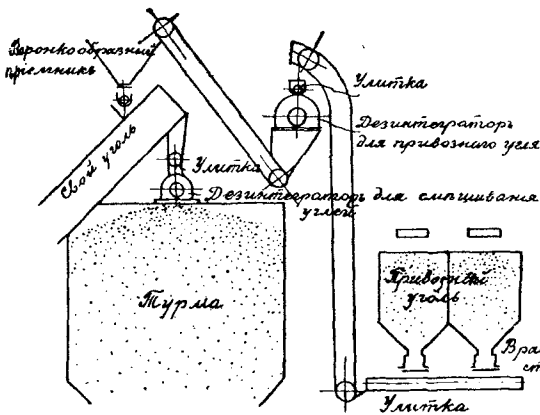


Фиг. 6

Схема конструкции фирмы Губольдт.

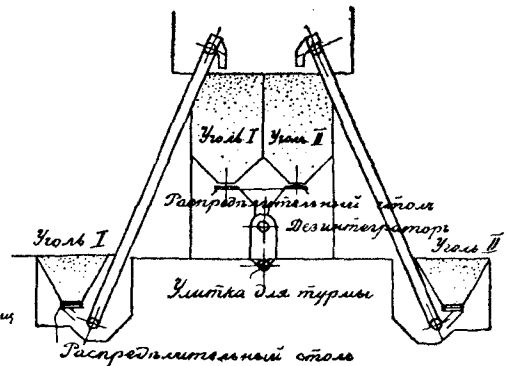
Устройство на фиг. 6 дает возможность держать большой запас привозного угля для постоянного примѣшиванія его къ своему углю изъ мойки и распределенія смѣси по турмамъ. И здѣсь

соотвѣствующимъ регулированіемъ скорости улитки можно установить количество притекающаго въ единицу времени къ норіи привознаго угля, свой же уголь нагружаетъ норію до полной нагрузки.



Фиг. 7

Схема конструкции фирмы Мегуин



Фиг. 8.

Схема конструкции фирмы Келлине

На фиг. 7 изображена схема конструкции фирмы Мегуин. Привозный уголь изъ углехранилищъ при помощи вращающихся столовъ, улитки и норіи

подводится къ дезинтегратору для измельченія. Затѣмъ помощью второй норіи подается въ воронкообразный пріемникъ, изъ котораго примѣшивается

къ своему углю, идущему съ мойки, въ смѣси съ которымъ онъ снова идетъ въ дезинтеграторъ, а затѣмъ въ турму.

Въ конструкціи фирмы Кіппе (фиг. 8) сорта углей I и II разгружаются въ бункера, изъ которыхъ они помощью вращающихся столовъ доставляются къ норіямъ, подающимъ ихъ въ двѣ сосѣднія турмы. Подъ каждой турмой находится также

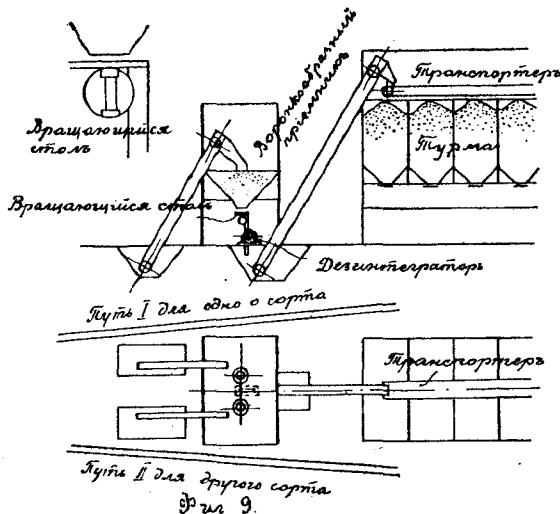


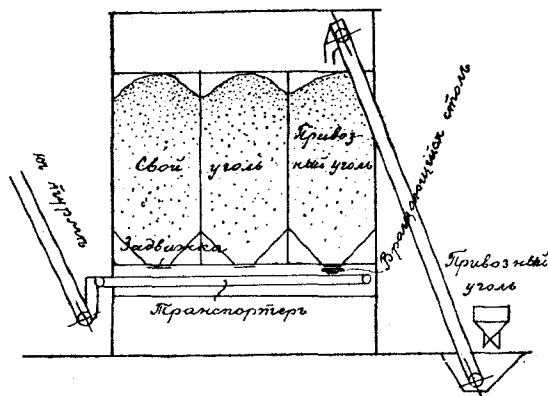
Схема конструкции фирмы Шюхтерманн и Кремер.

На фиг. 9 изображена схема конструкции фирмы Schüchtermann und Kremer. Оба смѣшиваемыхъ сорта, доставляемые по путямъ I и II, помощью норій подаются въ особые воронкообразные приемники, изъ которыхъ помощью вращающихся столовъ подводятся въ дезинтеграторъ, изъ котораго при посредствѣ норіи смѣсь углей попадаетъ въ турму.

На фиг. 10 изображена схема другой конструкции той же фирмы. Привозный уголь автоматически разгружается въ бункеръ и помощью норіи доставляется въ отдѣленіе турмы, изъ котораго помощью вращающихся столовъ въ опредѣленномъ количествѣ попадаетъ на общій транспортеръ, доставляющій также и свой уголь къ турмѣ коксовыхъ печей. Норія, подающая уголь въ турму коксовыхъ печей, имѣетъ опредѣленную предѣльную емкость, чѣмъ

вращающийся столъ, который подаетъ въ дезинтеграторъ опредѣленное количество угля; изъ дезинтегратора смѣсь углей помощью улитки направляется въ турму.

Это устройство, въ противоположность двумъ вышеописаннымъ конструкціямъ, можетъ быть применено независимо отъ углемоекъ, т. е. также на отдѣльныхъ коксовыхъ фабрикахъ.



Фиг. 10

Схема конструкции фирмы Шюхтерманн и Кремер.

и опредѣляется количество идущаго въ смѣсь своего угля.

Вышеописанныя устройства работают либо при помощи вращающихся столовъ, либо дезинтеграторовъ, либо совместно при помощи тѣхъ и другихъ. Если къ хорошо спекающемуся углю, но сильно вспучивающемуся прибавляется болѣе богатый газами жирный уголь, то не требуется такого тщательнаго перемѣшиванія, и можно при этомъ обойтись безъ дезинтеграторовъ. При примѣси же къ газовому углю плохо спекающагося тощаго необходимо самое тщательное перемѣшиваніе при помощи дезинтегратора. Сильно газовый уголь, какъ извѣстно, даетъ очень пористый, пѣнящийся и часто очень ломкій коксъ. Качество этого кокса можетъ быть значительно улучшено примѣсью тощаго угля, дѣлающаго коксъ болѣе плотнымъ. Въ данномъ слу-

чаѣ необходимо возможно болѣе тѣсное тщательное перемѣшиваніе, что едва ли достижимо безъ дезинтегратора. Неравномѣрное примѣшиваніе тошаго угля имѣетъ своимъ послѣдствіемъ, что въ мѣстахъ, заключающихъ слишкомъ много тошаго угля, образуется шовъ, по которому коксъ распадается на куски.

Такъ въ Völklingen'ѣ для улучшения качества саарбрюкенскаго угля примѣшиваютъ къ нему при коксованіи антрацитъ изъ рейнско-вестфальскаго бассейна, при чемъ получается коксъ болѣе твердый. Прежде примѣнялось устройство для смѣшиванія, аналогичное изображенному на фиг. 1, гдѣ угли смѣшивались при помощи норій и транспортеровъ. Но такое смѣшеніе оказалось недостаточнымъ, пришлось прибѣгнуть къ помощи дезинтеграторовъ, и устройство получило видъ, изображенный на схемѣ фиг. 7.

Что касается качества газа и побочныхъ продуктовъ коксованія, то слѣдуетъ сказать, что примѣсь тошаго угля уменьшаетъ выходъ смолы и бензола; выходъ амміака остается тотъ же.

Количество газа также нѣсколько уменьшается, но качество его не ухудшается, такъ что въ Völklingen'ѣ этотъ газъ изъ коксовыхъ печей служитъ свѣтильнымъ газомъ.

Изъ осматрѣнныхъ мною устройствъ \*) приведу описаніе слѣдующихъ:

1) *Устройство фирмы Баумъ на рудникъ Bonifacius Gelsenkirchen-Bergwerk-Aktien Gesellschaft у станціи Kraay Nord (недалеко отъ Эссена).*

Здѣсь для коксованія употребляютъ смѣсь изъ 15% тошаго угля (Esskohle) съ 14% летучихъ и 85% жирнаго угля (Fettkohle съ 19—20% летучихъ и Flammkohle съ 24% смѣшивается приблизительно пополамъ еще на самой мойкѣ), такъ что смѣсь имѣетъ летучихъ 20—21%. Коксъ получается первосортный доменный.

Привозный уголь (тощій) изъ автоматически разгружающихся вагоновъ попадаетъ въ бункера С и Д, емкостью каждый въ 40 тоннъ, черезъ рѣшетчатый настиль надъ ними. Свой же уголь разгружается въ такіе же рядомъ находящіеся бункера А и В. Затѣмъ оба сорта угля помощью находящихся подъ бункерами двигающихся столовъ, транспортеровъ и норій подаются въ самый верхній

этажъ и здѣсь помощью транспортера распределяются на два дезинтегратора, гдѣ измельчаются и перемѣшиваются.

Производительность каждаго дезинтегратора 100 тоннъ мелочи и 75 тоннъ орѣшника въ часъ. Затѣмъ помощью транспортеровъ уголь распределяется по турмамъ.

Коксовая печи—съ рекуперацией побочныхъ продуктовъ. Выходъ амміака 1,3% (на безводный уголь), смолы 3%, бензола 0,8%.

Стоимость этихъ устройствъ въ Вестфалии:

I) Зданіе турмы:

а) само зданіе . . . . . 13160 М К

б) машинное оборудов. 85570 „ „ 98730 М К

II. Бункера норій:

а) само зданіе . . . . . 12740 М К

б) машинное оборудов. 22057 „ „ 34797 М К

III) Электрическая часть. . . . . 14432 М К

IV) Устройство для отоп-

ленія . . . . . 3500 „ „

Всего . . . . . 151459 марокъ.

2) *Устройство фирмы Schüchtermann und Kremer на коксовыхъ печахъ при доменномъ завадѣ Hörder Hochofenwerk der Aktien Gesellschaft Phönix, Abt. Hörder Verien въ Hörde возлѣ Дортмундта.*

Для полученія доменнаго кокса для надобностей своихъ доменъ здѣсь примѣняютъ смѣсь жирнаго и тошаго угля въ отношеніи 1:1. Оба сорта угля—мытый уголь Тощій уголь содержитъ 14—15% летучихъ (на безводный уголь), влаги около 12%, золы отъ 7—11%. Такъ уголь Schleswig содержитъ 12,89% влаги и 10,40% золы, а уголь Holstein 12,08% и 10,90% золы. Жирный уголь содержитъ летучихъ 21—22%, влаги отъ 5—12% и золы 5—7%. Такъ угли Gelsenkirchen содержатъ влаги—11,68% и золы 6,3% или влаги 5,27%, золы 7,05% или влаги—6,35% и золы 6,90%, или влаги 5,34% и золы 5,10%. Коксъ содержитъ около 10% золы. Печи системы Otto-Collin съ видоизмѣненіемъ директора завода.

Для каждаго сорта угля имѣется свой бункеръ, черезъ рѣшетчатый настиль котораго могутъ одновременно разгружаться два вагона. Помощью находящагося подъ бункеромъ вращающагося стола и норіи каждый сортъ попадаетъ въ свой особый воронкообразный приѣмникъ, изъ котораго помощью

\*) Чертежи устройствъ напечатаны на отдѣльныхъ листахъ въ концѣ статьи.

вращающихся столовъ подается въ дезинтеграторъ, а отсюда помощью общей норіи подымается въ самый верхній этажъ, откуда помощью двухъ желобовъ попадаетъ на два вращающихся стола, общая вмѣстимость котораго около 1150 тоннъ.

Стоимость устройства: зданіе—50000 марокъ, машинное оборудованіе 60 тысячъ марокъ, всего 110000 марокъ. Расходъ силы 120 PS, при чемъ дезинтеграторъ работаетъ, не какъ измельчитель, но лишь какъ перемѣшиватель (внутренняя коробка вынута); въ противномъ случаѣ расходъ силы больше.

3) Устройство фирмы *Schüchtermann und Kremer* на доменномъ заводовъ „*Friedrich-Wilhelm Hütte*“ въ *Mülheim-Ruhr* О-ва *Deutsch-Luxemburgische Bergwerks und Hütten Gesellschaft*.

Для получения кокса смѣшиваютъ до пяти сортовъ угля съ содержаніемъ летучихъ соединений отъ 15 до 25<sup>0</sup>/<sub>100</sub>. Смѣсь должна содержать въ среднемъ 22<sup>0</sup>/<sub>100</sub> летучихъ. Для избѣжанія по возможности колебаній въ содержаніи летучихъ въ смѣси берутся въ началѣ перемѣшиванія, а затѣмъ время отъ времени среднія пробы по выходѣ изъ дезинтегратора, и въ зависимости отъ данныхъ анализа измѣняютъ соотношеніе сортовъ въ смѣси. Доменный коксъ получается однороднаго качества, также и газъ получается настолько однороднаго и хорошаго качества, что онъ отпускается городу *Mülheim* у въ качествѣ свѣгильнаго газа. Собственно говоря, всѣ смѣшиваемые сорта сводятся къ тремъ:

Сортъ А—тощій (вѣрнѣ полужирный) уголь—сильно вспучивающійся съ 14—16<sup>0</sup>/<sub>100</sub> летучихъ и 9<sup>0</sup>/<sub>100</sub> золы.

Сортъ В\*) жирный уголь съ 22—27<sup>0</sup>/<sub>100</sub> летучихъ и 6<sup>0</sup>/<sub>100</sub> золы.

Сортъ С—такъ называемый нейтральный уголь—съ 19—21<sup>0</sup>/<sub>100</sub> летучихъ и 6,3<sup>0</sup>/<sub>100</sub> золы.

Сорта А, В и С смѣшиваются въ отношеніи 1:1:1.

Влажность смѣси—8—14<sup>0</sup>/<sub>100</sub>, зольность смѣси—6,5—7<sup>0</sup>/<sub>100</sub>.

Зольность кокса не болѣе 9<sup>0</sup>/<sub>100</sub>. Печи системы Копперса отапливаются смѣсью колошниковыхъ и своихъ газовъ. Суточная загрузка коксовыхъ печей—960 тоннъ. Заводъ даетъ газъ изъ коксовыхъ пе-

\*) Сортъ В составляется изъ коксоваго угля съ 22% лет. и 5—6% золы и жирнаго угля съ содерж. летучихъ 26—27% и 6,5% золы.

чей для освѣщенія города, собирая этотъ газъ въ опредѣленные часы.

При прибытіи желѣзнодорожныхъ вагоновъ изъ нихъ берутся пробы, на основаніи анализа которыхъ раздѣляютъ отдѣльные сорта, которыя и разгружаются въ отдѣльные бункера. Вмѣстимость бункеровъ около 900 тоннъ, т. е. около 60 вагоновъ по 15 тоннъ вмѣстимостью. Для разгрузки примѣняется вагонный опрокидыватель.

Въ первомъ этажѣ помѣщается дезинтеграторъ, гдѣ уголь окончателно перемѣшивается, а затѣмъ смѣшанный уголь подымается наверхъ и распределяется по турмамъ.

Производительность устройства въ 1 часъ:

Въ верхнія турмы-хранилища подымаетъ 100 тоннъ, перемѣшиваетъ 65 тоннъ угля на каждой сторонѣ, всего, слѣдовательно, 130 тоннъ.

Вмѣстимость турмъ для смѣси углей 1600 тоннъ.

„ „ „ несмѣшаннаго угля 1600 тоннъ.

Производительность дезинтегратора—70 тоннъ въ 1 часъ, при чемъ 60<sup>0</sup>/<sub>100</sub> измельченнаго угля имѣетъ крупность зерна < 1 мм.

Для приведенія въ движеніе устройства имѣется пять электромоторовъ: по одному въ 25 PS, 40 PS и 150 PS и 2 по 30 PS. Опрокидыватель приводится въ дѣйствіе электромоторомъ въ 20—25 PS.

Привожу также описаніе слѣдующихъ меланжеровъ.

4) Устройство для смѣшиванія углей разныхъ сортовъ на коксовыхъ печахъ въ *Moyeuve* О-ва *Les Petits Fils de Fois de Wendel et Cie, Hayingen* (конструкція фирмы *Schüchtermann und Kremer*).

Устройство состоитъ изъ двухъ одинаковыхъ системъ. Общія обѣмъ системамъ части: путь для подвозки угля и опрокидыватель—расположены въ центрѣ. Симметрично относительно подъѣзднаго пути находятся имѣющіяся въ двойномъ числѣ устройства, какъ транспортныя, турмы для храненія смѣшанныхъ углей, распределительныя устройства.

При помощи опрокидывателей уголь изъ вагоновъ разгружается въ бункера, изъ которыхъ непрерывно при помощи вращающихся столовъ и отгребателей подводится къ норіямъ, а затѣмъ транспортерамъ, откуда уголь попадаетъ въ турмы.

При помощи находящихся подъ турмами вращающихся столовъ изъ турмъ отбирается опредѣ-

ленное количество каждого сорта и при посредствѣ транспортеровъ подается къ дезинтеграторамъ, гдѣ происходитъ измельченіе угля, послѣ чего измельченный уголь помощью норій и транспортеровъ распределяется въ различныя отдѣленія запасной турмы для смѣси углей. Изъ турмы помощью задвижекъ уголь нагружается въ вагончикъ, который можетъ быть доставленъ ко всякому выпускному отверстию турмы. Находящийся подъ вагончикомъ транспортеръ доставляетъ уголь изъ вагона въ опредѣленныхъ количествахъ, регулируемыхъ помощью передвигающейся въ вертикальномъ направленіи задвижки вагона, къ трамбовочному ящику.

При проектированіи этого устройства принято особенно во вниманіе то обстоятельство, чтобы оно продолжало функционировать даже при поломкахъ отдѣльныхъ частей.

Такъ въ случаѣ порчи вагоннаго опрокидывателя уголь можетъ быть разгруженъ въ бункера въ ручную. Или уголь можетъ быть прямо, минуя опрокидыватель, бункера съ распределительными столами и подъемнымъ устройствомъ, погруженъ въ ручную изъ вагоновъ на транспортеръ подъ бункерами.

Загрузка уже готовой смѣси углей изъ запасной турмы можетъ прямо происходить въ воронкообразныя вагонетки, минуя транспортеры.

Производительность каждой отдѣльной системы 40 тоннъ въ часъ.

Крупность измельченного угля—70—75% его имѣютъ крупность зерна меньше 2 мм.

*б) Устройство для смѣшиванія углей для коксованія на заводѣ Phönix возлѣ Kùpferdreh (конструкция фирмы Humboldt).*

Оба смѣшиваемыхъ сорта угля—жирный и тощій—разгружаются въ соответственные бункера А и В, откуда помощью норій 1 и 2 подаются въ турмы С и Д, подъ которыми находятся телескопообразныя переставляемыя трубы надъ вращающимися столами 3 и 4. Изъ этихъ столовъ жирный и тощій уголь въ опредѣленной пропорціи, регулируемой при помощи переставляющихся трубъ, падаетъ въ бункеръ норіи 5, помощью которой смѣсь углей подается или въ дезинтеграторъ (6) для тщательнаго внутренняго перемѣшиванія, или

непосредственно на транспортеръ (7), распределяющій уголь по отдѣленіямъ турмы Е. Изъ отверстій (8) смѣсь углей помощью задвижекъ загружается въ вагончики и отвозится къ печамъ.

Отдѣльныя части устройства приводятся въ движеніе помощью передачи отъ паровой машины въ 60 PS.

Производительность устройства: въ 1 часъ смѣшивается 85 тоннъ, 60 тоннъ жирнаго и 25 тоннъ тощаго угля.

Машинное оборудованіе, исключая паровой машины и желѣзныхъ конструкций, стоитъ 25.000 марокъ въ Кельнѣ-Калькѣ.

*б) Устройство для смѣшиванія углей для коксованія на рудникѣ „Kaiserstuhl II“ желѣзо- и сталелитейнаго завода Hôsch въ Дормундтѣ.*

(Конструкция фирмы Humboldt).

Устройство состоитъ изъ двухъ отдѣльныхъ совершенно одинаковыхъ системъ, изъ которыхъ работаетъ только одна, другая же находится въ запасѣ.

По путямъ I и II доставляются въ желѣзнодорожныхъ вагонахъ два различныхъ сорта угольной мелочи, по пути III—орѣшникъ и по пути IV кусковой уголь и опорожняются въ соответственные бункера А, В, С и Д.

Оба сорта угольной мелочи изъ бункеровъ А и В помощью вращающихся столовъ въ опредѣленной пропорціи подаются или а) на транспортеры (1), откуда помощью норій (2) доставляются въ турмы Е и F или в) на транспортеры (3) Орѣшникъ изъ бункера С и кусковой уголь изъ бункера Д подаются также на транспортеръ (3), при чемъ кусковой уголь подвергается предварительному измельченію на двухвальцовою дробилкѣ (4). Затѣмъ доставляемый транспортерами (3) матеріалъ помощью норій (5) попадаетъ въ транспортирующую улитку (6), двигающуюся въ правую и лѣвую сторону, а затѣмъ въ одинъ изъ дезинтеграторовъ (7), въ которомъ измельчается до желательной крупности зерна, послѣ чего поступаетъ въ турмы G и H.

Подъ турмами Е, F, G и H находятся телескопообразныя трубки и вращающіеся столы, помощью которыхъ указанные сорта углей въ жела-

емой пропорціи подводятся къ одной изъ двухъ перемѣшивающихъ улитокъ (8).

Готовая смѣсь помощью одной изъ норій (9) подается на одинъ изъ двухъ транспортеровъ (10), а затѣмъ помощью скатовъ (11) на одну изъ транспортирующихъ улитокъ (12) и затѣмъ на распределительные столы (13), откуда помощью переставляемыхъ отгребателей попадаетъ въ отдѣльные турмы J. Изъ турмы J готовая смѣсь помощью механически приводимыхъ въ движеніе загрузочныхъ вагонетокъ, содержащихъ каждая загрузку одной печи, доставляется къ коксовымъ печамъ.

Часовая производительность одной системы 18 тоннъ кускового угля (крупнѣе 80 мм.), 18 тоннъ орѣшника (отъ 10 до 80 мм.), измельчаемыхъ до крупности зерна ниже 10 мм., и 25 тоннъ угольной мелочи, всего нѣсколько больше 60 тоннъ при затратѣ силы въ 100 PS.

Отдѣльныя части устройства приводятся въ дѣйствіе электромоторами.

Машинное оборудованіе обѣихъ системъ (безъ стоимости электромоторовъ и желѣзной конструкции зданія) около 200.000 марокъ въ Кельнѣ-Калькѣ.

Слѣдуетъ указать, что меланжеры получаютъ все большее и большее распространеніе и вполнѣ

оправдали возлагавшіяся на нихъ надежды. Наибольше хорошо работаютъ меланжеры, смѣшивающіе два либо три сорта углей. Меланжеры же, конструированные для смѣшиванія большаго количества сортовъ, напримѣръ, для пяти сортовъ, какъ въ Müllheim-Ruhr, слишкомъ сложны и требуютъ самого тщательнаго наблюденія во все время функционированія ихъ. Поэтому въ Müllheim-Ruhr подобное устройство безъ всякихъ переустройствъ примѣняется для смѣшиванія лишь трехъ сортовъ, какъ выше описано. Если при смѣшиваніи мелкихъ углей получается хорошій коксъ и безъ предварительнаго измельченія въ дезинтеграторѣ, то дезинтеграторъ примѣняется лишь для болѣе тѣснаго перемѣшиванія (какъ, напримѣръ, въ Hörde), что влечетъ за собою большую экономію въ расходѣ силы.

Трамбованіе угольной загрузки въ Вестфалии не практикуется. Примѣняется оно въ Саарбрюкенскомъ районѣ. Но въ послѣнее время тамъ начинаютъ замѣнять трамбованіе измельченіемъ угля при помощи дезинтеграторовъ, такъ какъ при этомъ получается коксъ лучшаго качества.

(При трамбованіи же коксъ часто получается трещиноватый по той причинѣ, что при этомъ на единицу объема угольной загрузки приходится большее количество газовъ).

*Л. Эберлингъ.*

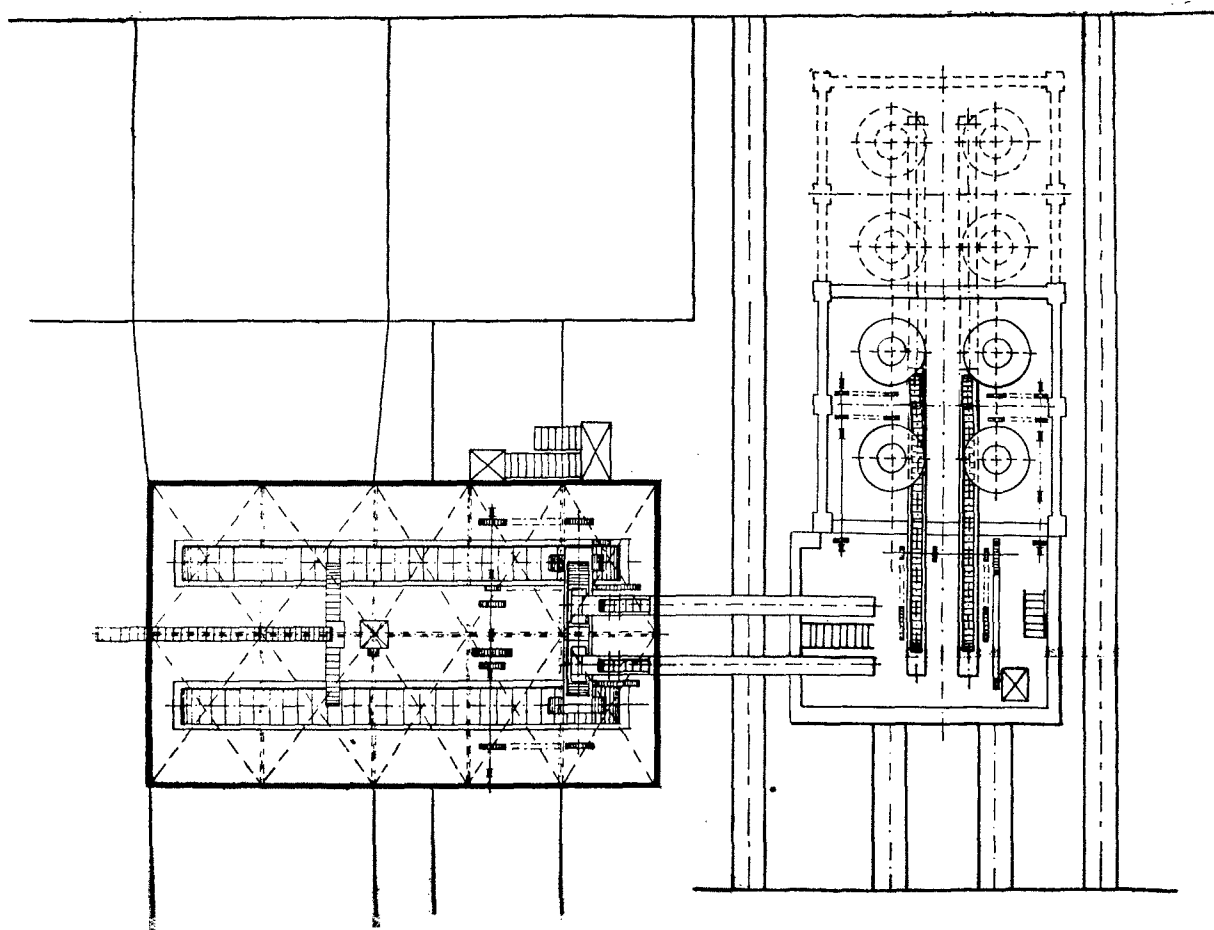
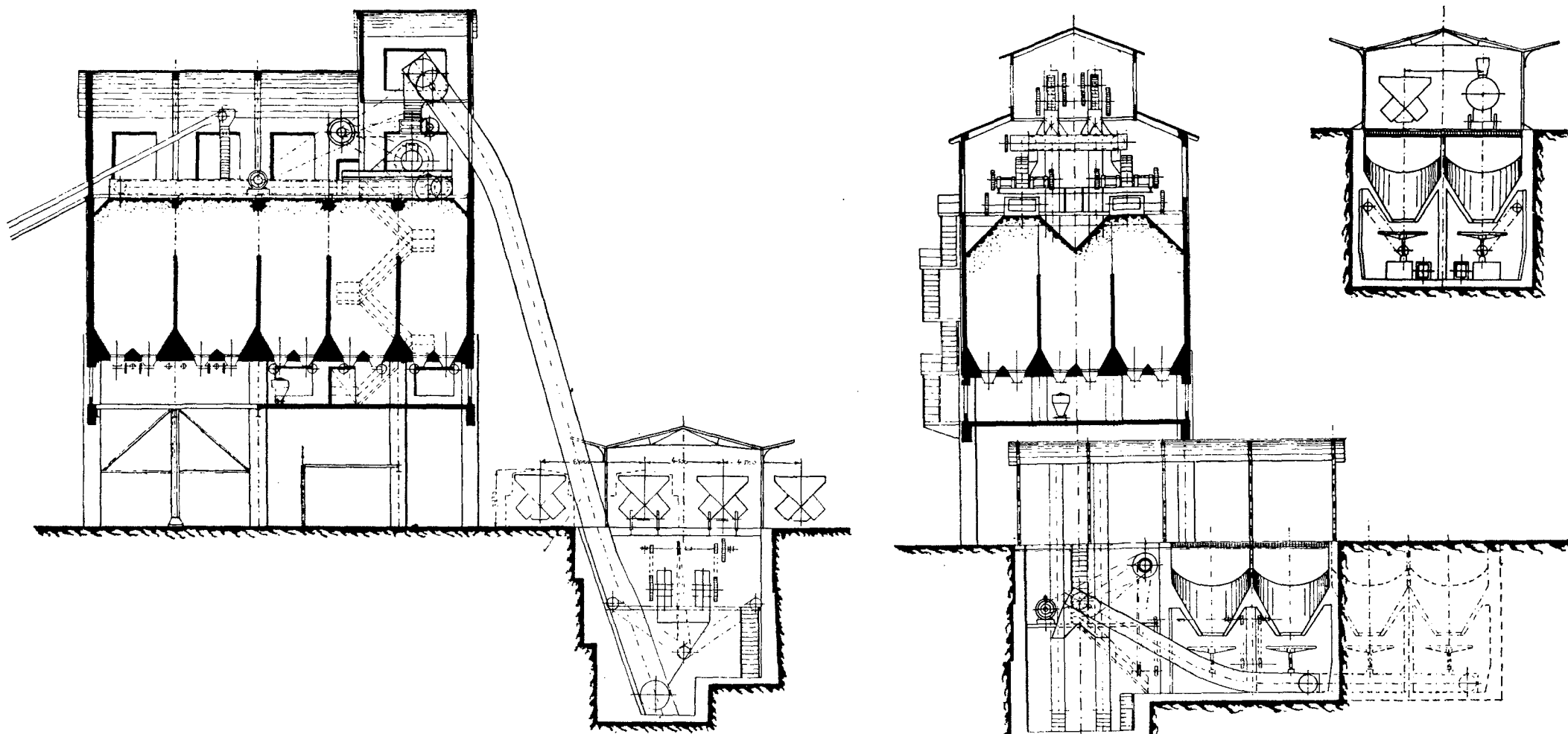
## Отдѣленіе водорода отъ метана при помощи хлорноватыхъ солей въ присутствіи катализаторовъ.

Journal of the Society of Chemical Industry; 1916. p. 45.

Растворъ хлорноватонатровой соли въ присутствіи катализаторовъ, палладія и осмія, очень энергично поглощаетъ водородъ, относясь совершенно инертно къ метану. Пипетка Гемпеля заполняется растворомъ 35 граммъ хлорноватонатровой соли, 5 граммъ двуугленатровой соли, 0,05 гр. хлористаго палладія и 0,02 грамма двуокиса осмія въ 250 к. с. воды; предварительно однако она черезъ нижнее отверстіе возможно совершенно заполняется платинированными, тонкими пористыми глиняными трубками. Водородъ этимъ растворомъ

поглощается въ количествѣ 100 к. с. въ часъ и разъ запрошенная пипетка можетъ служить цѣлыми мѣсяцами. Необходимо однако тщательно избѣгать присутствія въ изслѣдуемыхъ газовыхъ смѣсяхъ каталитическихъ „ядовъ“, т. е. газовъ, содержащихъ сѣру, фосфоръ или амміакъ. Кромѣ того, если въ газовой смѣси содержится кислородъ, онъ тоже долженъ быть предварительно отдѣленъ, такъ какъ иначе сокращеніе объема будетъ отвѣчать суммѣ объемовъ водорода и кислорода. Присутствіе окиси углерода не вредитъ точности опредѣленія.



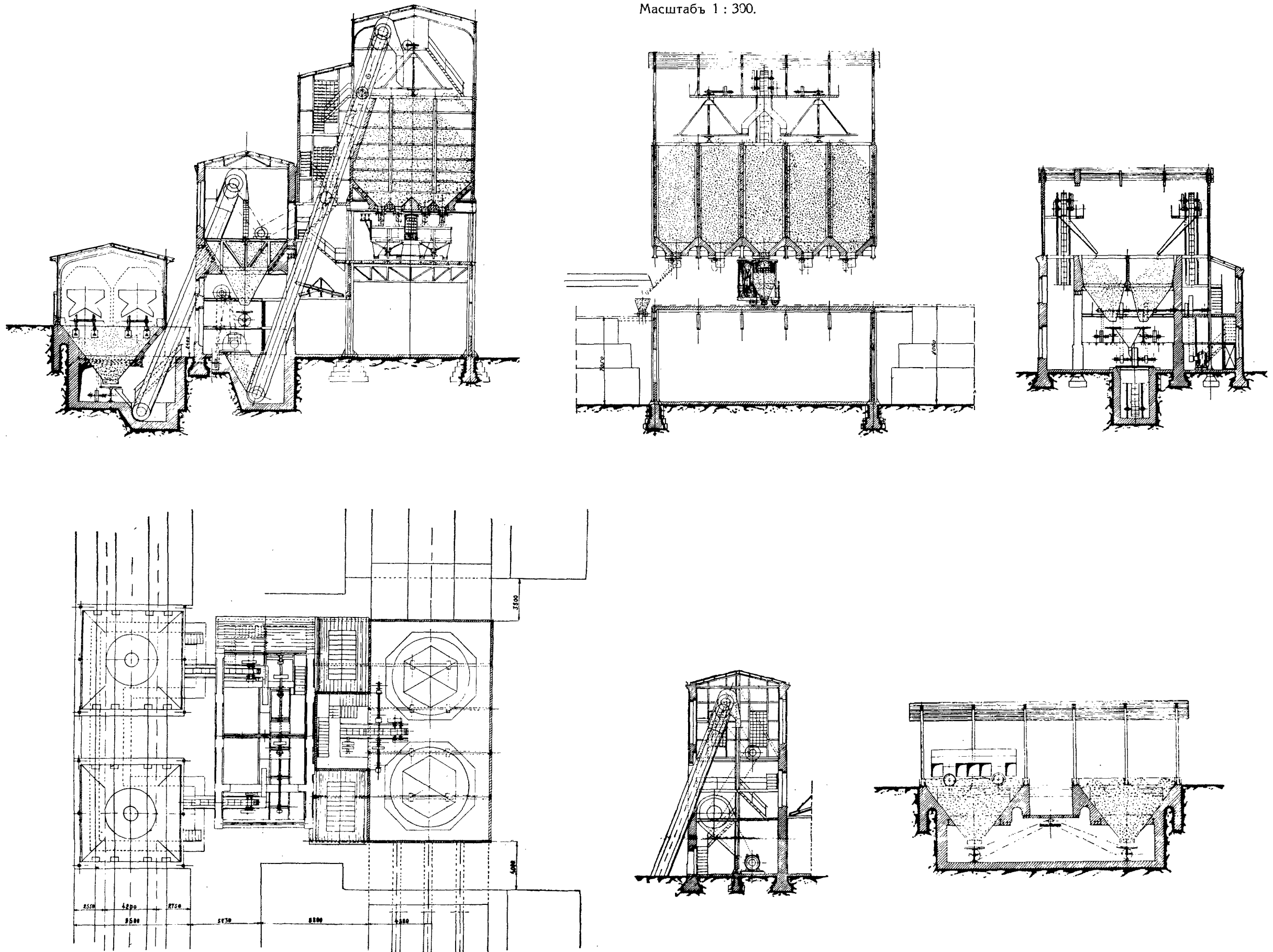


1. Установка для смѣшиванія углей на рудникѣ Бонифаціусь.  
(Конструкція фирмы Баумъ).

Масштабъ 1 : 300.

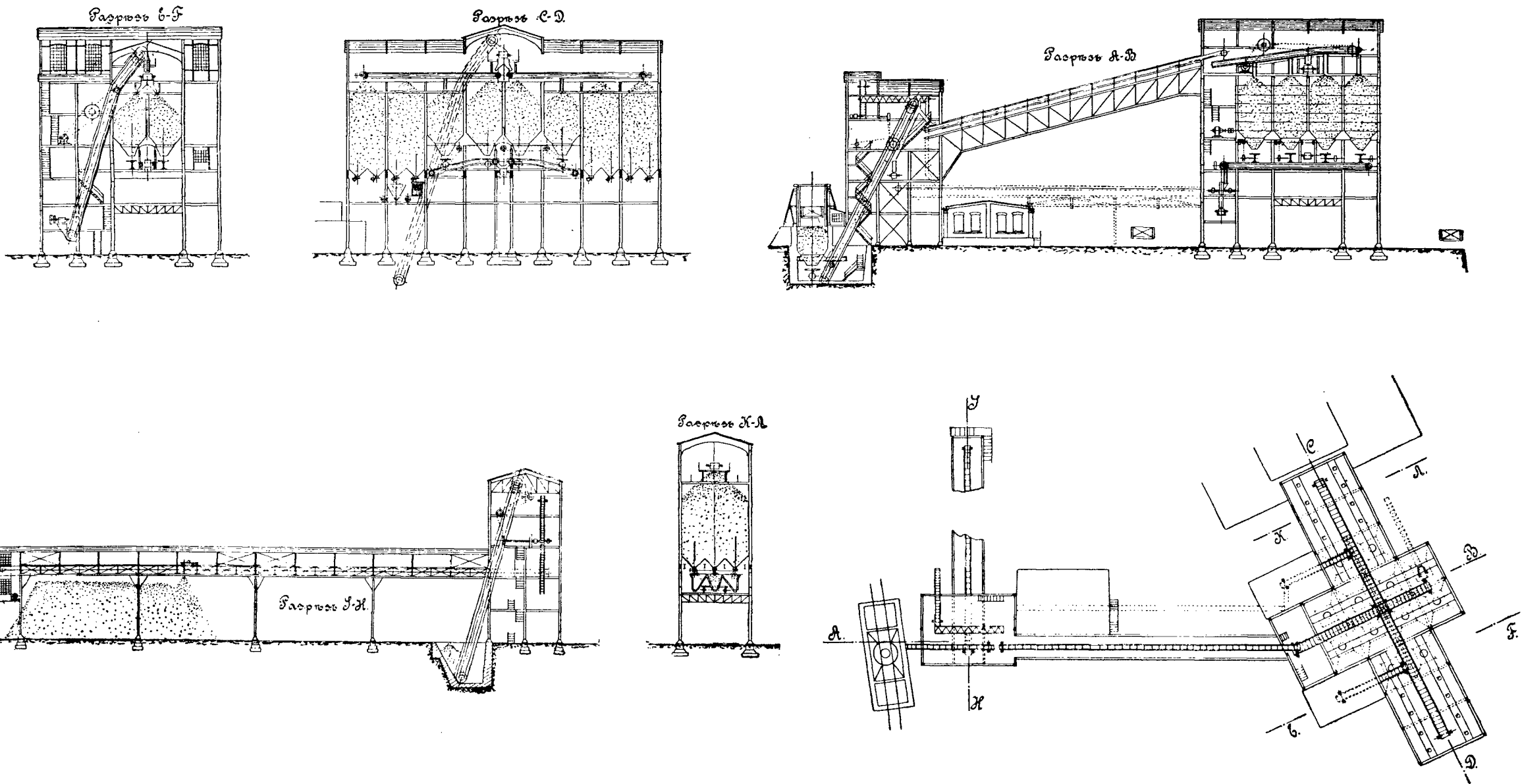
2. Установка для смѣшиванія углей на коксовыѣ печахъ при доменномъ заводѣ Фениксъ въ Герде. (Конструкция фирмы Шихтерманъ и Кремеръ).

Масштабъ 1 : 300.



3. Установка для смѣшиванія углей на доменномъ заводѣ Фридрихъ-Вильгельмъ въ Мюльгеймъ-Рурѣ (Конструкція фирмы Шихтерманнъ и Кремеръ).

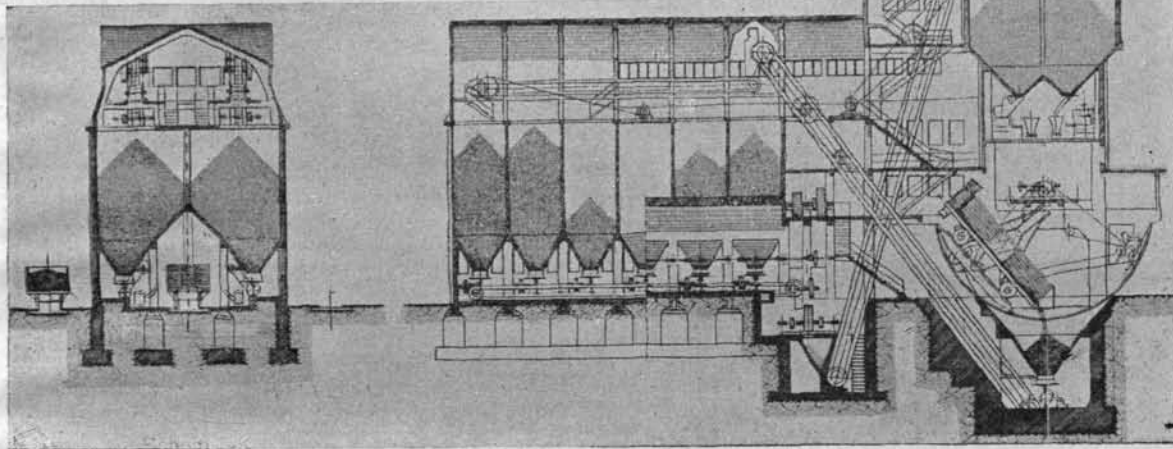
Масштабъ 1 : 600.



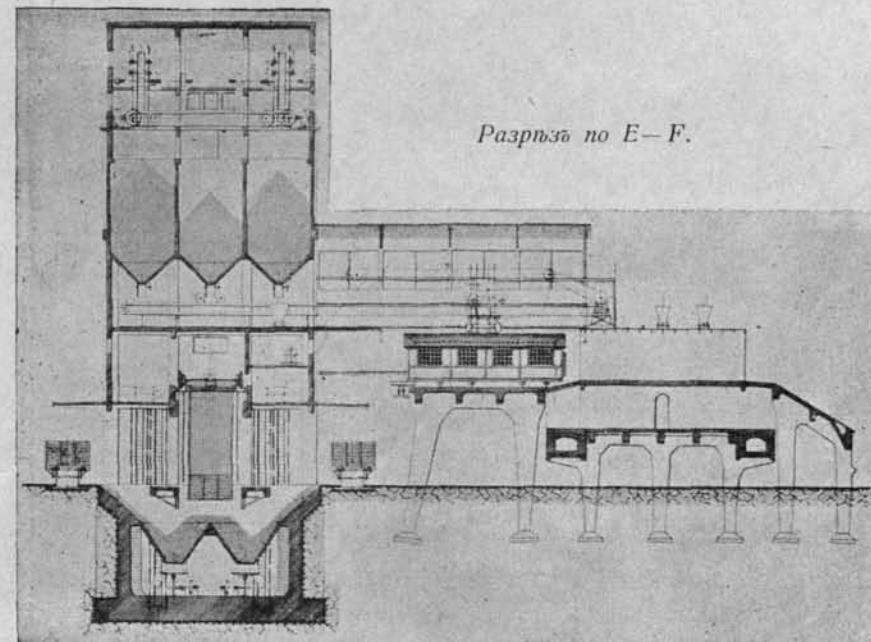
4. Установка для смѣшиванія углей на коксовыхъ печахъ въ Мойеврѣ (Лотарингія) О-ва Les Petits-Fils de F-ois de Wendel et C-іе.  
 (Конструкція фирмы Шихтерманнъ и Кремеръ). 2 системы съ производительностью въ 40 тоннъ каждая.

Разрѣзь А—В.

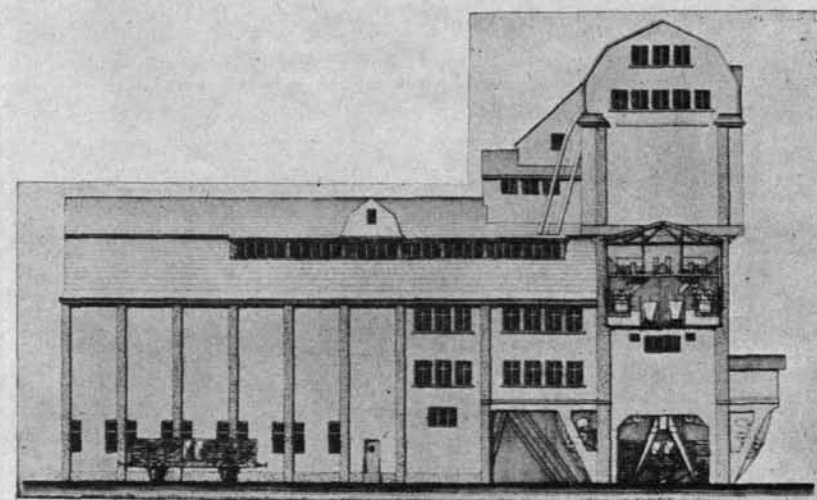
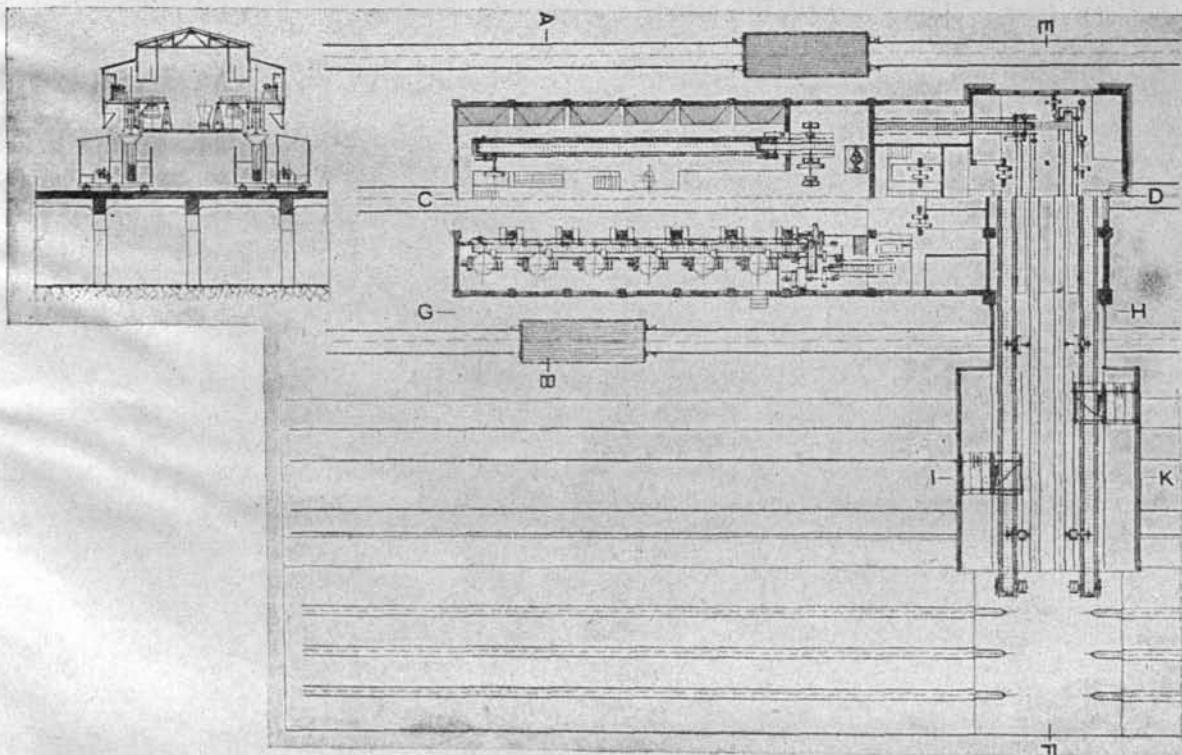
Разрѣзь С—D

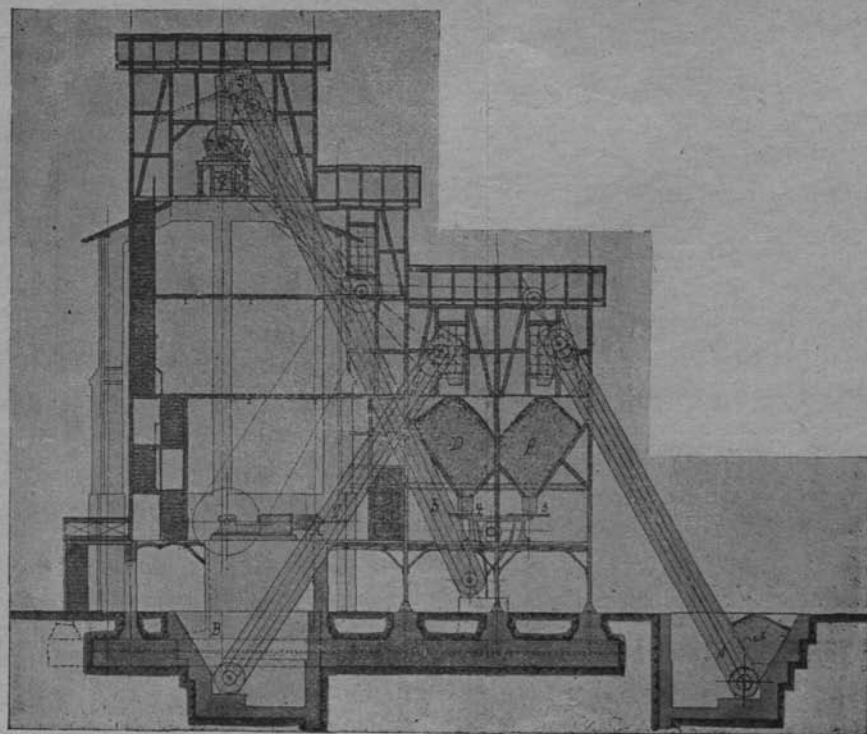
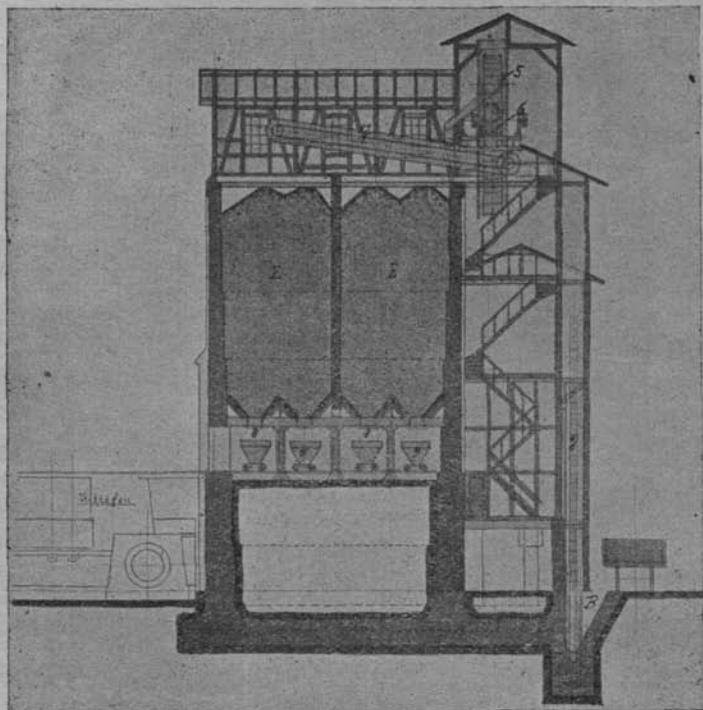


Разрѣзь по Е—F.



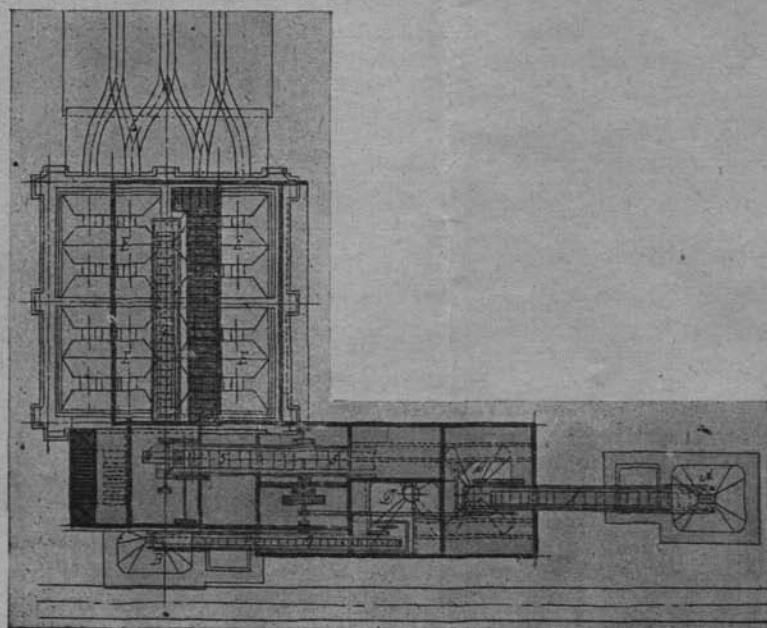
Разрѣзь по I—K.

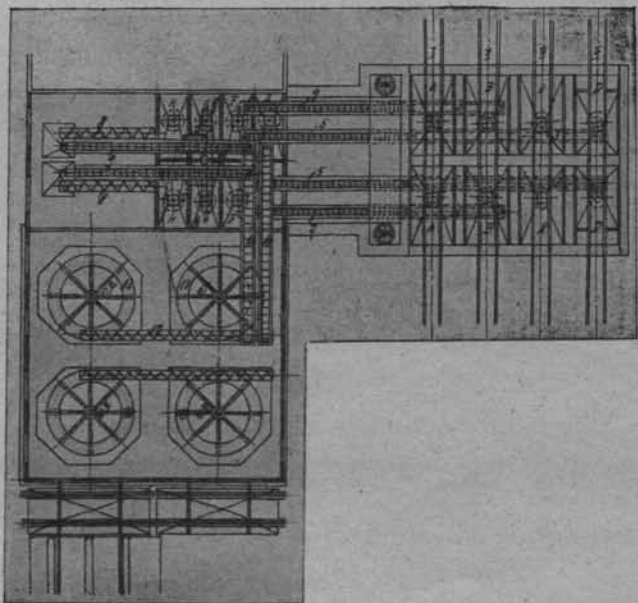
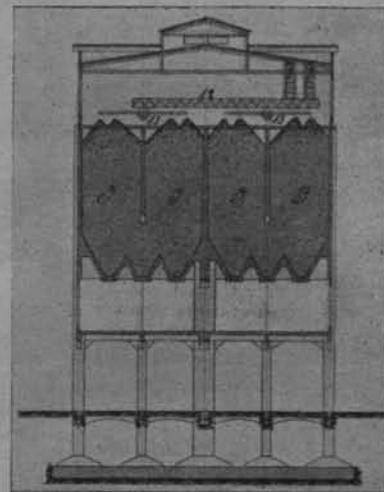
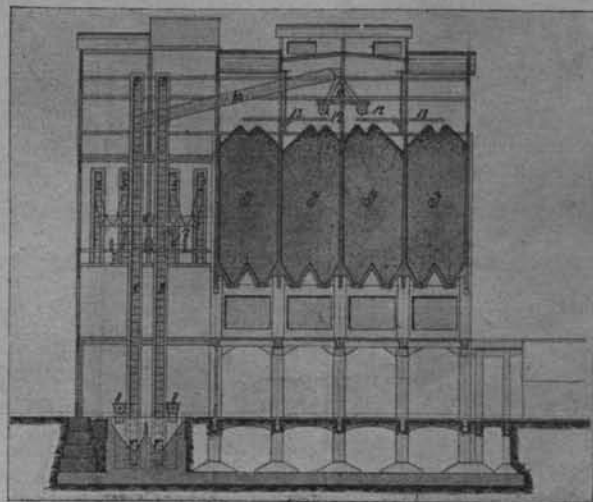
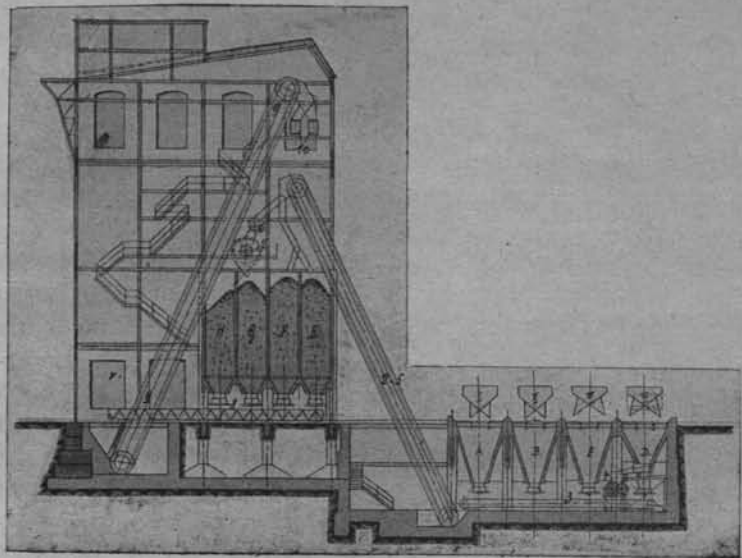




5. Установка для смѣшиванія углей на заводѣ Фениксъ.  
(Конструкция фирмы Гумбольдтъ).

Масштабъ 1 : 300.





6. Установка для смѣшиванія углей на рудникѣ Кайзерштуль II  
(Конструкция фирмы Гумбольдтъ).

Масштабъ 1 : 600.

# Непосредственное получение стали из руды в электрической печи.

(La technique moderne 16 <sup>1</sup>/<sub>VII</sub> 14).

Техническія требованія, предъявляемыя къ стали, становятся со дни на день строже, что заставляетъ изыскивать методы для удаленія изъ стали вредныхъ примѣсей какъ-то: кислорода, фосфора, сѣры, кремнія, азота и водорода. Г.г. Е. Гумбертъ бывшій инженеръ въ Геру (Heroult) и А. Этэ (Hétey) взялись за рѣшеніе этой задачи, исходя изъ того разсужденія, что желая получить чистую сталь слѣдуетъ избѣгать при ея изготовленіи прибавленія вредныхъ примѣсей, а потому они пришли къ заключенію, что сталь лучше всего готовить непосредственно изъ руды в электрической печи, благодаря легкости въ ней контроля операціи и возможности регулировать условія окисленія и восстановленія. Опыты производились въ шеститонной монофазной печи системы Эру (Herault), нормальной конструкціи; сдѣланы были 3 серии опытовъ. Первая серия А состояла изъ трехъ плавковъ на шведской рудѣ, во второй (В) было прибавлено къ этой кремній содержащей рудѣ, 30% желѣзной лому; въ третьей (С) плавкѣ, работали на бразильской рудѣ.

Химическій составъ использованныхъ матеріаловъ слѣдующій:

*Шведская магнитная руда* (изъ Редберга) содержала 86% Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>, 9% SiO<sub>2</sub> съ небольшою примѣсью CaO, MgO, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, S и Си.

*Бразильская руда:* 65% Fe и слѣды Mn Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, MgO, CaO, SiO<sub>2</sub>, S и P.

*Коксъ металлургическій* 90% С и 7% золы.

*Известнякъ* 90% CaO.

Опыты первой серии производились слѣдующимъ образомъ. Завалка была раздѣлена на 6 частей (посадокъ) слѣдующаго состава:

Шведской руды . . . . .	1000 kg.
Кокса . . . . .	200 kg.
Извести . . . . .	100 kg.

2 посадки были загружены на подъ печи съ 30 kg. кокса въ кускахъ величиною въ кулакъ. Цѣль кокса облегчить проходъ тока. Операція печи началась въ 5 часовъ 40 минутъ утра; электрическая нагрузка была урегулирована къ 7 часамъ утра въ 8000 амперъ, 90 вольтъ и коэффициентъ мощности

0,90. Первый періодъ операціи выразился сильнымъ кипѣніемъ ванны разбрасываніемъ шлака, который выбрасывало черезъ нагрузочныя окна. Въ 8 час. было убрано изъ печи 30 kg. кокса. Такъ какъ шлакъ былъ кислый, то загрузили 300 kg. известняка. Въ 7 часовъ вечера плавка была вполне восстановлена и взятая проба дала содержаніе С—1,50%. Въ это время было выпущено 1000 kg. шлака, содержащаго только слѣды желѣза и прибавили малыми порціями 300 kg. руды. Въ 9 часовъ вечера было прибавлено 50 kg. известняка. Въ 9 часовъ 30 минутъ вечера была взята вторая проба стали, которая ковалась хорошо и дала содержаніе С—1,20%. Въ 9 часовъ 40 минутъ вечера плавка была окончена. Она продолжалась 16 часовъ. Въ моментъ выпуска въ шлакъ былъ избытокъ кокса. Вотъ окончательные результаты плавки:

*Всего было погружено:* руды 6300 kg., кокса 1200 kg., известняка 950 kg.

*Получено стали:* въ слиткахъ 3600 kg., скрапу 120 kg. Угаръ 6,5%.

*Расходъ энергіи:* 9014 kw·k или 2459 kw-часовъ на тонну стали.

Окончательный анализъ полученной стали:

С—	1,39%
P—	0,055%
S—	0,038%
Si—	0,13%
Mn—	0,26%

Во второй плавкѣ первой серии завалка содержала на 50 kg. известняка больше и плавка началась съ полутонной посадки руды на подъ и 200 kg. желѣзной лому. Продолжительность плавки была 18 часовъ 35 минутъ Операція удлинилась вслѣдствіе поломки электродовъ, что потребовало прибавленія значительныхъ количествъ руды. Всего плавка задолжала 5850 kg. руды, 200 kg. желѣзной лому и выдала: 3530 kg. слитковъ и 85 kg. скрапу. Угаръ былъ 4,16%. Содержаніе С—0,56%. Расходъ энергіи 2862 kw. часовъ на тонну полученной стали. Сталь эта хорошо ковалась при всѣхъ температурахъ и хорошо сопротивлялась разрыву.

Третий опыт первой серии дѣлался при одинаковыхъ условіяхъ со вторымъ, но содержаніе С въ стали получилось 0,23%.

Во второй серии была сдѣлана одна плавка. Задолжено 4000 kg. шведской руды, 1200 kg. желѣзной ломы, 720 kg. коксу и 800 kg. извести.

Вслѣдствіе значительнаго количества ломы, она была насажена одновременно съ рудой. Расхода энергіи 2602 kw. часовъ, на тонну стали, получилась сталь съ 0,89% С, которая ковалась какъ инструментальная или тигельная. Кипѣніе въ теченіи плавки было слабое и продолжительность операціи была 14 час. 15 минутъ.

Въ третьей серии была сдѣлана одна плавка. Задолжено было 1000 kg. бразильской руды, 50 kg. известняка и отъ 180 до 200 kg. коксу. Плавка шла скоро и безъ кипѣнія. Продолжительность ея была 14 часовъ 40 минутъ. Расходъ энергіи 2709 kw. часовъ на тонну полученной стали съ содержаніемъ 0,27% С. Въ послѣдней плавкѣ предполагалось, что ее можно вести непосредственно на рудѣ при содержаніи С все время плавки ниже 0,4%, что и подтвердилъ анализъ многократно взятыхъ пробъ. Плавка все-таки была продолжительна, что слѣдуетъ приписать трудно-плавкости стали съ малымъ содержаніемъ углерода, а вмѣстѣ съ тѣмъ и малой степени ея жидкости. Для выполнѣ нормальныхъ условій содержаніе углерода должно быть 0,6%.

Мы выше указали, что при второй плавкѣ первой серии произошли поломки электродовъ. Электроды которые употреблялись при первыхъ двухъ операціяхъ были обыкновеннаго типа, тогда какъ въ третьей одинъ изъ нихъ былъ антрацитовый спеціального производства по способу предложенному руководителями опытовъ.

При слѣдующей операціи былъ замѣненъ и второй электродъ, электродомъ новаго типа. Послѣ каждой плавки электроды взвѣшивались. Оказалось, что изнашиваніе электродовъ нормальнаго типа было 36,3 kg. на тонну стали, а спеціальныхъ антрацитовыхъ 32 kg. Развѣданіе печи было одинаково какъ при плавкѣ съ ломью, такъ и безъ нея. Сильное разбрызгиваніе при первой операціи ошлаковало сводъ, но это частный случай, повтореніе котораго можетъ быть устранено соотвѣтственной его конструкціей. *Ходъ операціи.* Завалка печи производится частями, чтобы расплавленіе

шло скорѣе, для той же цѣли слѣдуетъ пускать въ дѣло матерьялы измельченные до крупности орѣха; для облегченія прохода тока употребляется коксъ и желѣзная ломь. Плавка производится нормально и возстановленіе металла слѣдуетъ согласно химическихъ законовъ, съ кипѣніемъ, благодаря выдѣленію большихъ количествъ окиси углерода. Этимъ операція существенно различается отъ операціи въ доменной печи гдѣ желѣзо получается сначала въ губчатомъ видѣ и затѣмъ уже насытившись углеродомъ плавится. Когда вся руда возстановлена, шлакъ долженъ быть удаленъ и плавка должна быть ведена такъ какъ при завалкѣ печи чугуномъ и желѣзною ломью. Если ванна содержитъ много углерода, то слѣдуетъ добавить руды, а если мало, то слѣдуетъ ее соотвѣтственно обуглеродить. Чтобы возстановить избытокъ окисловъ, нужно получить основной известковый шлакъ, который обрабатывается коксомъ для полученія углеродистаго кальція. Въ концѣ операціи прибавляютъ ферромарганецъ и феррасилицій какъ въ обыкновенныхъ плавкахъ. Нужно стараться, чтобы основной шлакъ былъ жидокъ въ періодъ возстановленія, а равно въ этомъ періодѣ поддерживать минимумъ 0,5% С, чтобы избѣжать настилей желѣза на поду и сопряженныхъ съ ихъ образованіемъ неудобствъ. Желѣзная ломь не должна заваливаться одновременно съ рудой, дабы плавка шла скорѣе и спокойнѣе.

Сталь полученная подобнымъ образомъ отличается большою вязкостью. Кованные образцы стали, даже при высокомъ содержаніи С сгибаются вплотную безъ трещины. Единственные газы, которые она можетъ содержать окись углерода и возможно водородъ, что составляетъ одно изъ преимуществъ этого способа.

Опыты эти привели къ заключенію, что при благоприятныхъ условіяхъ полученіе стали непосредственно изъ руды въ электрической печи кромѣ экономичности, даетъ еще сталь значительно высшихъ качествъ нежели плавка обыкновеннымъ способомъ.

Прійдется по всей вѣроятности строить печи спеціального типа, хотя печь типа Эру (Heroult) вполне подходяща для случайныхъ операцій. По всей вѣроятности антрацитовые электроды замѣнять собою угольные.



Наибольшую выгоду из этого метода извлекут страны, изобилующие водопадами и чистой рудой.

Тамъ гдѣ движущая сила можетъ быть получена использованиемъ газовъ доменныхъ и коксовыхъ печей операція эта можетъ быть особенно полезна для получения высшихъ сортовъ стали: инструментальной, рессорной и т. п. и вообще всѣхъ сортовъ требующихъ большой вязкости.

Указанный способъ даетъ слѣдующіе преимущества:

1) Простота производства, такъ какъ требуется только одна операція въ одной печи и кромѣ того контроль энергіи тока, которая является единствен-

нымъ источникомъ температуры и силы, весьма легокъ.

2) Возможность утилизаціи рудъ богатыхъ и трудно плавкихъ напр.: магнитный желѣзнякъ, содержащій титанъ.

3) Сталь получается чистою и быстро, при малой затратѣ рабочей силы.

Что касается себѣстоимости, то она находится въ зависимости отъ энергіи тока, но во всякомъ случаѣ она будетъ ниже себѣстоимости стали, полученной хотя изъ электрической печи, но изъ чугунной шихты.

*Горн. инж. Тумановъ.*

## Новыя работы, устройства и усовершенствованія на каменноугольныхъ и антрацитовыхъ рудникахъ Донецкаго бассейна въ 1914 году.

Техническое оборудованіе рудниковъ Донецкаго бассейна наряду съ ростомъ хозяйственныхъ построекъ за послѣдніе пятнадцать-двадцать лѣтъ сдѣлало большіе шаги впередъ, совершенно измѣнивъ общую физиономію хозяйственной и бытовой жизни рудниковъ. Статистическимъ Бюро Совѣта Съѣзда горнопромышленниковъ юга Россіи подготовляются въ настоящее время къ опубликованію матеріалы, которые позволяютъ сопоставить въ этомъ отношеніи 1908—1909 годы съ 1914 годомъ, а также дадутъ довольно детальныя свѣдѣнія по отдѣльнымъ фирмамъ о новыхъ работахъ и усовершенствованіяхъ, произведенныхъ на каменноугольныхъ и антрацитовыхъ рудникахъ въ 1914 году.

Въ настоящей замѣткѣ мы даемъ общій обзоръ матеріаловъ по вопросу о новыхъ работахъ и усовершенствованіяхъ на рудникахъ за 1914 годъ; подобныя обзоры должны нѣсколько освѣтить довольно темную, еще неизслѣдованную сторону жизни рудниковъ: динамику ихъ хозяйственной жизни.

Въ нашемъ распоряженіи имѣются матеріалы, присланные 122-мя каменноугольными и антрацитовыми фирмами съ общей добычей въ 1914 году 1.063,40 мил. пуд.; изъ этого числа 87 предпріятій

производили въ 1914 г. новыя работы и вводили тѣ или иныя техническія усовершенствованія, остальные же 35 предпріятій, или 28,7% общаго числа предпріятій, приславшихъ отвѣты на запросъ Статистическаго Бюро, никакихъ новыхъ работъ и усовершенствованій въ 1914 году не производили.

Группировка предпріятій по общему характеру производившихся работъ приведена въ слѣдующей таблицѣ:

Группы работъ	Число предпріятій, производившихъ въ 1914 г. тѣ или иныя новыя работы		Всего
	Съ добычей болѣе 1 м. п. въ 1914 г.	Съ добычей до 1 м. п. въ 1914 г.	
Только поверхностныя . . .	8	3	11
Только подземныя . . . .	15	10	25
Поверхностныя и подземныя	41	10	51
Итого . . . . .	64	23	87

Поверхностныя новыя работы и установки производились всего на 62 предпріятіяхъ, подземныя же—на 76 предпріятіяхъ; въ числѣ этихъ послѣднихъ 19 предпріятій производили развѣдочныя работы.

*Новыя работы и усовершенствованія на поверхности.* Около половины общаго числа предприятий, отвѣтившихъ на запросы Статистическаго Бюро (62 изъ 122-хъ), производили въ 1914 году новыя работы на поверхности; при этомъ замѣчается, однако, значительная разница въ степени распространенности поверхностныхъ работъ въ крупныхъ и мелкихъ предприятияхъ, что можно видѣть изъ слѣдующаго сопоставленія:

	Общее число предприятий, приславшихъ отвѣты	Число предприятий, производившихъ новыя работы на поверхности	То же въ % общаго числа отвѣтв. предпр.
Предприятия съ добычей болѣе 1 м. п. въ 1914 г. . . . .	79	49	62%
Предприятия съ добычей до 1 мил. пуд. въ 1914 г. . . . .	43	13	30%
Итого . . . . .	122	62	51%

Изъ указанныхъ предприятий, производившихъ работы на поверхности, 34 предприятия производили техническія и хозяйственныя работы, 15 предприятий—только техническія и 13—только хозяйственныя. Но въ то время, какъ въ крупныхъ предприятияхъ преобладаютъ такія, которыя производили одновременно и техническія и хозяйственныя работы, среди мелкихъ предприятий преобладаютъ такія, которыя производили или только техническія, или только хозяйственныя работы:

	Число фирмъ, производившихъ въ 1914 году. поверхн. работы:			Итого
	Только технического характера	Только хозяйств. характера	Техническаго и хозяйственнаго	
Предприятия съ добычей болѣе 1 мил. пудовъ въ 1914 году . . . . .	10	8	31	49
Предприятия съ добычей до 1 мил. пуд. въ 1914 г. . . . .	5	5	3	13
Итого . . . . .	15	13	34	62

Въ общемъ поверхностныя работы техническаго характера производились на 49 предприятияхъ, а хозяйственныя работы—на 47 предприятияхъ.

Ниже приводится перечень этихъ работъ съ указаніемъ числа предприятий, на которыхъ онѣ производились.

*Поверхностныя работы технического характера.*

	Число предприятий
Построено надшахтное зданіе . . . . .	9
Установленъ коперъ (4 желѣз., 1 дерев., 2—матеріалъ не указ.) . . . . .	7
Установлена подъемная машина (7 паров., 2 элек., 2—неизв.) . . . . .	11
Подъемная паровая лебедка . . . . .	1
Конный воротъ . . . . .	1
Барabanъ для подьема . . . . .	1
Построено вентиляціонное зданіе . . . . .	2
Установлены вентиляторы . . . . .	4
Моторъ для вентилятора . . . . .	1
Батареи для обогрева воздуха . . . . .	1
Эстокады . . . . .	2
Погрузочная площадка . . . . .	1
Подъездной ширококол. путь . . . . .	2
Механическая откатка . . . . .	2
Новое земляное полотно для механич. откатки . . . . .	1
Электрическая станція . . . . .	7
Электрич. подстанція (на одномъ предпр. 2 подст. и на другомъ—4) . . . . .	2
Резервная электр. станція . . . . .	1
Зданіе для котловъ . . . . .	7
Котлы паровые (въ 8 предпр. по 1 котлу, въ 8 предпр. по 2 котла, въ 1 предпр. 3 котла, въ 1 предпр. 4 котла и въ 1 предпр. 5 котловъ) . . . . .	19
Зданіе кочегарки . . . . .	5
Машинное зданіе . . . . .	6
Компрессоры паров. (въ 5 предпр. по 1 компр. и въ 1 предпр. 2 компр.) . . . . .	6
Турбогенераторъ . . . . .	2
Насосы (въ 2 предпр. по 2 нас., въ 1 предпр. 3 нас. и въ 1 предпр. 1 нас.) . . . . .	4
Турбины (2 шт.) . . . . .	1
Механическая мастерская . . . . .	2
Токарныя и сверлильн. станки . . . . .	1
Механич. сортировка . . . . .	7
Мойка . . . . .	1
Породоотборная лента . . . . .	1
Хранилище для угля въ сортировочной, при немъ элеваторъ . . . . .	1
Коксовыя печи (въ 1 предпр. устраивается 210 печей, въ 1 предпр. 18 печ.) . . . . .	2
Химич. заводъ при коксовыхъ печахъ . . . . .	2
Механич. дробилка при коксов. печахъ . . . . .	1

Помимо этого на различных предприятиях произведены следующие устройства и установки: охладитель каменный, маслоотдѣлитель, газопроводъ для отопления котловъ, два перегрѣвателя, паропроводъ, деревянная башня для бака, водоотливная канава, желѣзобетонный воздушный каналъ, мостъ (путепроводъ), вѣсовая будка, зданіе для грузчиковъ, дробилка для камня, фундаментъ для брикетнаго пресса и другихъ механизмовъ брикетной фабрики, два ламповыхъ зданія, желѣзная дымовая труба, кирпичная дымовая труба.

На одной электрической станціи введено новое распределительное устройство, одна электрическая станція расширена, переустроена механическая мастерская, расширена кочегарка, произведенъ капитальный ремонтъ надшахтнаго зданія, на одномъ предприятии начато оборудованіе подъема для подготовки новаго горизонта, перестроено одно машинное зданіе, на одномъ предприятии электрическая подъемная машина замѣнена паровой. На ме-

ханической сортировкѣ одного предприятия установлены сепараторы для отдѣленія породы и угловыя рѣшета съ самоочистками.

Наконецъ, одно предприятие отвѣтило неопредѣленно, что разныя техническія сооруженія находятся въ постройкѣ.

Приведенный перечень не исчерпываетъ, конечно, всѣхъ тѣхъ работъ, какія производились предприятиями, давшими свѣдѣнія, такъ какъ о многихъ работахъ, незначительныхъ по своимъ размѣрамъ, равно какъ и только что начатыхъ въ 1914 году, тѣ или иныя предприятия могли вовсе не сообщить; но и вышеприведеннаго перечня главнѣйшихъ техническихъ работъ и установокъ на поверхности достаточно, чтобы составить себѣ довольно опредѣленное представление относительно объема этихъ работъ.

Слѣдующая таблица выясняетъ степень распространенности главнѣйшихъ поверхностныхъ работъ и установокъ технического характера:

Перечень главнѣйшихъ работъ и установокъ техническаго характера	Число пред- приятий, про- изводив- шихъ въ 1914 г. эти работы и установки	То же въ %%	
		Отъ общаго числа предприятий (122), при- славшихъ свѣдѣнія	Отъ общаго числа предприятий (49), произ- водившихъ поверхност- ныя техни- ческія ра- боты
Постройка надшахтныхъ зданій . . . . .	9	7,4	18,4
Установка копровъ . . . . .	7	5,7	14,3
Установка подъемныхъ машинъ . . . . .	11	9,0	22,4
Постройка электрическихъ станцій и подстанцій . . . . .	10	8,2	20,4
Постройка зданій для котловъ . . . . .	7	5,7	14,3
Установка паровыхъ котловъ . . . . .	19	15,6	38,8
Постройка зданій для кочегарокъ . . . . .	5	4,1	10,2
Постройка машинныхъ зданій . . . . .	6	4,9	12,2
Установка паровыхъ компрессоровъ . . . . .	6	4,9	12,2
Устройство механическихъ сортировокъ . . . . .	7	5,7	14,3

Первое мѣсто по распространенности занимаютъ работы по установкѣ новыхъ паровыхъ котловъ и подъемныхъ машинъ, а также по устройству элек-

трическихъ станцій и подстанцій и надшахтныхъ зданій.

**Поверхностныя работы хозяйственнаго характера.**

	Число предприятий
Постройка семейныхъ домовъ для рабочихъ (въ 19 предпр. 161 домъ и въ одномъ предпр. — неизв.) . . . . .	20
Постройка казармъ для рабочихъ (всего 132 казармы) . . . . .	25
Постройка домовъ для служащихъ (въ 14 предпр. 21 домъ и въ 3 предприятияхъ неизв.) . . . . .	17
Постройка рудничной конторы . . . . .	7
Постройка бани . . . . .	5
Постройка конюшни . . . . .	4
Постройка школы (на 60 чел. и на 180 чел.) . . . . .	2
Устройство водопровода для питьевой воды . . . . .	3

Кромѣ того имѣются свѣдѣнія отдѣльныхъ предприятий о нижеслѣдующихъ работахъ: закончена постройка народной аудиторіи, построено каменное зданіе для кинематографа, начато расширеніе школы для дѣтей, покрыто (въ одномъ предприятии) желѣзомъ 40 домовъ для рабочихъ, построено двѣ амбулаторіи, четыре шахтныхъ конторы при вѣсахъ, расширенъ центральный магазинъ, устроенъ прудъ для питанія котловъ; одно предприятие сообщило о постройкѣ лѣтняго барака, кухни и колодца питьевой воды, одно предприятие сообщило объ устройствѣ погребовъ при корпусахъ для служащихъ и рабочихъ и водонапорной башни, а также о проводкѣ электрическаго освѣщенія въ корпусахъ и казармахъ.

Степень распространенности главнѣйшихъ хозяйственныхъ работъ усматривается изъ слѣдующихъ данныхъ:

Перечень главнѣйшихъ работъ хозяйственнаго характера	Число предприятий, производившихъ въ 1914 г. эти работы	То же въ %	
		Отъ общаго числа предприятий (122), производившихъ свѣдѣнія	Отъ общаго числа предприятий (47), производившихъ хозяйственныя работы
Постройка семейныхъ домовъ для рабочихъ . . . . .	20	16,4	42,5
Постройка казармъ для рабочихъ . . . . .	25	20,5	53,2
Постройка домовъ для служащихъ . . . . .	17	14,0	36,2

Разсмотрѣніе новыхъ подземныхъ работъ и устройствъ въ 1914 г. мы откладываемъ до одного изъ ближайшихъ номеровъ.

С—кій.

## Къ вопросу о способѣ разработки мощныхъ пластовъ желѣзной руды.

Подземная разработка желѣзорудныхъ залежей въ Криворогскомъ бассейнѣ началась впервые около 15 лѣтъ тому назадъ, но вопросъ объ установленіи опредѣленной системы разработки для данныхъ условій залеганія еще до сихъ поръ окончательно не рѣшенъ, и въ настоящее время наблю-

дается большее разнообразіе примѣняемыхъ системъ, чѣмъ то вызывается различіемъ природныхъ условій. Объясняется это тѣмъ, что за отсутствіемъ руководствъ по разработкѣ желѣзныхъ рудъ мѣстнымъ техникамъ пришлось самимъ дѣлать опыты, самими

создавать систему разработки для каждого отдельного случая.

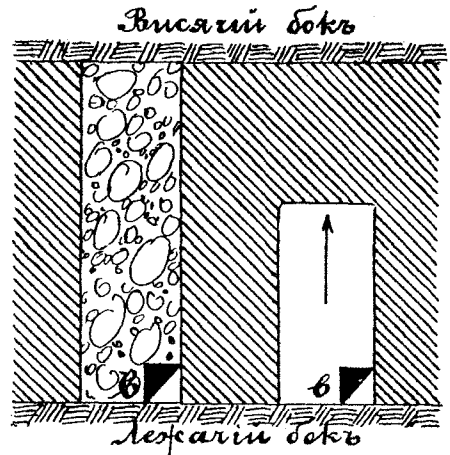
Опыты по применению различных систем еще не закончены, но в настоящее время уже намечается более или менее удовлетворительное решение вопроса.

Наряду с системами, очень удачными лишь при строго определенном сочетании природных условий и потому имеющими ограниченное применение в районе, в последнее время получает распространение система, применимая при весьма разнообразных условиях, которая может быть названа универсальной (для разработки мощных крутопадающих пластов).

Эта система состоит в поперечной выемке ортами в восходящем порядке с оставлением между двумя вертикальными рядами ортов цѣликовъ, которые вынимаются горизонтальными слоями в нисходящем порядке. Ширина ортов и цѣликовъ в зависимости от твердости и устойчивости руды и мощности пласта варьирует в пределах: от 1,5 до 6 саж.—для ортов и от 1 до 4 с.—для цѣликовъ. Высота этажа обычно принимается в 10 саж.

Последовательный ход работ состоит в следующем.

От откаточного штрека а (фиг. 1), пройденного по рудѣ у лежащего (или висячего) бока, через известные промежутки (равные ширине орта плюс ширина цѣлика) проходятся гезенки в низу вверх до откаточного штрека выработанного верхнего этажа, который будет служить для подвозки закладки. В то же время начинаются очистные работы: от откаточного штрека по направлению к висячему (или лежащему) боку проходятся орты с высотой от 1 до 1,5 саж., а шириной, как сказано, от 1,5 до 6 саж., располагая забои однообразно относительно гезенковъ (фиг. 2). Закончив



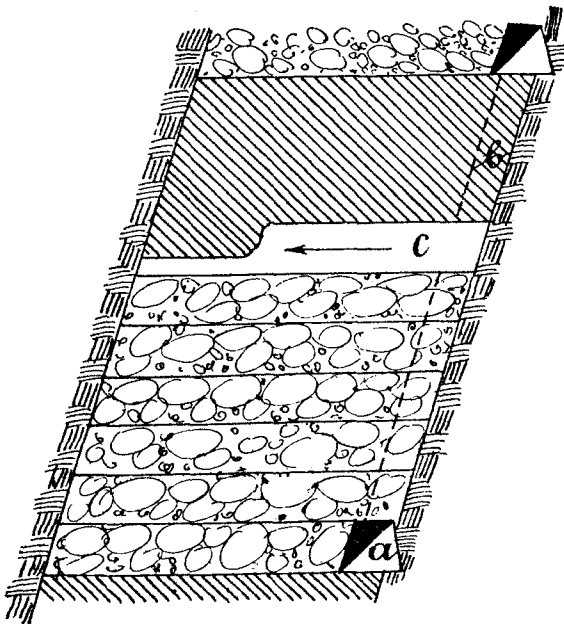
Фиг. 2.  
Горизонтальный разръзъ.

прохождение орта, закладывают его и от гезенка проходят над первым ортом второй такой же ортъ. Заложив послѣдний, проходят над ним третій ортъ и т. д. до верха этажа, оставляя в закладкѣ рядомъ с цѣликомъ срубъ, раздѣленный на два отдѣления: для спуска руды и прохода людей (фиг. 3)\*).

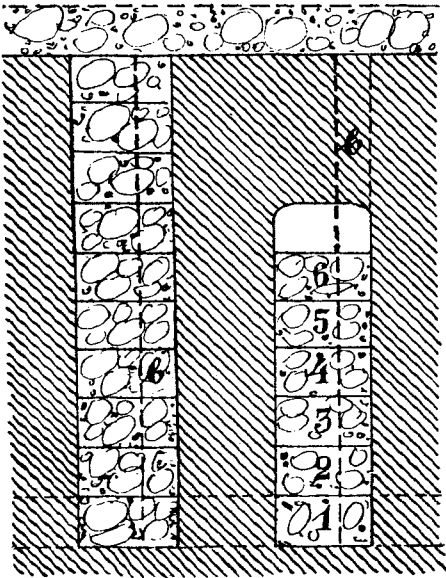
В мягкой рудѣ орты закрепляются дверными окладами с лежанами, а в рудѣ средней и большой твердости они проходятся безъ крепления, причемъ кровльѣ придается сводообразная форма.

По окончании выемки вертикальных рядов ортов оставшіеся цѣлики вынимают или вслѣд или по направлению отъ границъ этажа къ шахтѣ горизонтальными слоями в 1 саж. высотой в нисходящем порядке, работая подъ закладкой (фиг. 4).

\*) На чертежѣ изображенъ случай, когда срубъ выведенъ на мѣстѣ бывшаго гезенка в.

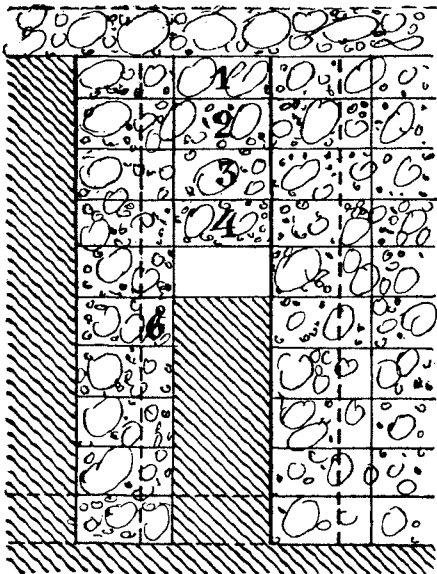


Фиг. 1.  
Поперечный разръзъ.



Фиг. 3.

Проекция на вертикальную плоскость.



Фиг. 4.

Проекция на вертикальную плоскость.

При этомъ въ зависимости отъ ширины цѣлика и прочности руды горизонтальные слои вынимаются

или сразу во всю ширину или въ нихъ предварительно проходится ортъ шириною отъ 1 до 2 сажени, а остальную часть руды вынимаютъ заходками, подвигаясь въ обратномъ направленіи.

Передъ закладкою слоя на почву его настилаются обаполы, подъ которые при выемкѣ нижележащаго слоя подводятся матки дверныхъ окладовъ.

Спускъ закладки съ верхняго штрека и выдача руды на нижній штрекъ производится по оставленному въ закладкѣ срубу *в* (фиг. 4).

Система эта отличается своею безопасностью. При выемкѣ ортовъ въ восходящемъ порядкѣ съ грехъ сторонъ имѣется нетронутый цѣликъ, причемъ кровля постоянно освѣжается, чѣмъ предупреждается образованіе заколовъ. Высота выработокъ такова, что паденіе небольшихъ кусковъ руды не причиняетъ серьезныхъ поврежденій. При выемкѣ цѣликовъ бока выработки состоятъ изъ плотно слежавшейся утопанной закладки, а кровля можетъ быть хорошо закрѣплена, такъ какъ крѣпъ ставится на цѣликъ \*).

Видѣтъ съ тѣмъ описанная система достаточно экономична. Существенно важное преимущество ея заключается въ томъ, что выемка руды въ этажѣ можетъ быть произведена съ минимальными потерями. Производительность отбойки низкая лишь при подрѣзкѣ (въ первыхъ ортахъ), въ вышележащихъ ортахъ вполне удовлетворительна, такъ какъ выемка производится подработкою потолка съ утилизаціею вѣса руды; при выемкѣ же цѣликовъ работа облегчается тѣмъ, что каждый вынимаемый слой вверху и съ боковъ уже обрѣзанъ.

Недостаткомъ системы является дороговизна закладки, которая производится на лопату. Впрочемъ, выемка цѣликовъ въ нисходящемъ порядкѣ можетъ производиться и съ обрушеніемъ кровли.

*В. Шевелевъ.*

\*) Проведеніемъ главныхъ путевыхъ выработокъ въ прочныхъ породахъ лежащаго бока, какъ это дѣлается на одномъ рудникѣ, можно было бы совершенно исключить случаи крупныхъ несчастій и тѣмъ увеличить безопасность системы, а обусловленное этимъ увеличеніе стоимости подготовительныхъ работъ можетъ быть компенсировано увеличеніемъ высоты этажа и удешевленіемъ содержанія этихъ выработокъ.

## Прогрессъ въ области металлургіи.

(la Technique Moderne 19  $\frac{1}{V}$  14).

### Десульфурация литейного чугуна въ ковшѣ.

Извѣстно, что содержаніе сѣры въ литейномъ чугунахъ избѣгается по мѣрѣ возможности литейщиками; каждый процессъ дающій возможность понизить ея содержаніе весьма цѣненъ какъ въ металлургическомъ такъ и коммерческомъ отношеніи. Многія отливки бракуются благодаря порокамъ, получающимся въ нихъ въ моментъ остыванія чугуна. Пороки эти обыкновенно приписываютъ либо формовкѣ либо окисленію металла или газамъ, а то и разнымъ другимъ причинамъ.

Г. Прэнсъ директоръ литейного завода компаніи Вортингтонъ, подвергъ изслѣдованію нѣкоторое количество порочныхъ отливокъ и убѣдился, что порочное мѣсто металла содержало повышенное количество сѣры, марганца и кремнія, тогда какъ окружающій порочное мѣсто слой содержалъ этихъ элементовъ даже въ меньшемъ количествѣ нежели остальной чугунъ отливки. Напр.: анализъ порочнаго мѣста былъ слѣдующій:

Si . . . . .	3,75%
S . . . . .	0,50 — 0,80%
Mn . . . . .	1—2%

анализъ окружающаго слоя

Si . . . . .	2,50%
S . . . . .	0,40—0,60
Mn . . . . .	0,70—0,90

Анализы эти указываютъ на присутствіе въ порочномъ мѣстѣ значительнаго скопленія сѣрнистаго марганца и такія количества были ненормальны и поразительны.

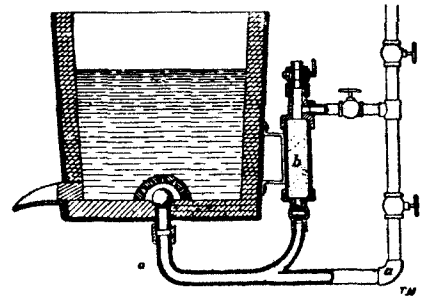
М. Прэнсъ предположилъ, что эти скопленія богатыя содержаніемъ сѣры и марганца, образовались въ чугунѣ во время отливки въ опоки, пока образованію ихъ не препятствовало давленіе и остываніе чугуна. Причину же вызывающую это явленіе онъ объяснялъ дѣйствіемъ газовъ или паровъ выдѣляющихся изъ заформованной опоки или сердечника. Подобныя явленія происходятъ очень часто.

Руководствуясь своимъ предположеніемъ Прэнсъ искусственнымъ образомъ провѣрилъ свою гипотезу.

Для этого былъ взятъ литейный ковшъ вмѣстимостью 450 kg жидкаго чугуна, сдѣлалъ на днѣ его отверстіе, въ которое вставилъ трубку діаметромъ 1,6 м/м. черезъ которую вдвухвалъ воздухъ подъ давленіемъ 6,3 kg на квадратный сантиметръ, въ теченіи 10—20 мин. Въ концѣ этого періода, на поверхности металла появлялся шлакъ по химическому составу аналогичный съ составомъ порочнаго въ отливкѣ мѣста. Содержаніе сѣры и марганца въ чугунѣ послѣ продувки понизились. Взятый на удачу анализъ чугуна изъ восьми опытовъ далъ слѣдующіе результаты:

	S	Si	Mn
Жидкій чугунъ содержалъ до продувки . . . . .	2,55%	0,051%	0,72%
Жидкій чугунъ содержалъ послѣ продувки . . . . .	2,53	0,35	0,52
Всплывшій шлакъ содержалъ	3,65	0,429	2,16

На основаніи этихъ опытовъ г. Прэнсъ построилъ и запатентовалъ литейный ковшъ изображенный на фиг. I. Воздухъ подъ давленіемъ вду-



Фиг. I.— Устройство литейного ковша для десульфурации въ немъ чугуна.

вается черезъ трубку, а отверстіе которой въ ковшѣ закрыто шаровымъ клапаномъ. Подъемъ клапана ограничивается сферическимъ колпакомъ съ отверстіями для прохода воздуха. Такъ какъ вдвухваемый воздухъ ошлаковываетъ нѣкоторое количество марганца, проходя черезъ толщу жидкаго чугуна, то потеря эта компенсируется вдвухваніемъ вмѣстѣ съ воздухомъ нѣ котораго количества ферро-

марганца, въ порошокѣ, находящагося въ резервуарѣ (b). Въмѣстѣ съ ферромарганцемъ можно вдвуть порошки другихъ сплавовъ и углерода для повышения температуры чугуна. Дѣйствіе струи воздуха или пара объясняется образованіемъ окиси Mn, которая съ сѣрой образуетъ шлакъ, поднимающійся на поверхность чугуна и затѣмъ снимается. Во время этой операціи нѣкоторое количество марганца соединяется непосредственно съ сѣрой образуя сѣрнистый марганецъ, который выносятся на поверхность продуваемымъ воздухомъ и счищается вмѣстѣ со шлакомъ. Отливка изъ обработаннаго вышеупомянутымъ способомъ чугуна содержали сѣру на 25—50% меньше, были здоровы и хорошо обрабатывались механически. Физическія качества чугуна оставались неизмѣнными.

При обработкѣ упомянутымъ способомъ чугуна съ значительнымъ количествомъ сѣры и химически связаннаго углерода получались поразительные результаты, что видно изъ нижеслѣдующихъ анализовъ:

	Чугунъ не обра- ботанъ	Чугунъ обрабо- танъ
Кремнія . . . . .	1,02%	2,05%
Сѣры . . . . .	0,129	0,089
Фосфора . . . . .	0,69	0,66
Марганца . . . . .	0,36	0,44
Общее содерж. С . . . . .	2,36	2,43
Графита . . . . .	0,00	2,01
Химич. связ. С. . . . .	2,36	0,42

Какъ видно изъ анализа количество сѣры уменьшилось на 30% и что почти все количество химически связаннаго углерода перешло въ графитъ. Повышеніе содержанія марганца и кремнія объясняется тѣмъ, что вмѣстѣ съ воздухомъ вдвувался порошкообразный ферромарганецъ и ферросилицій. *Способъ этотъ дѣлаетъ возможными хорошіе отливки изъ сѣрнистыхъ чугуновъ.*

Заканчивая статью слѣдуетъ замѣтить, что процессъ этотъ въ корнѣ разнится отъ процесса Бессемера. Въ послѣднемъ повышеніе температуры ванны происходитъ главнымъ образомъ за счетъ окисленія кремнія и углерода, тогда какъ въ процессѣ Прэнса нѣтъ окисленія ни кремнія ни углерода и температура ванны прогрессивно падаетъ.

**Плавка мѣди.** Долгое время пытались улучшить качества расплавленной мѣди; для этого прибавляли

боръ или титанъ, но распространенія этого мегоды не получилъ, вслѣдствіе высокой цѣны упомянутыхъ металловъ. Когда расплавляютъ красную мѣдь, качества свои она нѣсколько теряетъ, уменьшается ея вязкость и электро-проводность.

Приступая къ плавкѣ мѣди въ тиглѣ нужно твердо помнить особенность этого металла. Она обладаетъ свойствомъ въ расплавленномъ видѣ поглощать нѣкоторое количество кислорода, образуя закись мѣди растворяющейся въ жидкомъ металлѣ. Мѣдь во время остыванія растеть. Причина роста по послѣднимъ изысканіямъ зависитъ отъ диссоціаціи сѣрнистой кислоты, занимающей при этомъ процессѣ объемъ въ пять разъ большій. Для полученія хорошей расплавленной красной мѣди слѣдуетъ устранить поглощеніе сѣры и разрушить образовавшуюся закись мѣди. Примѣсь фосфора съ этой цѣлью практикующаяся на нѣкоторыхъ бронзо-литейныхъ заводахъ уменьшаетъ проводимость мѣди, равно какъ марганецъ и хромъ, алюминій загрязняетъ металлъ, окись алюминія, желѣзо, никкель дѣлають металлъ твердымъ и уменьшаютъ его удлиненіе, равно какъ цинкъ и олово.

Нѣмецкій металлургъ Гюзеръ (M. Hüser) пробовалъ добавлять магній, который сравнительно дешевле и получилъ мѣдь съ содержаніемъ 20% магнія. Когда плавятъ мѣдь въ тиглѣ съ примѣсью кокса, насыпають сверху слой древеснаго угля для предохраненія ея отъ дѣйствія газовъ, вслѣдствіе чего, самыя практичныя печи для расплавленія мѣди будутъ нефтяныя и электрическія. Когда мѣдь расплавится прибавляютъ въ тигель отъ 0,125 до 0,25% магнезій мѣди и смѣсь помѣшиваютъ графитовой палочкой. Образовавшаяся окись магнія растворяется въ всплывающемъ на поверхность шлакъ слой котораго имѣетъ толщину приблизительно 2 сантиметра и имѣетъ большое сродство къ окиси магнія. Полученная такимъ образомъ мѣдь содержитъ 0,1% магнія и не заключаетъ ни закиси мѣди ни газовъ; она плотна и имѣетъ волокнистое строеніе. Штыковая красная мѣдь подвергающаяся этой операціи не должна содержать сѣры. Чемъ больше въ ней содержаніе Mg тѣмъ меньше она въ опокѣ растеть. При формовкѣ должно обращать вниманіе на усадку которая = 1/61. Сплавъ красной мѣди съ Mg можно отливать въ штыки непосредственно въ желѣзные опоки натер-



тя графитомъ. Такой штыкъ можетъ быть прока-  
танъ въ тонкій листъ и вытянутъ въ проволоку съ  
сопротивленіемъ разрыву 42 kg. на  $\square$  м/п. Про-  
водимость магниевой мѣди и красной одинакова  
97,1% даже нѣсколько больше. Гюзерь получилъ  
магниевую мѣдь проводимостью 98,5%.

**Сплавъ желѣза съ молибденомъ** (ферромолиб-  
денъ). Молибденъ получаютъ изъ молибденита  
 $\text{MoS}_2$ , который содержитъ 59—60% молибдена или  
изъ вульфенита (мелиноза)  $\text{PbMoO}_3$  свинцовой  
руды богатой молибденомъ и содержащей часто  
кромѣ того: мышьякъ, мѣдь, желѣзо и ванадій.

Молибденъ служитъ для изготовленія молибде-  
новой стали хорошаго качества, получается почти  
исключительно изъ сѣрнистаго соединенія  $\text{MoS}_2$ .

Въ Америкѣ путемъ сплавленія въ электриче-  
ской печи хорошаго гематитоваго чугуна съ молиб-  
денитомъ изъ Австраліи заключающемъ слѣды мѣди  
и ферросилиціемъ содержащимъ 50% Si, получи-  
лась сталь съ незначительнымъ содержаніемъ сѣры.

Въ общемъ, при отсутствіи молибденита, поль-  
зуются, наличною рудою, которую слѣдуетъ под-  
вергнуть очисткѣ.

Американскія фирмы занимающіеся этимъ про-

изводствомъ достигли замѣчательныхъ результатовъ  
повысивъ содержаніе молибдена до 90%. Сплавъ  
ферромолибдена съ содержаніемъ 80% молибдена  
и 2—4% углерода изготовляется въ электрической  
печи Эру.

Изготовленіе молибденовой стали приняло въ  
послѣднее время значительные размѣры. Молибде-  
новая сталь обладаетъ цѣнными качествами. При-  
бавленіе къ стали незначительнаго количества мо-  
либдена соответствуетъ по качествамъ придавае-  
мымъ стали двойному количеству вольфрама. Еще  
лучше было бы изготовить сталь съ содержаніемъ  
вольфрама и молибдена. Сталь получается высокиехъ  
качествъ прибавленіемъ къ ней молибдена, воль-  
фрама и хрома. Сталь никель молибденовая высоко  
цѣнится въ автомобильномъ производствѣ. Прибав-  
леніе къ никелевой стали небольшого количества  
молибдена, значительно повышаетъ ее сопротивление  
удару, а трещина понижаетъ сопротивление разрыву  
въ незначительной степени. Вслѣдствіе этого сталь  
никель-хромо-молибденовая имѣетъ значительное  
примѣненіе въ броневомъ дѣлѣ. Сталь съ высо-  
кимъ содержаніемъ молибдена теряетъ часть своей  
упругости.

*Горн. инж. Тумановъ.*

## Никкелированіе аллюминіевыхъ издѣлій.

Ввиду того, что аллюминій не очень стоекъ  
по отношенію къ водѣ при кипяченіи, давно уже  
дѣлаются попытки наносить на поверхность аллю-  
минія тонкій слой никкеля. Способъ Карнака раз-  
рѣшаетъ эту задачу. Аллюминій сперва тщательно  
очищается кипяченіемъ въ растворѣ калиеваго ще-  
лока, промывается известковымъ молокомъ, затѣмъ  
погружается на нѣсколько минутъ въ растворъ  
ціанистаго калия и въ концѣ-концовъ тоже нена-  
долго въ растворъ хлористаго желѣза, пригото-  
вленный раствореніемъ 1 грамма желѣза въ 500 грам-  
махъ соляной кислоты, разбавленной 500 граммами  
воды. Послѣ каждой операціи никкелируемый пред-  
метъ тщательно промывается чистой водой.

Растворъ для никкелированія готовится изъ  $3\frac{1}{4}$   
граммовъ хлористаго никкеля и  $1\frac{1}{4}$  грамма борной  
кислоты въ 1000 к. с. перегнанной воды. Расходъ  
тока 1 амперъ на квадратный дециметръ при напря-  
женіи въ  $2\frac{1}{2}$  вольты. Для полученія хорошихъ  
результатовъ существенно важною является хоро-  
шая очистка поверхности и предварительное ука-  
занное выше поверхностное нанесеніе тончайшаго  
слоя желѣза. Въ этихъ условіяхъ никкель оса-  
ждается очень плотнымъ слоемъ на поверхность ал-  
люминія и какъ бы проникаетъ въ его поры, такъ  
что обратно никкель нельзя снять съ никкелиро-  
ванной поверхности иначе какъ вмѣстѣ съ аллю-  
миніемъ.

# Новыя работы, устройства и усовершенствованія на каменно-угольныхъ и антрацитовыхъ рудникахъ Донецкаго бассейна въ 1914 г.

(Окончаніе).

## Подземныя работы \*).

Среди каменноугольныхъ и антрацитовыхъ предприятий Донецкаго бассейна новыя подземныя работы имѣютъ большее распространеніе, чѣмъ новыя поверхностныя работы: въ то время, какъ изъ 122-хъ предприятий, отвѣтившихъ на запросы Статистическаго Бюро, новыя поверхностныя работы производились въ 1914 г. на 62-хъ предприятияхъ (50,8% общаго числа отвѣтовъ), новыя подземныя работы производились на 76 предприятияхъ (62,3% общаго числа отвѣтовъ). Но при этомъ замѣчается значительное различіе въ степени распространенности новыхъ подземныхъ работъ въ крупныхъ и мелкихъ предприятияхъ:

	Число предприятий, отвѣтившихъ на запросъ	Число предприятий, производившихъ въ 1914 г. новыя подземныя работы	То же въ % числа отвѣтившихъ предприятий
Предприятия съ добычей болѣе 1 милл. пудовъ въ 1914 году . . . . .	79	56	70,9%
Предприятия съ добычей до 1 милл. пуд. въ 1914 г.	43	20	46,5%
Итого . . . . .	122	76	62,3%

Въ данномъ случаѣ имѣетъ мѣсто то же явленіе, которое было отмѣчено при рассмотрѣніи новыхъ поверхностныхъ работъ, а именно—большая распространенность новыхъ работъ среди крупныхъ предприятий по сравненію съ мелкими.

Всѣ производившіяся новыя подземныя работы можно разбить на слѣдующія три большія группы:

*I группа.* Прохожденіе и оборудованіе новыхъ шахтъ, квершлаговъ, бремсберговъ, уклоновъ, слѣпыхъ шахтъ, насосныхъ и машинныхъ камеръ и пр., а

\* О новыхъ поверхностныхъ работахъ см. № 18 „Горно-Заводскаго Дѣла“ за тек. годъ и стр. № 135 этого сборника.

также углубленіе и расширеніе существующихъ выработокъ.

*II группа.* Установка новыхъ машинъ и улучшенія и измѣненія въ различнаго рода горныхъ работахъ: вентиляціи, водоотливѣ, откаткѣ, подъемѣ и проч.

*III группа.* Развѣдочныя работы.

Если разбить предприятия по отдѣльнымъ рубрикамъ въ зависимости отъ характера производившихся подземныхъ работъ, то, при указанной выше группировкѣ работъ (три группы), мы получимъ слѣдующее распредѣленіе предприятий:

Группы работъ	Число предприятий, производившихъ новыя подземныя работы		
	Предприятия съ добычей болѣе 1 милл. пуд. въ 1914 г.	Предприятия съ добычей до 1 м. п. въ 1914 г.	Итого
Только I	23	12	35
„ II	2	1	3
„ III	3	2	5
I и II	15	4	19
I и III	5	—	5
I, II и III	8	1	9
Итого .	56	20	76

Приведенныя цифры даютъ весьма поучительную картину степени распространенности тѣхъ или иныхъ работъ въ крупныхъ и мелкихъ предприятияхъ.

Интересно отмѣтить, что среди крупныхъ предприятий (съ добычей болѣе 1 милл. пуд.) 50% послѣднихъ производили новыя подземныя работы, отнесенныя въ нашей классификаціи къ нѣсколькимъ группамъ (I и II, I и III, I—II—III), среди мелкихъ же предприятий (съ добычей до 1 милл. пуд.) только 25% производили работы, отнесенныя къ нѣсколькимъ группамъ, остальные же 75%

предприятий производили работы какой либо одной группы. Иными словами, степень разнообразия и сложности новых подземных работ значительно выше в крупных предприятиях, чѣмъ в мелкихъ.

Въ общемъ, изъ 76-ти предприятий, производившихъ новыя подземныя работы, 68 предприятий производили работы, отнесенныя выше къ I группѣ (проходка и углубленіе шахтъ и пр.), 31 предприятие производило работы II-й группы (установка новыхъ машинъ и улучшения въ работахъ) и, наконецъ, 19 предприятий производили работы III-й группы (развѣдки).

Такимъ образомъ, наиболѣе распространенными являются работы I группы, наименѣе распространеными—работы III группы.

*I. Прохождение новыхъ и углубленіе существующихъ шахтъ, проходженіе квершлаговъ, бремсберговъ, уклоновъ, насосныхъ и машинныхъ камеръ и проч. горныхъ выработокъ.*

Степень распространенности тѣхъ или иныхъ работъ, отнесенныхъ нами къ I группѣ, видна изъ слѣдующихъ данныхъ:

Группы предприятий	Общее число предприятий, при- славшихъ свѣдѣнія	Общее число пред- приятий, про- изводивш. работы I группы	Число предприятий, производившихъ работы			
			По прохож- денію новыхъ шахтъ	По углуб- ленію суще- ствующихъ шахтъ	По прохож- денію брем- сберговъ, квершл., уклоновъ	По прохож- денію насос- ныхъ и ма- шинныхъ ка- меръ и пр. горн. выра- ботокъ
Предприятия съ добычей болѣе 1 м. пуд. въ 1914 г.	79	51	18	17	40	13
Предприятия съ добычей до 1 милл. пуд. въ 1914 г.	43	17	11	4	5	5
Итого . . .	122	68	29	21	45	18

Наиболѣе распространены работы по прохоженію квершлаговъ, бремсберговъ и уклоновъ.

Характерныя данныя получаются въ отношеніи числа предприятий, работающих по прохоженію новыхъ шахтъ: если число такихъ предприятий (18 и 11) отнести къ общему числу предприятий, при-  
славшихъ отвѣты на запросъ Статистическаго Бюро, то степень распространенности указанныхъ работъ является почти одинаковой для крупныхъ и мелкихъ предприятий (23% и 26% общаго числа отвѣтовъ); но если то же число отнести къ числу предприятий, производящихъ тѣ или иныя подземныя проходки и углубленія, то картина рѣзко мѣняется: среди крупныхъ предприятий степень распространенности разсматриваемыхъ работъ выразится въ 35%, а среди мелкихъ—въ 65%. Отмѣченныя соотношенія указываютъ на то, что если мелкія предприятия занимаются подземными проходками, то главнымъ образомъ—проходками новыхъ шахтъ.

Наоборотъ, проходженіе квершлаговъ, бремс-

берговъ и уклоновъ является чрезвычайно распро-  
страненнымъ среди крупныхъ предприятий.

Разсмотримъ теперь цифровыя данныя, харак-  
теризующія размѣръ произведенныхъ работъ.

*а) Прохождение новыхъ шахтъ.*

Изъ 29 вышеуказанныхъ фирмъ 28 сообщили свѣдѣнія о числѣ проходившихся шахтъ:

	Число предприятий	Число шахтъ
По одной шахтѣ . . .	15	15
„ двѣ . . .	9	18
„ три . . .	2	6
„ четыре . . .	2	8
Итого . . . . .	28	47

На одно предприятие въ  
среднемъ . . . . . 1,7

Относительно проходившихся глубинъ имѣются свѣдѣнія по 16 предприятиямъ; этими послѣдними

проходила 31 шахта (точнѣе—27 шахтъ и 4 шурфа), причѣмъ въ общѣмъ пройдено 889,5 саж., что для одной шахты даетъ въ среднемъ 28,7 с. пройденной глубины.

*б) Углубленіе существующихъ шахтъ.*

Изъ общаго числа предпріятій, приславшихъ свѣдѣнія, работы по углубленію шахтъ производились на 21 предпріятіи. Изъ этого числа 19 предпріятій сообщили свѣдѣнія о числѣ углублявшихся шахтъ:

	Число предпріятій	Число углублявшихся шахтъ
По одной шахтѣ . . . . .	10	10
„ двѣ „ . . . . .	5	10
„ три „ . . . . .	3	9
„ четыре „ . . . . .	1	4
Итого . . . . .	19	33
На одно предпріятіе въ среднемъ . . . . .		1,7

Данныя о пройденныхъ глубинахъ имѣются относительно 21 шахты; въ общѣмъ эти шахты углублены на 685,3 саж., что для одной шахты даетъ въ среднемъ 32,6 саж. углубленія.

Интересно отмѣтить, что средняя величина углубленія одной шахты (32,6 саж.) превышаетъ среднюю величину проходки одной новой шахты (28,7 с.) на 3,9 с., или на 14%.

*в) Прохожденіе квершлаговъ, бремсберговъ, уклоновъ и проч.*

Изъ 122 предпріятій, о которыхъ имѣются свѣдѣнія, 45 предпріятій производили въ 1914 г. работы по прохожденію квершлаговъ, бремсберговъ и уклоновъ.

Работы по прохожденію квершлаговъ производились на 21 предпріятіи; о числѣ проходившихся квершлаговъ имѣются свѣдѣнія отъ 17 предпріятій:

	Число предпріятій	Число квершлаговъ
По одному квершлагу . . . . .	9	9
„ два „ . . . . .	4	8
„ три „ . . . . .	3	9
„ четыре „ . . . . .	1	4
Итого . . . . .	17	30
На одно предпріятіе въ среднемъ . . . . .		1,8

Имѣющіяся данныя о длинѣ выработокъ относятся къ 16 квершлагамъ, изъ коихъ часть была начата, часть же продолжалась и заканчивалась проходкой. Всего этими квершлагами пройдено 1.067,2 с., что для одного квершлага даетъ среднюю величину проходки въ 66,7 саж.

Работы по прохожденію бремсберговъ производились на 20 предпріятіяхъ; о числѣ проходившихся бремсберговъ имѣются свѣдѣнія 9 предпріятій, на коихъ пройдено въ общѣмъ 22 бремсберга.

По даннымъ, относящимся къ 17 бремсбергамъ, средняя величина проходки для одного бремсберга опредѣляется въ 59,8 саж.

Работы по прохожденію уклоновъ велись на 25 предпріятіяхъ, изъ нихъ 18 предпріятій вели проходку 30 уклоновъ. Относительно 22 уклоновъ имѣются свѣдѣнія, что всего пройдено 1.643,5 с., что даетъ въ среднемъ для одного уклона величину проходки 74,7 саж.

Работы по прохожденію штрековъ встрѣчаются рѣдко: только четыре предпріятія изъ числа отвѣтвившихъ вели эти работы; изъ нихъ на двухъ предпріятіяхъ проходило по одному штреку и на двухъ — по нѣсколько штрековъ. За то простирание этого рода выработокъ весьма велико; такъ, на одномъ предпріятіи изъ числа отвѣтвившихъ пройдено штреками въ 1914 г. въ общѣмъ 1.282,5 с., на другомъ—435 саж., а съ ходками—490 саж.

*г) Прохожденіе насосныхъ и машинныхъ камеръ и проч. горныхъ выработокъ.*

Изъ общаго числа предпріятій, сообщившихъ свѣдѣнія о новыхъ работахъ, 18 предпріятій вели въ 1914 г. работы по проходкѣ камеръ. О числѣ пройденныхъ камеръ дали свѣдѣнія 17 предпріятій.

Въ общѣмъ на этихъ предпріятіяхъ пройдено 12 насосныхъ камеръ, 6 камеръ для лебедокъ или для тягальныхъ машинъ, 6 камеръ безъ указанія ихъ назначенія, динамитный складъ, конюшня, нѣсколько резервуарныхъ штрековъ, одна камера при стволѣ шахты для углубки этой шахты, расширена одна водоотливная камера. Въ среднемъ на каждое изъ указанныхъ 17 предпріятій приходится пройденныхъ камеръ 1,5.

*II. Установка новых машин и изменений и улучшения в горных работах.*

Подробное описание произведенных в 1914 г. установок и улучшений в горных работах потребовало бы много места; к тому же некоторые из сообщенных по этому вопросу сведений настолько общи, что не позволяют детализировать итоги по характеру и размерам новых установок и улучшений.

Поэтому мы ограничимся указанием, что из общего числа ответивших фирм новая установка и улучшения в работах имели место в 30 предприятиях, причем наиболее часто встречающимися в описаниях работами являются следующие:

Улучшение вентиляции . . . . .	в 11 предприятиях
„ водоотлива . . . . .	9 „
„ откатки . . . . .	7 „
„ подъема . . . . .	5 „

*III. Разведочные работы.*

Из общего числа предприятий (122), ответивших на запросы, 19 предприятий производили в 1914 г. разведочные работы.

Из этого числа только три предприятия дали ответы общего характера, остальные же 16 предприятий сообщили с большей или меньшей подробностью как о характере и размере производившихся работ, так и о достигнутых результатах.

В нижеследующей таблице сделана сводка ответов по вопросу о пройденных глубинах:

Разведочные работы

№№ фирм по порядку	Буровые скважины		Шурфы		Квершлаг		Наклонные ходы		Канавы	
	Число скважин	Общая глубина (саж.)	Число шурфов	Общая глубина (саж.)	Число квершлагов	Общая длина (саж.)	Число наклонных ходов	Общая длина (саж.)	Число канав	Общая длина (саж.)
1 . . . . .	—	—	1	20	1	?	—	—	—	—
2 . . . . .	Нѣск.	?	—	—	—	—	—	—	—	—
3 . . . . .	1	11,3	—	—	—	—	—	—	—	—
4 . . . . .	14	229,9	—	—	—	—	—	—	—	—
5 . . . . .	—	—	20	39 (прибл.)	—	—	—	—	7	41,6
6 . . . . .	12	240 (прибл.)	—	—	—	—	—	—	—	—
7 . . . . .	3	80	—	—	—	—	—	—	—	—
8 . . . . .	1	94,7	—	—	—	—	—	—	—	—
9 . . . . .	1	8	—	—	—	—	—	—	—	—
10 . . . . .	3	166	—	—	—	—	—	—	—	—
11 . . . . .	7	544,7	—	—	—	—	—	—	—	—
12 . . . . .	1	17	—	—	—	—	2	46	—	—
13 . . . . .	—	—	1	12	—	—	—	—	—	—
14 . . . . .	—	—	—	—	1	52	—	—	—	—
15 . . . . .	7	140	—	—	—	—	—	—	—	—
16 . . . . .	—	—	—	—	—	—	1	?	—	—

Итого по 13 предприятиям, сообщившим определенныя сведения . . .

50	1.531,6	21	51	1	52	2	46	7	41,6
----	---------	----	----	---	----	---	----	---	------

Такимъ образомъ, на 13 предпріятіяхъ пройдено развѣдками всего 1.722,2 саж., что для одного предпріятія даетъ въ среднемъ 132,5 саж.

Средняя глубина одной буровой скважины опредѣляется въ 30,6 саж.

Изъ отвѣтовъ тѣхъ же 16 предпріятій усматривается, что на 6 предпріятіяхъ обнаружено развѣдками въ общемъ семь пластовъ, на трехъ же

предпріятіяхъ выяснена картина залеганія и выхода пластовъ.

На четырехъ предпріятіяхъ, изъ числа отвѣтвшихъ, новыхъ залеганій развѣдками не обнаружено; по тремъ же остальнымъ предпріятіямъ не получено опредѣленныхъ свѣдѣній о результатахъ развѣдочныхъ работъ.

А. С.—кій.

## Управление тяжелымъ электрическимъ прокатнымъ станомъ.

(La technique moderne 19 i/v 14).

Прокатные станы могутъ быть пущены въ ходъ:

- 1) отъ гидравлическаго двигателя,
- 2) отъ паровой машины,
- 3) отъ газоваго двигателя,
- 4) отъ электрическаго мотора питаемаго газовой центральной станціей.

Гидравлическіе двигатели требуютъ особаго расположенія завода, а потому примѣненіе ихъ ограничено. Въ Терни (Италія) для непосредственнаго движенія стана Лаутъ задолжается водная турбина въ 1000 лошадей при скорости вращенія 240 оборотовъ въ 1'. Станъ этотъ предназначенъ для прокатки листовъ и броневыхъ плитъ имѣетъ слѣдующіе размѣры: діаметръ валковъ верхняго и нижняго  $960^m/m$ , средняго  $610^m/m$ , длина  $3200^m/m$ . Подъемные столы расположенные по обѣ стороны стана обслуживаются особой турбиной въ 100 силъ.

Въ 1911 году былъ установленъ реверсивный дуо для прокатки 100 t слитковъ для броневыхъ плитъ. Размѣры валковъ діаметръ  $1250^m/m$ , длина  $4500^m/m$ , максимальный подъемъ валковъ  $1250^m/m$ ; вѣсъ каждаго валка превосходитъ 50 t. Гидравлическій двигатель развиваетъ большую мощность при маломъ расходѣ воды. Чтобы получить скорость прокатки одинаковую какъ при паровой машинѣ, пришлось впречь турбину непосредственно въ станъ, безъ промежуточныхъ передачъ. Турбина должна была соединять довольно значительную разницу въ скоростяхъ съ слабыми измѣненіями мощности дабы имѣть возможность, во время прокатки, использовать часть живой силы

маховика. Достигается это при посредствѣ двухъ колесъ Пельтона (Pelton) діаметромъ одинъ метръ и числомъ оборотовъ 350—400 въ 1'. Максимальная мощность турбины 3500 лош., но она можетъ развитъ съ одинаковымъ полезнымъ дѣйствіемъ 2500 и 1500 лошадей. Расходъ воды 2000—1350—800 литровъ.

Паровые двигатели примѣняются болѣе часто. Котлы отопиваются газами доменныхъ печей. Машина работающая при благоприятныхъ условіяхъ требуетъ отъ 5000 до 6000 калорій на паровую лошадь. Въ этомъ отношеніи паровой двигатель менѣе экономенъ нежели газовой, который для той же цѣли требуетъ только 2200 калорій. Многія другія причины даютъ понять, что паровая машина какъ прокатный двигатель отживаетъ свой вѣкъ, на примѣръ: загроможденіе пространства, значительная инерція, которая сказывается при перемиѣнѣ хода, потери въ паропроводахъ при пареніи, конденсація пара какъ во время хода такъ и во время остановокъ.

Газовые двигатели имѣютъ большое преимущество надъ паровыми, вслѣдствіе того, что для каждаго стана требуется самостоятельный моторъ, полезное дѣйствіе получается наибольшее. Въ настоящее время газовые двигатели примѣняются исключительно для мелкосортныхъ станомъ, такъ какъ они плохо выдерживаютъ ударъ и значительныя измѣненія скоростей.

Газовые двигатели нуждаясь въ частой чисткѣ и ремонтѣ требуютъ резервъ электрической или паровой, который работаетъ во время остановокъ. Гибкость его работы меньше нежели паровой ма-

шины. Чтобы произвести работу задолжающую нормально 1000 лошадей и случайно 2000, паровой машины достаточно в 1200 силъ и при максимальной затратѣ энергии получается хороший выходъ, тогда какъ газовый двигатель при тѣхъ же условіяхъ потребуется в 1500 силъ и полезное дѣйствіе его при работѣ в 1000 силъ будетъ весьма посредственное, такъ что при колебаніяхъ энергии газовый двигатель приходится ставить слишкомъ мощный, благодаря чему увеличиваются расходы по установкѣ и расходъ горючаго при работѣ съ среднимъ напряженіемъ.

Всѣ недостатки газовыхъ двигателей отходятъ, когда таковыя обслуживаютъ центральную станцію и служатъ для возбужденія тока; удары тогда распределяются равномерно по всей линіи. Общая мощность тогда ниже той, которая бы потребовалась, если каждый станъ снабженъ самостоятельнымъ газовымъ моторомъ, благодаря чему получается экономія въ покупной стоимости. Коэффициентъ полезнаго дѣйствія очень хороший. Расходъ газа меньше, несмотря на то, что электрическая трансмиссія поглощаетъ 15%, задолжается „минимумъ“ газопроводныхъ трубъ и избѣгается сложная установка; уходъ и содержаніе значительно упрощаются. Остановка одного двигателя для чистки или ремонта не вызываетъ остановки стана, что съ экономической точки зрѣнія весьма важно. Эластичность сообщаетъ электрическому мотору цѣнныя качества. Подача возможна въ любой моментъ и не зависитъ отъ числа оборотовъ валиковъ. Возвратъ расхода энергии и расходы по содержанію удешевляютъ номинальную лошади-часъ. Наконецъ, только чрезмѣрный нагрѣвъ можетъ повредить обмотку, такъ что моментальную мощность можно считать почти неограниченной. Опасность заклина при чрезмѣрной нагрузкѣ не существуетъ. Впрочемъ во избѣжаніе возможнаго сгорания обмотки пользуются автоматическимъ выключателемъ. Преимущество электрическаго мотора — его компактность, благодаря которой онъ занимаетъ мало мѣста. Помѣщенія подъ поломъ, гдѣ обыкновенно расположены клапана и конденсаторъ, излишни, равно и каналы, въ которыхъ расположены питающія трубы или выпускныя для пара или газа. Всѣ металлургическіе заводы стремятся въ настоящее время перейти на электричество, которое, помимо другихъ преимуществъ, даетъ стану

полную двустороннюю доступность, что даетъ возможность ускорить подачу слитковъ къ валькамъ, подачу ихъ къ нагрѣвательнымъ печамъ и обратную подачу къ валькамъ. Скорость этихъ манипуляцій способствуетъ меньшему остыванію металла, уменьшенію расхода энергии и горючаго. Важнѣйшій вопросъ при заданіи прокатнаго электрическаго двигателя есть вопросъ его мощности. Мощность двигателя легко рассчитать, если детально разработана программа прокатки. М. Пюпэ (Puppe) даетъ много примѣровъ такихъ подсчетовъ и описаніе приборовъ для измѣреній въ своемъ сочиненіи: „Dépense d'énergie des laminoirs“ (Расходъ энергии въ прокатныхъ). Въ подсчетъ входятъ: температура слитка, калибры ручьевъ, вѣсъ слитка и производительность. Расходъ энергии увеличивается со скоростью обработки слитка и профилей, когда температура понижается. Удѣльная теплота при температурѣ ниже 1000° понижается скачками. Степень увеличенія тепла, служащаго для увеличенія сцѣпленія между молекулами, зависитъ отъ вѣса и профиля прокатываемаго сорта. Плохой подборъ ручьевъ вредно вліяетъ на качество прокатки и вынуждаетъ выключить станъ. Профили, обрабатываемые коробчатыми ручьями, нуждаются въ большей обработкѣ, нежели прокатываемые въ обыкновенныхъ ручьяхъ при одинаковой температурѣ и степени вытяжки. Если отношеніе:  $\frac{\text{поверхность}}{\text{сѣченіе}}$  большое, охлажденіе идетъ быстро и моторъ требуетъ большой мощности.

Систематическія испытанія расхода энергии были предприняты въ 1908 г. на реверсивномъ электрическомъ блумингѣ завода „Reinische Stahlwerke“. Группа Ильгнеръ-Леонардъ, которой работаетъ станъ, находилась въ дѣйствиіи въ теченіе трехъ мѣсяцевъ. Вѣсъ слитковъ колеблется отъ 2,5 до 3,3 тоннъ и ежедневная производительность достигала въ среднемъ 1500 тоннъ. Токъ получался отъ центральной станціи напряженіемъ въ 525 W. Колебанія энергии во время работы были значительны. Подача слитка въ валки при первыхъ проходахъ требовала отъ 5500 до 7500 силъ. Въ моментъ перемены хода, маховику была передана энергія отъ 2000 до 2700 kw.

Такъ что въ промежуткѣ нѣсколькихъ секундъ уклоненіе выразилось въ круглыхъ цифрахъ 10000 лошадей. При послѣдующихъ проходахъ измѣненія

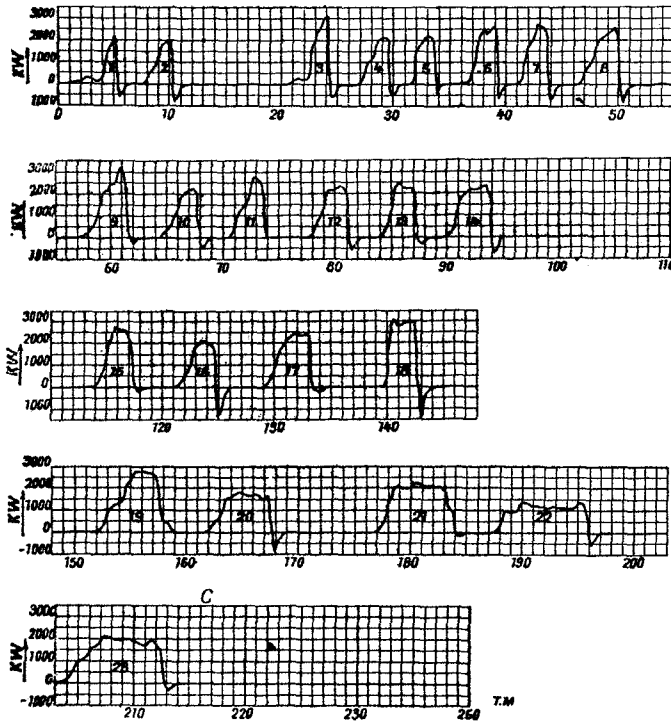
были болѣе послѣдовательны и не столь рѣзки. На тонну мягкой стали расходовалось 17 kw въ часъ при удлинении = 9. Мощность переданная реверсивному стану измѣнялась при твердой стали отъ 1150 до 1300 kw., когда вытягиваніе было отъ 8 до 20. Для мягкой стали считали 950 до 1220 kw при колебаніи вытягиванія отъ 5 до 20. Въ сопряженіи мотора со станомъ расходовалось 1,1 до 1,3 kw часовъ на полезную лошадь часъ.

Реверсивный блумингъ „Georgsmarienhütte“ прокатываетъ слитки въ 2500 kg. Совмѣстная группа двухъ одинаковыхъ пусковыхъ моторовъ можетъ развивать въ извѣстные моменты работу до 85000 kpm. Вольтажъ каждого мотора 750 и скорость со-

отвѣтствующая этому напряженію 60 оборотовъ въ 1'. Общая мощность 7000 лошадей. Работа прокатки измѣряемая на моторѣ стана и отнесена для легкости сравненія къ слиткамъ вѣсомъ 2200 kg. Работа находится въ зависимости отъ качества металла и температуры; связь ея съ удлинениемъ обозначается кривыми параболическаго характера. Расходъ энергіи, прокатного мотора, для слитка вѣсомъ 2675 kg состава:

C . . . . .	0,250
Mn . . . . .	0,731
Si . . . . .	0,015

который былъ прокатанъ въ 9,7 разъ противъ начальной длины, изображенъ діаграммой фиг. I.



(Fig 1). Діаграмма расхода энергіи мотора стана въ kw при полной прокаткѣ слитка вѣсомъ 2.675 тоннъ. Удлинение: 9,7. Начальная температура 1190°, окончательная 1110°.

Табл. I указываетъ энергію затраченную на прокатку разныхъ блюмовъ.

При нормальномъ ходѣ считаютъ расходъ энергіи 770 kw при удлинении противъ начальной длины въ 9,5 разъ.

Въ сталелитейной (Edgar Tompson) прокатная, назначеніе которой перекачивать старые рельсы вѣсомъ 45 kg въ рельсы вѣсомъ 8 kg, имѣетъ два стана, изъ которыхъ каждый обслуживается моторомъ въ 1500 лошадей, въ 30 полюсовъ, обмотка



Т а б л и ц а 1.

№№	Вѣсъ въ kg	Химическій составъ	Крайнія темпер.	Измѣненія длины	Работа въ тоннахъ- метрахъ
1	2200	C = 0,250, Mn = 0,731 Si = 0,015	1140—1070	1— 9,7	0—11500
2	"		1170—1120	1— 9,7	0—10000
3	"	C = 0,130 Mn = 0,454 Si = 0,0056	1183—1091	1—21,8	0—12300
4	" Мартэн. сталь тверд.		"	1—15	0—10200

компоундъ, компоундажъ 15%, напряженіе 220 W и скорость отъ 100 до 125 оборотовъ въ 1'.

При выходѣ изъ калильной печи, рельсъ подводится къ стану помощью катковъ приводимыхъ въ движеніе электрическимъ моторомъ. Прокатка рельсъ продолжается не болѣе двухъ минутъ. Производительность 4800 девятиметровыхъ рельсовъ въ 12 часовую смѣну. На прокатку 15 рельсовъ вѣсомъ 45 kg въ теченіи 5 минутъ на первомъ станѣ было затрачено 90000 ваттъ часовъ. Средняя сила тока была 4700 амперъ при максимумѣ 5000 амп. и минимумѣ 3250 амп.; на треніе пошло 1800 амп. при 230 W, несмотря на зажимъ валковъ амперы мѣнялись отъ 1200 до 2000. Иногда доходило до 6000 амп. при 230 W. Эту мощность моторы выдержали свободно несмотря на то что работали съ слабымъ полемъ шунта или работали со скоростью 130 оборотовъ въ 1' при 1/3 нормальной нагрузки. Колебанія послѣдней уменьшаются маховикомъ. Работа тренія задолжала 500 силъ изъ развиваемыхъ моторомъ. Во время прокатки задолжалось отъ 950 до 1450 лошадей при случайномъ максимумѣ 1700 лошадей. Эти низкія цифры слѣдуетъ приписать дѣйствію маховика, который пополняетъ расходъ изъ запаса энергіи приобретаемой имъ, когда число оборотовъ падаетъ съ 125 на 90 въ минуту. Въ этихъ же станяхъ прокатываютъ билэты (заготовки) для рельсовъ вѣсомъ 8 kg. Мощность для этой цѣли требуется меньшая, такъ какъ заготовка заканчивается 6 пропусками. При прокаткѣ билэтъ размѣра 57 × 57<sup>m</sup>/m сила тока не превосходитъ 4300 амперъ, что даетъ въ среднемъ 4700 ваттъ-часовъ, включая треніе преодолимое при прокаткѣ блюма, т. е. трехъ девятиметровыхъ рельсъ. При блюмахъ для рельсъ вѣсомъ 45 kg, расходъ энергіи 5600 ваттъ-часовъ.

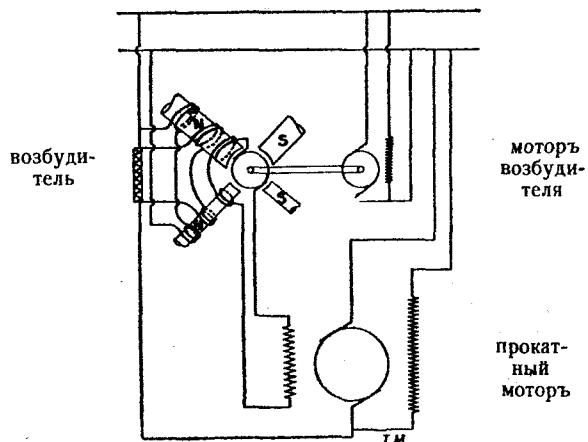
Источникъ тока вліяетъ на расчетъ мощности прокатного двигателя и вѣсъ маховика. Если заводъ имѣетъ собственную двигательную силу, то себѣ стоимостъ находится въ зависимости отъ равномерности использования энергіи. Если располагаютъ съ одной стороны станомъ работающимъ отъ мотора, съ другой, имѣютъ нѣкоторое количество маленькихъ моторовъ съ нагрузкой приблизительно постоянной, то для уменьшенія колебаній тока нуженъ мощный маховикъ. Если располагаютъ нѣсколькими работающими одновременно станами упраздненіе маховика приноситъ иногда пользу, если нагрузка всѣхъ моторовъ одинакова. Условія дѣйствія электрическихъ становъ нельзя признать вполне рациональными. Въ самомъ дѣлѣ, при наибольшей скорости, нагрузка слаба, т. е. при первыхъ пропускахъ. По мѣрѣ увеличенія нагрузки, т. е. вытягиванія прокатываемой заготовки скорость уменьшается. Въ началѣ когда слитокъ толстъ и коротокъ и ручки его плохо схватываютъ, станъ движется со скоростью максимумъ, удары вталкиванія и выталкиванія воспринимаются прокатчиками. По мѣрѣ протяжки, скорость стана уменьшается, тогда какъ условіе работы требуетъ обратнаго. Это неудобство чувствуется особенно въ крупныхъ станяхъ тріо, что вынуждаетъ ихъ дѣлать безъ маховиковъ на подобіе реверсивныхъ. Скорость валковъ вначалѣ медленная, для лучшаго схватыванія слитка, увеличивается по мѣрѣ прокатки и становится максимумъ при послѣднихъ проходахъ.

При выборѣ мотора нужно руководствоваться не только вышеуказанными условіями, но и еще и тремя слѣдующими:

- 1) Моторъ долженъ обладать большою эластичностью.
- 2) Допускать регулированіе скоростей въ большихъ предѣлахъ.

3) Давать возможность автоматически увеличивать скорость по мѣрѣ увеличенія нагрузки.

Служба реверсивнаго стана требуетъ максимумъ условий: переменный ходъ при большой скорости то въ одномъ, то въ другомъ направленіи, очень быстрое ускореніе и замедленіе хода, подхватъ и остановъ значительнаго мертваго груза, пользование моторами въ нѣсколько сотъ силъ требующихъ особія устройства для пуска въ ходъ, необходимость быть строго хозяиномъ скорости, необходимость имѣть систему компенсацій противъ уклоненій нагрузки, дабы имѣть возможность согласовать службу прокатки съ центральной станціей. Величина колебаній нагрузки находится въ зависимости отъ прокатываемыхъ профилей. Мелкосортные станы имѣютъ почти постоянную нагрузку, крупносортные работаютъ съ переменной нагрузкой. Маховое колесо ограничиваетъ силу удара воспринимаемаго моторомъ. Маховикъ долженъ имѣть запасъ живой силы въ нужный моментъ. Принятое расположеніе, способъ обмотки, степень магнитнаго насыщенія даютъ это въ большей или меньшей степени. Расчетъ обмотки можетъ быть всегда сдѣланъ такъ, чтобы скорость вращенія мотора измѣнялась обратно его нагрузкѣ. Маховое колесо въ такихъ случаяхъ даетъ сильную перегрузку и нагрузка мотора будетъ мало разниться отъ средней нагрузки. Можно уничтожить слишкомъ высокіе точки диаграммы нагрузки, помощью специальныхъ амортизаторовъ. Для примѣра приведемъ расположеніе амортизатора Вестингауза-Брюнъ фиг. 2 удобопримѣнимый и постоянный. Онъ состоитъ изъ вспомогательнаго возбудителя насаженнаго на концѣ оси мотора стана. При крупныхъ станахъ съ малой скоростью предпочтительно имѣть для управления стана малый независимый моторъ. Возбудитель, мощность котораго не превышаетъ 1% мощности мотора стана, дѣйствуетъ на специальную индуктивную обмотку этого мотора, который кромѣ того имѣетъ обыкновенную шунтовую обмотку. Онъ возбуждается отвѣтвленіемъ тока мотора-управленія и снабженъ двумя системами одинаковыхъ индукторовъ, которые нейтрализуютъ другъ друга. Между тѣмъ вслѣдствіе разницы формъ полярныхъ массъ, насыщеніе одной изъ системъ индукторовъ происходитъ токомъ меньшей силы нежели второй. При холостомъ ходѣ стана или работѣ съ малой нагрузкой, про-



Фиг. 2. Схема мотора съ амортизаторомъ перегрузки для прокатнаго стана

катный моторъ работаетъ какъ шунтъ, т. е. безъ замѣтнаго измѣненія скорости. Съ увеличеніемъ нагрузки, увеличивается поле возбудителя, но токъ его равенъ нулю, благодаря противодѣйствию двухъ системъ индукторовъ, пока одна система не будетъ насыщена достаточной нагрузкой. Въ этотъ моментъ поле мотора стана усиливается токомъ возбужденнымъ перевѣсомъ второго индуктора. Вслѣдствіе этого скорость уменьшается въ значительной степени, и получается моторъ шунтъ при слабой нагрузкѣ и моторъ компаундъ при большой. Возбудитель регулируемый шунтовой обмоткой, компаундированъ собственнымъ токомъ съ цѣлью усиленія разности насыщеній. Приспособленія къ впуску измѣняются въ зависимости отъ рода мотора. Въ общемъ можно рекомендовать обмотку обыкновенную компаундъ полюсовъ.

Чтобы работать съ перемежающимся впускомъ устанавливается система коммутаторовъ, которые вводятъ постепенно сопротивления въ серіи съ обмоткой. Интенсивность поля увеличивается и скорость уменьшается, когда значеніе намѣченной мощности достигнуто. При трехфазномъ моторѣ вводъ коммутаціей въ обмотку ротора переменнаго сопротивления и расклиниваніе сопротивления въ цѣпи ротора разрѣшаютъ задачу въ обоихъ случаяхъ.

Разсмотримъ сначала условія постояннаго впуска. Можно положить, что энергія возстановленная маховикомъ пропорціональна уменьшенію скорости, а

вслѣдствіе этого и нагрузкѣ мотора, въ предположеніи, что скорость измѣняется пропорціонально нагрузкѣ. Входъ полосы въ валки уменьшаетъ скорость мотора и вызываетъ ослабленіе энергіи маховика. Послѣ пропуска полосы замѣчается обратное явленіе: нагрузка уменьшается, моторъ приобретаетъ скорость, а маховикъ живую силу.

Мощность требуемая отъ мотора выразится логарифмической кривой, амплитуда измѣненій, которой находится въ зависимости отъ вѣса маховика, продолжительности прохода полосы черезъ ручей и промежутка двухъ послѣдовательныхъ пропусковъ.

Приводимъ таб. II изъ „The Iron and coal Trades Review“.

Т а б л и ц а 2.

Измѣненіе мощности мотора во время прокатки одной полосы

	Средняя	Измѣненіе мощности въ %		
	мощность	Вѣсь маховика 50t	Вѣсь маховика 25t	Вѣсь маховика 12,5t
1 <sup>0</sup> Время прохода 5''				
„ промежутка 5'' . . . . .	350	14,2	28,2	54,5
2 <sup>0</sup> Проходъ 5''				
Промежутокъ 2 1/2'' . . . . .	433	7,7	15,3	30,0
3 <sup>0</sup> Проходъ 2 1/2''				
Промежутокъ 5'' . . . . .	267	12,6	25,0	48,5
4 <sup>0</sup> Проходъ 15''				
Промежутокъ 15'' . . . . .	350	41,8	76,0	120,0

Изъ таблицы видно, что преимущества маховика сказывается въ станахъ при быстромъ проходѣ полосы и длиномъ промежуткѣ между двумя послѣдовательными проходами. Если длина полосы слишкомъ велика, то паденіе скорости можетъ быть полное до выхода полосы изъ валковъ, живая сила маховика равна нулю и необходимую энергію для выхода полосы изъ валковъ, долженъ дать исключительно моторъ.

Перемечающій впускъ вызывается механическимъ расклиниваніемъ цѣпи мотора постоянного тока или ротора при трехфазномъ токтѣ. Установъ на главной цѣпи маленькихъ моторовъ даетъ это расклиниваніе.

Но эти приемы не имѣли до сихъ поръ значительнаго примѣненія, такъ какъ они не даютъ возможность дѣйствовать со скоростью равной скорости измѣненій мощности мотора. Въ большинствѣ становъ измѣненіе мощности происходитъ моментально, тогда какъ приведенія въ дѣйствія указанныхъ устройствъ требуется нѣсколько секундъ. Это неудобство устраняетъ въ станахъ прокатывающихъ весьма длинные продукты, напр., въ проволочномъ станѣ.

Пускать станы съ непрерывнымъ ходомъ можно также какъ и углеподъемные машины. Во многихъ случаяхъ употребляли трехфазные асинхроническіе моторы. Регулированіе скорости прокатныхъ валковъ введеніемъ сопротивленій въ роторъ привело къ весьма объемистымъ устройствамъ, если приходится сопротивленія непрерывно подвергать дѣйствію интенсивнаго тока. Полезное дѣйствіе весьма посредственное, колебанія нагрузки переносятъ на центральную. Недостатки эти компенсируются частью прочностью и простотой установки. Въ этомъ случаѣ необходима мощная центральная питающаяся газами доменныхъ печей и дающая дешевую энергію.

Постоянный токъ сравнительно съ переменнымъ имѣетъ то преимущество, что легче приспособляемъ къ колебаніямъ скоростей. Ему было дано предпочтеніе и моторы компаундъ постоянного тока вполне удовлетворяютъ требованіямъ прокатныхъ становъ. Колебанія нагрузки въ центральной могутъ быть обезврежены аккумуляторами исполняющихъ роль буферовъ. Когда мощность требуемая работой стана очень велика и колебанія нагрузки происходятъ въ широкихъ предѣлахъ отъ 200 до

1500 kw. прибѣгаютъ къ специальнымъ приспособленіямъ, дабы использовать съ выгодой назначеніе маховика. Для этой цѣли примѣняютъ уравнители мощности и вводятъ въ цѣпь сопротивленія. Въ этихъ исключительныхъ случаяхъ можно также прибѣгнуть къ системѣ Ильгнера примѣняемой въ реверсивныхъ станахъ. Буферная группа Ильгнера примѣняется въ колоссальныхъ станахъ, работа пуска которыхъ доходитъ до 100000 kgt, и повела къ удвоенію генераторовъ постоянного тока и употребленію двухъ маховиковъ. Иногда впрягаютъ къ валу стана 2 мотора, но присоединяютъ въ серіи ихъ два генератора тока. Употребляемая компаундъ обмотка, уменьшаетъ вольтажъ генераторовъ и усиливаетъ сопряженіе моторовъ. Такимъ образомъ обезпечивается стану большая эластичность и даетъ возможность сразу двинуть рычагомъ станъ не вызывая разьединенія автоматическаго прерывателя. Переменность тока возбудителя въ устройствѣ Ильгнера-Леонарда сообщаетъ пусковой динамо всѣ напряжения отъ нуля до максимума, какъ положительнаго такъ и отрицательнаго, въ какой угодно степени. Такимъ образомъ является возможность регулировать скорость вращения пускнаго мотора интенсивностью тока возбудителя пускной динамо, такъ какъ скорость мотора постоянного возбужденія, измѣняется съ напряженіемъ тока у борновъ цѣпи и практически независима отъ интенсивности этого тока. Скорость прокатки опредѣляется исключительно положеніемъ рычага реостата возбудителя. Если рычагъ сдвинуть на половину получается половинная скорость прокатки полный подъемъ рычага означаетъ полную скорость. Если онъ на положеніи остановки, то немедленно тормозятъ станъ, такъ какъ пускной моторъ посылаетъ токъ въ динамо пуска, вольтажъ которой уже понизился. Для быстрой регулировки скорости фирма Сименсъ и Шуккертъ взяла патентъ на специальную установку, устроенную такимъ образомъ, что возбуждающій токъ отъ пускной-динамо, а равно и его вольтажъ, принаравливаются къ положенію рычага реостата. Потеря энергіи въ сопротивленіяхъ регулировки весьма незначительны и почти равняются нулю. Не принимая во вниманіе слабыхъ отклоненій въ полезномъ дѣйствіи мотора и динамо-пуска, разнаго вольтажа, всѣ скорости одинаково экономичны. Энергія поглощенная ускореніемъ массъ при началѣ прохода заготовки, воз-

становляется при концѣ прохода подъ видомъ тока возвращеннаго динамо, оставшагося неиспользованнымъ для работы прокатки. Можно значить задаться безъ экономическихъ неудобствъ максимумомъ мощности ускоренія, которое можетъ быть дано электрическими двигателями. Другое преимущество системы Леонарда это легкость и удобства маневрированія аппаратомъ дѣйствующимъ отъ слабаго тока динамо-пуска, мощность которой равняется 1% до 1,5% общей мощности мотора стана.

Приводимъ характеристику оборудованія системы Ильгнеръ-Леонарди на заводѣ „Rombacher Hüttenwerk“ близъ Ромбаха. Станъ обжимной реверсивный. Диаметръ валовъ 800<sup>m</sup>/<sub>m</sub>. Группа изъ двухъ моторовъ развиваетъ нормально 500 лощ., но можетъ развить до 15000. Моторы непосредственно спарены. Скорость ихъ отъ 0 до 160 оборотовъ въ 1'. Они получаютъ постоянный токъ напряженія 110 вольтъ и питаются буферной группой состоящей изъ трехфазнаго асинхроническаго мотора въ 2800 силъ и двухъ компенсированныхъ генераторовъ тока. Скорость группы 300 оборотовъ. Напряженіе трехфазнаго тока 5550 вольтъ при 50 періодахъ. Вѣсъ маховика 100 тоннъ.

Употребленіе трехфазныхъ моторовъ для пуска становъ было весьма ограничено, но благодаря большимъ усовершенствованіямъ въ нихъ въ послѣднее время въ области урегулированія экономичности ихъ хода, они имѣютъ большую будущность. На заводахъ „Deutscher Kaiser“ въ Брюкхаузенъ (Вестфалія), установлены двѣ группы, состоящія каждая изъ асинхроническаго каскаднаго мотора и мотора-коллектора. Послѣдній какъ вспомогательный слабой силы сравнительно съ главной машиной. Можно ему придать вольтажъ значительно ниже нежели на главной линіи и скорость больше скорости пріемника. Малая частота дѣлаетъ коммутацию болѣе легкой. Во всякомъ случаѣ, чтобы получить выгодныя экономическія условія, нужно чтобы машина коллектора имѣла сильно гиперсинхроническій ходъ. Особенное искусство нужно при употребленіи вспомогательныхъ полюсовъ, чтобы коммутация была пріемлема несмотря на этотъ ходъ и колебанія періодичности.

Кoeffициентъ мощности асинхроническаго мотора повышается до единицы, моторомъ коллекторомъ, ибо генераторы заводскаго тока не снабжаютъ токомъ магнетизирующимъ, деваттированнымъ.

Наилучшее использование мѣди даетъ возможность устройства мотора меньшихъ размѣровъ. Является возможность рассчитать моторъ-коллекторъ возбужденія другихъ моторовъ и улучшить соэф группы.

Пускъ въ ходъ группы производится слѣдующимъ образомъ приводятъ въ движеніе главный моторъ при помощи реостата, чѣмъ избѣгаютъ дѣйствія сильнаго тока на вспомогательный моторъ и сообщаютъ ему холостой ходъ. Коммутация главного ротора на второстепенный моторъ имѣетъ мѣсто лишь тогда, когда будетъ реализованъ весь синхронизмъ. Тогда дѣйствуютъ на регулирующий приборъ.

Чѣмъ больше растянуты колебанія скорости, тѣмъ менѣе экономична эта система. Располагать асинхроническимъ каскаднымъ двигателемъ и группой переменнаго тока въ нѣкоторыхъ случаяхъ предпочитаютъ. Съ точки зрѣнія экономической независимости главного мотора отъ группы вспомогательныхъ, то она полная. Послѣдняя только измѣняетъ частоту. Соединеніе мотора асинхронического и машины коллектора играетъ важную роль при пускѣ группъ-буферовъ. Машина асинхроническая работаетъ всегда какъ моторъ, ибо мощность ея поддерживается автоматически постоянной. Въ періодъ ускоренія избытокъ энергіи накапливается въ маховикѣ, а въ періодъ замедленія хода, избытокъ энергіи маховикъ возвращаетъ на

линію; такимъ образомъ мощность дважды трансформируется.

При изученіи связи между моторомъ и станомъ слѣдуетъ избѣгать по возможности всѣ вредныя потери: въ подшипникахъ маховика, нераціональнаго спариванія, въ канатной передачѣ особенно въ станахъ съ медленнымъ ходомъ. Смотря по обстоятельствамъ станъ приводятъ въ движеніе либо пуская медленнымъ ходомъ главный моторъ, либо маленькимъ быстроходнымъ моторомъ при посредствѣ ременной передачи. Эластичное спариваніе сильно распространено во Франціи. Качествомъ его не слѣдуетъ пренебрегать. Пусковая группа благодаря присутствію маховика и массы цапфъ требуетъ для сдвига большого напряженія; электрический пускъ дѣйствуетъ на подобіе удара тарана, который выводитъ изъ состоянія инерціи всю систему. Ударъ при входѣ заготовки въ вальцы ослабляется, что особенно важно если температура нагрѣва не достаточно высока. Въ случаѣ поломки валька, наклонъ сломанныхъ частей дѣйствуетъ вродѣ гайки и толчки отъ перемѣщенія осей поломанныхъ частей не передается мотору. Если обжимной и отдѣлочный станы работаютъ отъ одного мотора, пускаютъ въ ходъ отдѣлочный станъ, который тянетъ за собой болѣе тихоходный обжимной, либо ремнемъ либо пеньковымъ безконечнымъ канатомъ.

*Горн. инж. Тумановъ.*

## Выясненіе нѣкоторыхъ вопросовъ при производствѣ гематитоваго чугуна.

(Статья Гебера (J. Hébert) инженеръ химика доменнаго и сталелитейнаго заводовъ въ Утрѣ (Outreau) Падекалэ).

Марганецъ въ процессѣ доменной плавки соединяясь съ сѣрой, даетъ соединеніе мало растворимое въ чугунахъ но сильно растворимое въ основномъ шлакѣ и служить элементомъ десульфурующимъ. Присутствіе марганца въ шихтѣ допускаетъ холодный ходъ печи съ небольшимъ расходомъ кокса, тогда какъ при отсутствіи марганца нужно идти горячимъ ходомъ при значительно большемъ расходѣ кокса, чтобы путемъ оплакованія удалить въ возможномъ количествѣ сѣру, для полученія малосѣрнистаго чугуна.

Марганецъ увеличиваетъ способность чугуна насыщаться углеродомъ, мѣшаетъ выдѣленію графита, способствуетъ образованію  $(Fe Mn)_3C$  и постоянству цементита согласно діаграммѣ Осмонда. Твердость и степень жидкости чугуна увеличивается съ увеличеніемъ содержанія въ немъ Mn. Чугунъ съ большимъ содержаніемъ марганца хрупокъ и идетъ для отливокъ поверхность которыхъ требуетъ значительной твердости. Присутствіе марганца въ передѣльныхъ чугунахъ весьма желательное, такъ какъ онъ служитъ хорошимъ окислите-

лемь и кромѣ того признакомъ малострѣности чугуна.

Прослѣдимъ разный ходъ доменной плавки на гематитѣ. Главные элементы въ полученномъ чугунѣ: кремній, марганецъ, сѣра. Оставляя въ сторонѣ содержаніе кремнія и сѣры и руководствуясь  $\%$  содержаніемъ марганца разныхъ выпусковъ домны и основываясь на многочисленныхъ лабораторныхъ анализахъ, я предлагаю слѣдующую классификацію \*):

1) *Ходъ маломарганцовый*

Содержаніе марганца колеблется въ предѣлахъ 1,59 $\%$  (IS) до 0,92 $\%$  (VS).

2) *Ходъ среднемарганцовый*

а) содержаніе Mn въ предѣлахъ 1,59 (IIS) до 0,60 (VIIS),

б) тотъ же ходъ отъ 1,90 (IIS) до 1,28 (VS).

3) *Ходъ марганцовый*

а) процентное содержаніе Mn отъ 2,27 (IIS) до 1,71 (IVS),

б) процентное содержаніе Mn отъ 2,64 (IIS) до 1,65 (IVS).

4) *Ходъ сильно марганцовый*

Процентное содержаніе Mn отъ 3,50 (IIS) до 2,60 (VIS).

Классификація, по „выпускамъ въ песокъ“ подраздѣляется на номера, хороший песокъ, половинчатый песокъ, къ которымъ иногда добавляется буква (P), означающая для даннаго номера посредственное зерно. Нужно замѣтить, что при разномъ ходѣ, рѣдко можно встрѣтить N(IS) и то при началѣ хода. Благодаря тому, что классификація эта чисто эмпирическая, часто встрѣчается, что N(IIIS) однозначитъ съ (IIS) и (IIIPS) съ (IVS).

Во всякомъ случаѣ смотря по заданному ходу печи, существуетъ постоянное соотношеніе между этой классификаціей и содержаніемъ марганца; и допуская что колебаніе процентовъ въ одну и другую сторону въ различныхъ серияхъ не превышаетъ

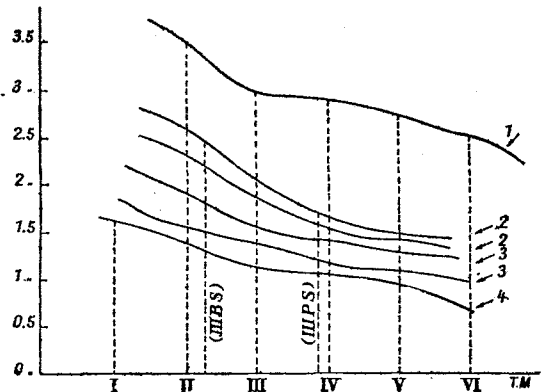
*Примѣчаніе.* Римскія цифры должны быть отнесены къ излому штыковъ выпущенныхъ въ песокъ, который обозначается буквой S (sable—песокъ).

Выраженія „хороший песокъ, половинчатый песокъ“ очевидно мѣстныя и ихъ слѣдуетъ понимать: хорошее зерно, половинчатое зерно излома штыка.

0,06, можно выразить результаты хода доменной печи въ таблицѣ I.

№№ содержаніе Mn которыхъ обозначено ковычками не были представлены; (IS) равно и (VS) въ третемъ аллюрѣ попадаются очень рѣдко, а также при нормальномъ ходѣ (VI) и (VII).

Можно это изобразить графически откладывая на ординатѣ  $\%$  содержанія марганца, а на абсциссѣ номера классификаціи фиг. 1. Графикъ указываетъ



Фиг. 1. Диаграмма измѣненій содержанія Mn въ зависимости отъ N въ песокѣ 1) аллюръ очень марганцовый; 2) аллюръ марганцовый; 3) аллюръ средний; 4) аллюръ маломарганцовый.

что (IIIPS) содержаніе Mn котораго при разныхъ аллюрахъ печи: 1,09—1,25—1,42—1,65—1,70 ничто иное, какъ (IVS), равно какъ (IIIS) почти тоже что (IIS).

Зная ходъ печи и № излома штыка отлитаго въ песокъ, выпуска или части его, можно съ приближеніемъ угадать содержаніе марганца.

Если взять штыкъ одного выпуска, опредѣлить анализомъ  $\%$  содержаніе въ немъ Mn, то можно составить себѣ понятіе о содержаніи этого элемента въ другихъ номерахъ и такимъ образомъ провѣрить соответствуетъ ли лицо, которому поручена классификація своему назначенію.

Соотношеніе между содержаніемъ марганца и сѣры въ гематитовомъ чугунѣ, въ соответствіи съ ходомъ плавки доменной печи, еще интереснѣе.

Обыкновенно содержаніе сѣры уменьшается съ возрастаніемъ содержанія марганца, т. е. уменьшается при переходѣ аллюра на сильно марганцовый,

Таблица 1-я.

Содержаніе Mn при разномъ ходѣ (аллюрѣ) доменной печи.

А Л Л Ю Р Ы	Номера изломовъ штыковъ отлитыхъ въ песокъ	% содержа- нія Mn	А Л Л Ю Р Ы	Номера изломовъ штыковъ отлитыхъ въ песокъ	% содержа- нія Mn
1-ый . . . . .	I	1,59	3-ий . . . . .	I	—
	II	1,34		II	2,27
	III	1,16		III	1,90
	IV	1,04		IV	1,65
	V	0,92		V	—
	VI	—		VI	—
	VII	—		VII	—
2-ой . . . . .	I	—	3-ий . . . . .	I	—
	II	1,59		II	2,64
	III	1,34		III	2,10
	IV	1,22		IV	1,71
	V	1,10		V	—
	VI	—		VI	—
	VII	0,60		VII	—
2-ой . . . . .	I	—	4-ый . . . . .	I	—
	II	1,60		II	3,50
	III	1,60		III	3,00
	IV	1,47		IV	2,90
	V	1,28		V	2,70
	VI	—		VI	2,50
	VII	—		VII	—

что вполне понятно по реакціямъ десульфурации въ доменной печи. По классификаціи въ песокъ (VIS) болѣе сѣрнистъ нежели (IS, IIS).

Соотношенія существующія между содержаніемъ марганца и сѣры при разномъ ходѣ доменной печи выражены въ табл. II.

Нужно замѣтить, что при ходѣ на сильно марганцовый чугуны, количество сѣры весьма измѣнчиво въ №№ (VS) и (VI S); зависитъ это отъ того, что ходъ этотъ часто форсированный и для перехода на менѣе марганцовый чугуны требуется пере-мѣна шихты.

Это постоянное отношеніе существующее между содержаніемъ марганца и сѣры въ чугуны, при

нормальномъ ходѣ, можетъ быть выражено графически откладывая процентныя содержанія марганца на ординатѣ, а % содержаніе сѣры на абсциссѣ.

Фиг. 2.

Діаграмма показываетъ, что содержаніе 1,90 Mn и 0,014 S можетъ быть при марганцовомъ или мало-марганцовомъ ходѣ, но только въ присутствіи въ первомъ (III S) во второмъ (II S), равно какъ содержанія 1,34 Mn и 0,018 S соответствуетъ (II S) и (III S) разнаго хода.

Зная ходъ печи и при наличности анализа на марганецъ одного номера штыка, можно съ нѣкоторой точностью угадать содержаніе сѣры, не

Таблица II.

Аллюры домен. печи	№№ излома штук	Процентное содержание		Аллюры печи	№№ изломов штук	Процентное содержание	
		Mn	S			Mn	S
1-ый . . . . .	I	1,59	0,016	3-ий . . . . .	I	"	"
	II	1,34	0,018		II	2,27	0,012
	III	1,16	0,020		III	1,90	0,014
	IV	1,04	0,028		IV	1,65	0,017
	V	0,92	0,036		V	"	"
	VI	"	"		VI	"	"
	VII	"	"		VII	"	"
2-ой . . . . .	I	"	"	3-ий . . . . .	I	"	"
	II	1,59	0,014		II	2,66	1,010
	III	1,34	0,018		III	2,10	0,030
	IV	1,22	0,025		IV	1,71	0,015
	V	1,10	0,030		V	"	"
	VI	"	"		VI	"	"
	VII	0,60	0,040				
2-ой . . . . .	II	1,90	0,014	4-ый . . . . .	II	3,50	0,008
	III	1,60	0,015		III	3,00	0,010—0,012
	IV	1,47	0,018		IV	2,90	0,013—0,016
	V	1,28	0,025		V	2,70	0,020—0,030
					VI	2,50	0,030—0,035

дожидаясь химического анализа. При нормальномъ ходѣ уклоненія въ одну и другую сторону не превышающемъ 0,002.

Переходъ отъ сѣраго чугуна къ бѣлому характеризуется менѣ горячимъ ходомъ доменной печи. Бѣлые чугуны болѣ сѣрнисты нежели сѣрые и идутъ въ передѣлъ на желѣзо и ковкій чугунъ. Благодаря холодному ходу чугуны эти бѣдны содержаниемъ марганца.

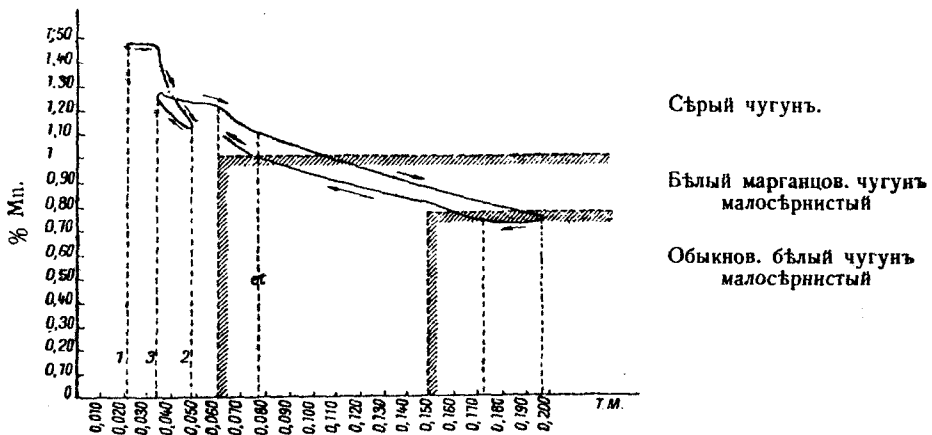
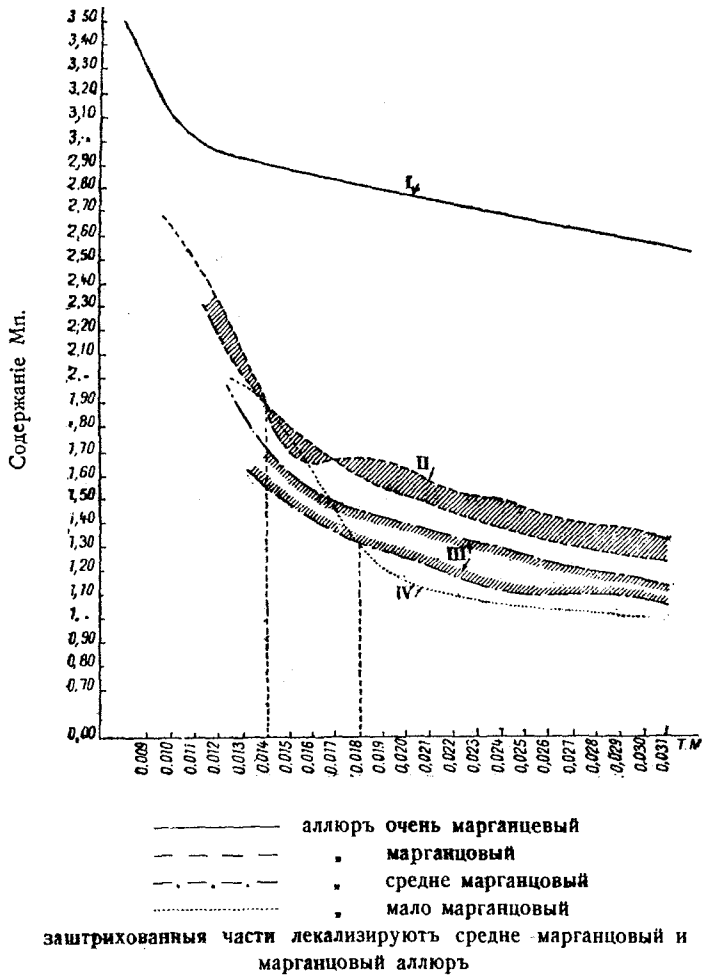
Наблюдаемая доменная печь шла мало марганцовымъ ходомъ. Первые выпуски давали (II S) съ содержаниемъ 1,41—1,47 марганца; слѣдующіе были классифицированы какъ (III S) и (IV S) съ содержаниемъ марганца 1,28—1,22, затѣмъ послѣдоваль выпускъ (VS) съ содержаниемъ марганца 1,10—1,16. Содержание сѣры возрастало отъ 0,024—0,078; начиная съ этого момента пошелъ бѣлый чугунъ. Слѣдующій выпускъ далъ (VII S) и

содержалъ 0,73 Mn и 0,171—0,195 сѣры. Чугуны были сѣрнистые; количество сѣры въ бѣломъ чугуна можетъ доходить до 0,60.

MnFe казалось интереснымъ построить диаграмму этихъ измѣненій случайнаго хода домны по выпускамъ оглаживая на ординатѣ % содержания марганца и на абсциссѣ сѣры, фиг. 3. Изъ этой диаграммы видно, что разные выпуски слѣдовали въ порядкѣ 1, 2, 3 давая (II S), (IV S) и (IV BS) и что сѣрый чугунъ получался до содержания сѣры 0,060%, также замѣчаемъ, что крайніе предѣлы получения бѣлаго марганцового малосѣрнистаго чугуна, выпуски процентное содержание сѣры которыхъ 0,078 и 0,195; наконецъ, что получение бѣлаго чугуна начинается при содержанияхъ Mn 0,75% и сѣры 0,190—0,150, т. е. площадь диаграммы подраздѣляется на три зоны сообразуясь съ родомъ чугуна.



Фиг. 2. Графикъ отношений существующихъ между содержаниемъ марганца и сѣры при разныхъ аллюрахъ хода печи.



Фиг. 3. Диаграмма перехода сѣраго чугуна въ бѣлый.

**В ы в о д ь:**

1) Сообразуясь съ ходомъ доменной печи и зная анализъ штыка отлитого въ песокъ одного суточного выпуска, можно приблизительно на глазъ опредѣлить по излому штыковъ отлитыхъ при тѣхъ же условіяхъ, % содержаніе марганца и сѣры въ послѣдующихъ выпускахъ въ тѣ же сутки.

2) По процентному содержанію марганца возможно опредѣлить соответственное содержаніе сѣры.

3) Возможно исправить или измѣнить ходъ домы не дожидаясь анализомъ.

4) Начать отправку чугуна (если извѣстно содержанія кремнія).

Эти выводы примѣнимы *только при ходѣ домы на гематитовый чугунъ*. Было бы желательно построить діаграмму, которая бы показывала зависимость между содержаніемъ марганца, сѣры и кремніемъ, такъ какъ всѣ эти три элемента одинаково важны, при выплавкѣ чугуна. Авторъ надѣется, что продолжая опыты ему удастся найти соотношеніе между упомянутыми элементами при полученіи разныхъ сортовъ чугуна.

Горный инженеръ *Тумановъ*.

## Вліяніе температуры и влаги при карбонизаціи угля.

(G. E. Foxwell, The Gas World, 1915 г.)

### Вліяніе влаги.

Разсматривая вопросъ о вліяніи температуры на выходъ и качество продуктовъ карбонизаціи угля\*), мы можемъ пользоваться довольно богатымъ матеріаломъ; результатомъ многочисленныхъ изслѣдованій и опытовъ, предпринятыхъ частью для выясненія вопроса о составѣ угля и реакціяхъ, имѣющихъ мѣсто въ коксовой печи или газовой ретортѣ, частью съ чисто практическими цѣлями.

Наоборотъ, очень мало данныхъ мы имѣемъ о роли влаги при карбонизаціи. Правда, были произведены опыты съ пропусканіемъ струи водяного пара надъ коксующеюся массой и выяснены результаты этихъ опытовъ. Но нѣтъ данныхъ о различныхъ выходахъ продуктовъ при карбонизаціи одного и того же угля, но содержащаго разныя количества влаги. Это происходитъ, повидимому, частью отъ трудности воспроизведенія условій заводской практики въ лабораторіи, частью отъ трудностей самого опыта даже при удачно выработанномъ методѣ.

### Предварительныя замѣчанія.

Приведемъ нѣкоторыя предварительныя замѣчанія объ общемъ вліяніи влаги при карбонизаціи.

\*) „Горно-Заводское Дѣло“, 1915, № 49, стр. 12408.

Влага угля въ печи, конечно, подвергается испаренію, которое требуетъ затраты опредѣленнаго количества тепла.

Затѣмъ образовавшійся паръ проходитъ черезъ слой полускоксавшагося угля температура котораго уже достигла умѣренно-высокой точки, при чемъ средняя температура, при которой большая часть пара улетучивается, примѣрно, будетъ 200° С.

Такимъ образомъ количество теплоты, потребной для испаренія 1 фунта воды, введенной въ печь при  $t=15^{\circ}\text{C}$ , будетъ

$$(100 - 15) + 967 + (200 - 100) 0,5 = 1102 \text{ брит. ед. тепла } ^*),$$

принимая теплоемкость пара = 0,5.

Положимъ въ печь загрузенъ влажной уголь.

Ходъ карбонизаціи будетъ зависѣть отъ двухъ факторовъ: теплоты, необходимой для разложенія угля, и теплопроводности частью карбонизованной массы.

При содержаніи въ углѣ 5% влаги, требуется 3—4 часа для ея испаренія, и въ теченіе этого времени теплота, для этого необходимая, теряется непроизводительно для собственно процесса коксованія. При загрузкѣ печи въ 10 тоннъ, всего требуется

$$0,5 \times 2240 \times 1,102 = 1234240 \text{ брит. ед. тепла,}$$

\*) 1 брит. ед. тепла = ~ 0,86 калорій.

что эквивалентно 2600 куб. футамъ газа съ теплотворной способностью въ 475 брит. ед. тепла.

Если принять, что для испаренія влаги требуется 3½ часа, то количество газа, затраченнаго въ теченіе этого времени на нагрѣваніе одной печи, будетъ около 5.800 кубич. футовъ, изъ нихъ

на испареніе влаги идетъ  $\frac{2600 \times 100}{5800}$  или 44,8%.

Вліяніе влаги заключается въ томъ, что она предохраняетъ карбонизирующіеся слои отъ сильнаго нагрѣванія и такимъ образомъ замедляетъ ходъ карбонизаціи въ этотъ періодъ въ замѣтной степени. Это охлаждающее и разжижающее дѣйствіе водяного пара, какъ можно было ожидать, предохраняетъ нѣкоторыя изъ соединеній аммонія и углеводовъ отъ разложенія и способствуетъ увеличенію выхода этихъ продуктовъ. Послѣ подсчетовъ, подобныхъ вышеприведеннымъ, получаемъ таблицу, въ большой степени опирающуюся на результаты опубликованныхъ опытовъ при коксованіи въ заводскихъ печахъ:

% влаги	Время, потребное для испаренія влаги въ часахъ	Общее количество газа (куб. фут.), сожженное за это время для нагрѣва одной коксовой печи	Количество газа (куб. фут.), пошедшее на испареніе влаги	% газа, пошедшаго на испареніе
5	3½	5,800	2620	44,8
8	6	10,000	4160	41,6
12	10	16,670	6240	37,4
15	16	26,670	7800	27,4

Водяной паръ, какъ уже было упомянуто, выполняетъ двоякую функцію при карбонизаціи въ коксовой печи: онъ дѣйствуетъ либо какъ охлаждающій факторъ, либо какъ разжижающій, причемъ въ послѣднемъ случаѣ, какъ показали многочисленные опыты, результатомъ такого его дѣйствія является предохраненіе побочныхъ продуктовъ отъ разложенія. До настоящаго времени большинство опытовъ для выясненія вліянія влаги на карбонизацію угля состояло въ пропусканіи пара надъ коксующеюся массой, что ни въ какомъ смыслѣ не похоже на тѣ явленія, что имѣютъ мѣсто въ коксовой печи.

Охлаждающее вліяніе водяныхъ паровъ можетъ имѣть одно изъ двухъ противоположныхъ дѣйствій.

Небольшое охлажденіе вообще желательно, такъ какъ оно предупреждаетъ перегрѣваніе, предохраняя этимъ такія соединенія, какъ амміачныя и бензолъ, отъ разложенія при прохожденіи ихъ черезъ горячій слой частью карбонизованнаго угля, такъ какъ этотъ слой имѣетъ болѣе низкую температуру, чѣмъ если бы этого охлаждающаго эффекта не было. Съ другой стороны, если печь слишкомъ охлаждена, уголь карбонизируется при слишкомъ низкой температурѣ, при которой и выходъ амміака и другихъ побочныхъ продуктовъ уменьшается.

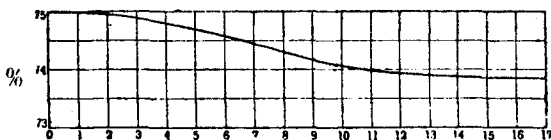
Изъ приведенной таблицы явствуетъ, что съ увеличеніемъ влажности угля уменьшается охлаждающее дѣйствіе (% газа, идущій на испареніе влаги), но сильно увеличивается продолжительность его дѣйствія. Временное непродолжительное охлажденіе можетъ быть благотворно, но если оно дѣйствуетъ продолжительное время, напримѣръ, въ теченіе половины періода карбонизаціи, какъ въ случаѣ содержанія въ углѣ 15% влаги, то это охлажденіе можетъ имѣть весьма серьезныя нежелательныя послѣдствія. Настоящее изслѣдованіе было произведено съ цѣлью опредѣлить предѣльное содержаніе влаги, при которомъ вызываемое ею охлаждающее дѣйствіе, начинаетъ оказывать вредное вліяніе, другими словами, для выясненія вопроса, какое количество влаги угля является наиболѣе желательнымъ при коксованіи.

Опыты были произведены надъ карбонизаціей пробъ одного и того же угля при условіяхъ возможно приближающихся къ заводской практикѣ, при чемъ собирались продукты сухой перегонки. Температура дестилляціи (между 800 и 900°С) поддерживалась по возможности постоянной во все время и при всѣхъ опытахъ. Было обращено особенное вниманіе на сохраненіе идентичныхъ условій при каждомъ опытѣ. Уголь сначала былъ карбонизованъ сухимъ, а затѣмъ съ различнымъ содержаніемъ влаги, доходившимъ до 17%. Уголь тѣсно перемѣшивался съ влагой до полученія однородной массы. Каждый разъ бралось одно и то же количество угля, и всѣ результаты пересчитывались на безводный уголь.

### Выходъ кокса и амміака.

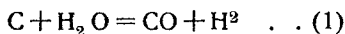
Съ увеличеніемъ содержанія влаги въ загружаемомъ углѣ уменьшается выходъ кокса. При со-

держаніи влаги меньшемъ 9% выходъ кокса быстро уменьшается, при содержаніи же влаги больше 9% выходъ кокса уменьшается очень медленно, какъ это показано на діаграммѣ фиг. 1.



Влага %  
Фиг. 1 Выходъ кокса.

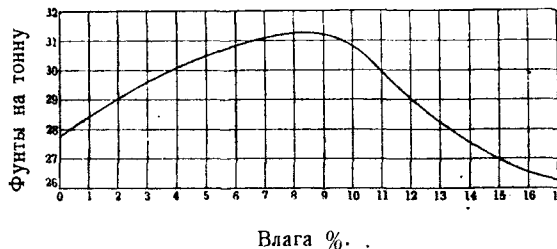
Это уменьшеніе выхода кокса, очевидно, объяснено разложеніемъ водяныхъ паровъ при соприкосновеніи ихъ съ накалившимся до красна углеродомъ. Реакція эта происходитъ, согласно уравненіямъ:



При температурѣ ниже 600°С имѣетъ мѣсто реакція (2), при температурахъ между 600 и 1000°С обѣ реакціи происходятъ одновременно, при чемъ преобладаетъ та или другая въ зависимости отъ температуры; при t выше 1000°С протекаетъ цѣликомъ одна лишь реакція (1). Вліяніе этихъ реакцій на выходъ кокса выясняется данными о количествѣ газа и составѣ его, приводимыми ниже, но еще болѣе слѣдующими данными о дѣйствительномъ содержаніи H, CO и CO<sub>2</sub> въ куб. футахъ на тонну.

	Безводный уголь	5,7% H <sub>2</sub> O	10,7% H <sub>2</sub> O	13% H <sub>2</sub> O	16,7% H <sub>2</sub> O
CO . . .	691	739	816	862	828
CO <sub>2</sub> . .	374	443	512	522	520
H <sub>2</sub> . . .	5720	5610	6330	6350	6200

Такимъ образомъ при содержаніи влаги въ 10 или 11% разложеніе водяного пара достигаетъ максимума и, какъ явствуетъ изъ уменьшенія количества CO при содержаніи влаги ниже 13%, получаетъ преобладаніе реакція  $C + 2H_2O = CO_2 + 2H_2$ , т. е. печь сильно охлаждается. Слѣдуетъ отмѣтить, что увеличеніе содержанія H не обязано непременно дѣйствію влаги на раскаленный углеродъ.



Влага %  
Фиг. 2. Выходъ сѣрнокислаго аммоніа.

На фиг. 2 изображена діаграмма выхода сѣрнокислаго аммоніа въ фунтахъ на тонну. Изъ этой діаграммы яснѣ всего усматривается вліяніе влаги. При содержаніи влаги до 9%, влага предупреждаетъ разложеніе амміака. Это дѣйствіе влаги обусловливается частью охлаждающимъ, частью разжижающимъ вліяніемъ газообразныхъ продуктовъ, покидающихъ печь въ первые часы карбонизаціи съ большими количествами водяного пара. При болѣе же высокомъ содержаніи влаги загрузка печи слишкомъ охлаждается, и требуемой температуры для максимальнаго образованія амміака не получается. Такъ какъ большая часть амміака выдѣляется въ первоначальные періоды процесса коксованія, то это вліяніе весьма серьезно, какъ уже было указано въ статьѣ о вліяніи температуры при карбонизаціи.

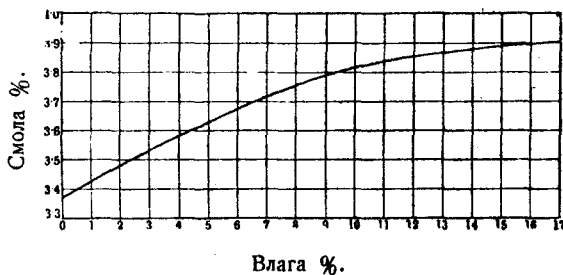
Въ послѣднее время было произведено немало опытовъ съ цѣлью увеличенія выхода амміака, при чемъ оказалось, что при пропусканіи водяного пара надъ коксующейся массой получается увеличеніе выхода его.

На основаніи этихъ опытовъ можно предполагать, что высокое содержаніе влаги въ углѣ способствуетъ большому выходу амміака, вслѣдствіе большого разжиженія получающихся въ этомъ случаѣ газовъ. Слѣдуетъ отмѣтить различіе между токомъ водяного пара, проходящаго надъ коксующейся массой въ видѣ пара, и паромъ, образующимся въ самой печи изъ влаги, тѣсно перемѣшанной съ углемъ. Въ случаѣ введенія въ печь пара и пропусканія его надъ загрузкой ея, его дѣйствіе заключается въ охлажденіи верхней части печи или верхнихъ карбонизованныхъ слоевъ загрузки. Если же паръ образуется изъ влаги загруженнаго въ печь угля, что имѣетъ мѣсто въ коксовальнихъ печахъ, его разжижающее дѣйствіе проявляется въ теченіе

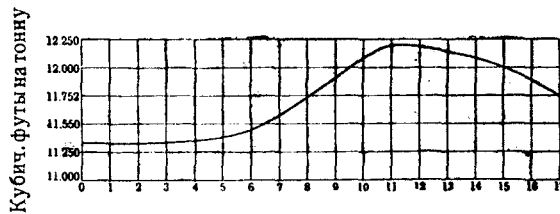
первыхъ часовъ періода коксованія. Опыты автора показываютъ, что охлаждающее дѣйствіе преобладаетъ надъ разжижающимъ, и поэтому, какъ видно изъ діаграммы фиг. 2, при содержаніи влаги больше 9<sup>0</sup>/<sub>0</sub>, выходъ амміака уменьшается. Слѣдуетъ поэтому заключить, что при содержаніи влаги, больше 9<sup>0</sup>/<sub>0</sub>, печь слишкомъ сильно охлаждается.

*Выходъ углеводовъ.*

Что касается вліянія влаги на выходъ и составъ углеводовъ, какъ бензолъ и другія соединенія, содержащіяся въ каменноугольной смолѣ и газѣ, то интересно отмѣтить, что то же содержаніе влаги въ 9—10<sup>0</sup>/<sub>0</sub> имѣетъ существенное отношеніе къ выходу и составу этихъ соединеній. На фиг. 3 изображена діаграмма выхода смолы, а на фиг. 4 діаграмма выхода газа въ куб. футахъ на тонну. Какъ было подчеркнуто по отношенію, къ коксу, въ печи имѣетъ мѣсто значительное образованіе водяного газа, обуславливающее увеличеніе выхода газа.



Влага %.  
Фиг. 3. Выходъ смолы.



Влага %.  
Фиг. 4. Выходъ газа.

Приводимъ подробные анализы полученныхъ газовъ. Бензолъ опредѣлялся поглощеніемъ растворомъ азотнокислаго никкеля, ацетиленъ-амміачнымъ растворомъ хлористаго серебра.

	Безводный уголь	5,7% влаги	10,7% влаги	13% влаги	16,7% влаги
Азотъ . . . . .	9,2	9,2	9,4	9,0	7,4
Водородъ . . . . .	50,4	49,3	52,0	52,3	52,3
Метанъ . . . . .	27,3	27,4	24,6	24,0	25,6
Ацетиленъ . . . . .	0,1	0,1	0,2	0,3	0,3
Бензолъ . . . . .	0,7	0,7	0,5	0,5	0,4
Этиленъ и др. . . . .	2,9	2,9	2,4	2,5	2,6
Окись углерода . . . . .	6,1	6,5	6,7	7,1	7,0
Углекислота . . . . .	3,3	3,9	4,2	4,3	4,4
Сѣрнистый водородъ (грань въ 100 куб. фут.)	110	138	125	100	106

Нужно сказать, что при большой влажности имѣетъ мѣсто замѣтное уменьшеніе содержанія бензола въ газѣ и что съ уменьшеніемъ бензола увеличивается содержаніе ацетилена. Уменьшеніе выхода бензола при карбонизации угля съ высокимъ содержаніемъ влаги, по всей вѣроятности, происходитъ отъ пониженія температуры въ печи.

Какъ можно было ожидать, влага оказываетъ предохраняющее дѣйствіе на смолу, выходъ которой при опытахъ все время возрасталъ. И раньше было хорошо извѣстно, что при дестилляціи при низкой температурѣ получался большой выходъ смолы и малый выходъ газа. Въ данномъ случаѣ вопросъ о газѣ усложняется образованіемъ водя-

ного газа, который затемняет охлаждающее действие воды, пока она не достигнет высокого содержания.

Выход смолы, как явствует из фиг. 3, дает всяческие указания о понижении температуры по мере увеличения влаги в загрузке, что является новым звеном в цепи доказательств, что по мере увеличения содержания влаги в загрузке, условия карбонизации все более приближаются к коксованию скорее при низкой температуре, чем при имющей место в современной практике коксования высокой температурой.

К сожалению, при произведенных мною лабораторных опытах нельзя было получить достаточного количества смолы для производства ее

исследования. Ввиду того, что высокое содержание влаги в угле оказывает продолжительное охлаждающее действие, то кажется вероятным, что если при сухом угле получается нормальная смола, то при угле с большей влагой получится промежуточная смола, содержащая большое количество парафинов. Поэтому следует избегать большого содержания влаги в загрузке.

Из опытов автора явствует, что влажность загрузки имеет гораздо большее значение, чем это обыкновенно считается, и что можно вывести общее заключение, что температура в 900°C и содержание влаги в 9% — при трамбовании угольной загрузки — дают наилучшие результаты.

*Л. Эберлинг.*

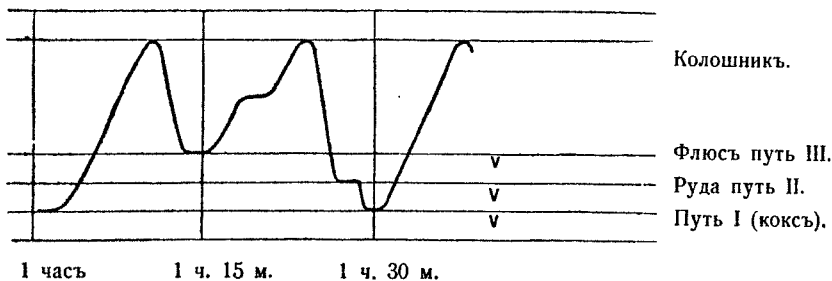
## Контроль хода доменной плавки.

(la technique moderne 19<sup>15</sup>/<sub>IV</sub> 14)

При постоянно увеличивающейся емкости доменных печей и автоматически действующих механизмах, необходимым является контроль обслуживающих домну устройств, чтобы быть уверенным в правильности схода колош и правильном составе шихты. Пользование автоматическими весами и запись веса вагонеток или корзин с материалами составляет только часть этого контроля. Весьма важно знать точно: 1) род материала, загружаемого в домну (руда, флюс и кокс), 2) промежуток времени между двумя погрузками. На заводе

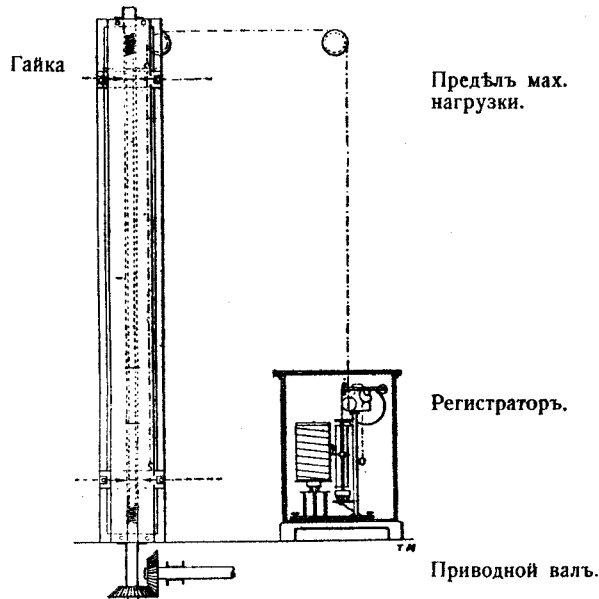
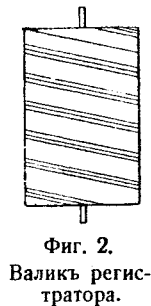
Невмезонь (Neuves Maisons) был установлен регистратор, вполне соответствующий нуждам.

Регистратор отмечает 1) пути, по которым идут корзины с материалом (по I пути идет кокс, по II руда, по III флюс), 2) продолжительность подъема этих материалов, 3) загрузку в колошник, 4) продолжительность опускания колоши в печи, 5) путь, на котором остановился вагончик. Вышеприведенное иллюстрируется нижеприведенной диаграммой. фиг. 1.



Фиг. 1. Диаграмма регистратора хода доменной печи.

Диаграмма показываетъ, что вагонетка съ коксомъ была погружена въ 1 ч. 2 м., пришла по пути I, подана къ колошнику въ 1 ч. 10 минутъ, выгрузка ея производилась 2 минуты, сходъ колоши былъ равномеренъ, вагонетка затѣмъ была поставлена на III путь для нагрузки флюсомъ, вагонетка была по какому-то случаю приостановлена на половинѣ подъема, остановка продолжалась 2 минуты, а затѣмъ двинула, равномерно, вагончикъ былъ остановленъ на пути II и другой съ коксомъ взятъ на пути I для подъема къ колошнику. Чтобы сдѣлать возможной работу регистратора въ теченіе сутокъ бумажная лента (фиг. 2) наворачивается спирально на валикъ большого размѣра.



Фиг. 3. Детальный чертежъ регистратора.

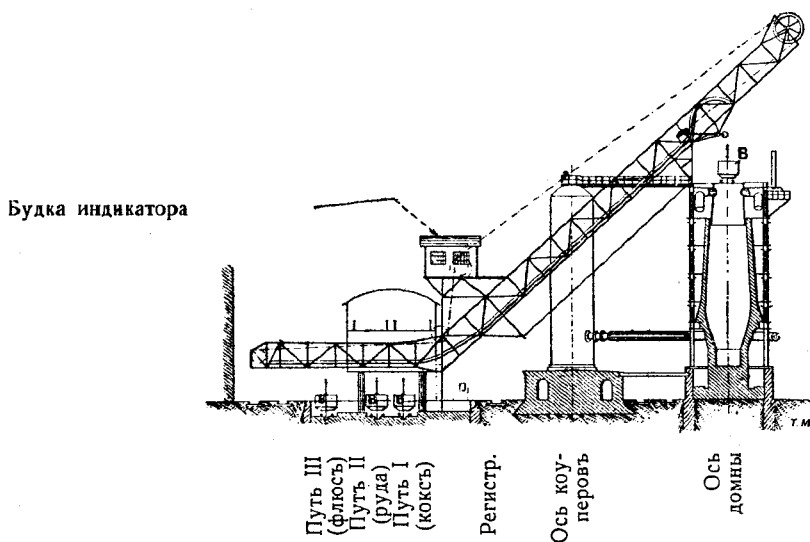
Размѣры валика 80 ст. высота и діаметръ 500<sup>мм</sup>/ш. Высота хода пера регистратора 6 ст. Такимъ образомъ получается диаграмма точная и ясная. Дѣйствіе регистратора основано на слѣдующемъ принципѣ.

Всѣ типы современныхъ колошниковыхъ подъемовъ снабжены индикаторомъ положенія вагончика въ отдѣленіи подъемовъ, что даетъ возможность регулировать движеніе и остановку послѣдняго.

Гибкая металлическая нить прикрѣплена къ вращающейся стрѣлкѣ индикатора положенія и при помощи шкивовъ, соответственно расположенныхъ, принимаетъ соответственное положеніе (фиг. 3). Ходъ стрѣлки сравнительно большой (2 ме-

тра), передается системой дифференціальныхъ блоковъ, въ меньшемъ масштабѣ, пишущему прибору, каретка котораго движется, при посредствѣ безконечнаго винта, которому сообщаетъ движеніе часовой механизмъ. Чтобы получить точныя показанія, не преувеличивая высоты хода пера, движеніе замедлителя хода не передается непосредственно перу. Каретка, на которой укрѣплено перо, получаетъ

движеніе отъ кулачка, рассчитаннаго такъ, чтобы можно было нанести болѣе интересныя отмѣтки хода въ большемъ масштабѣ: маневры, остановки въ пути и у колошника Не входя въ детали устройства регистратора, нахожу, что (фиг. 3) и (фиг. 4) дають ясное представленіе, какъ конструкціи въ общемъ, такъ и установки регистратора на наклонномъ колошниковомъ подъемѣ.



Фиг. 4. Общее расположение регистратора на наклонномъ колошниковомъ подъемѣ.

Горн. инж. Тумановъ.

## Химическая промышленность и горные заводы.

Настоящая война заставила насъ серьезно пересмотрѣть очень многое, получившее у насъ какъ бы право на существованіе въ видѣ окончательно рѣшенныхъ вопросовъ. Такъ на примѣръ, въ химической промышленности вообще установилось какъ правило: закупать большинство товаровъ въ Германіи и не пытаться даже производить ихъ у себя.

Ввозъ химическихъ товаровъ дошелъ до цифры въ 20 мил. рублей. Надо замѣтить, что цифра эта въ сущности меньше дѣйствительной, т. к. таможня относительно цѣнъ ввозимыхъ товаровъ довольствуется показаніемъ экспедиторовъ.

Наша химическая промышленность захирѣла; снабжавшая когда-то Европу своими товарами, она постепенно сокращалась и дошла до того, что къ намъ стали ввозить даже сѣрную кислоту. Правда, ввозъ этотъ былъ очень не великъ, но онъ былъ. Между тѣмъ сѣрная кислота, если не прямо, то косвенно, необходима для каждаго завода, для каждой мастерской.

Въ то время когда въ Германіи появились новые заводы, новая отрасль промышленности, на на-

шихъ химическихъ заводахъ, въ большинствѣ случаевъ, орудовали практики; авторъ знаетъ заводы работавшіе синеродистыя соединенія, гдѣ мастера не имѣли ни малѣйшаго понятія о химіи. Химическіе заводы, за исключеніемъ небольшого числа крупныхъ, владели жалкое существованіе. Въ числѣ крупныхъ заводовъ были заводы чисто нѣмецкіе (Майнцкаго Химическаго Общества, О-ва Анилинаго производства, Шеринга и пр.); въ отчетахъ Министерства ихъ выработка показывалась, конечно, какъ внутреннее производство. Наконецъ въ Германіи стали ощущаться недостатокъ въ сырыхъ матеріалахъ, особенно продуктахъ перегонки каменнаго угля, тогда они обратились къ намъ, и начали строить на весьма выгодныхъ для нихъ условіяхъ коксо-вальныя печи съ улавливаніемъ летучихъ продуктовъ коксованія.

Дѣло было поставлено такъ, что наши заводы принуждены были всю свою выработку (за исключеніемъ пека) продавать за границу.

Теперь, благодаря войнѣ, дѣло измѣнилось. Наши заводчики стали болѣе самостоятельны, и имъ пред-



стоитъ начать эру въ нашей химической промышленности. Горнозаводскимъ предприятиямъ предназначено въ этомъ сыграть значительную роль.

Не говоря уже о разгонкѣ смолистыхъ продуктовъ, которая теперь ведется болѣе или менѣе удовлетворительно, необходимо позаботиться о болѣе правильномъ использованіи амміачной воды и газовъ.

Раньше, чѣмъ приступить къ изложенію способовъ, какими можно достигнуть этого, надо оговориться, что цѣль настоящей статьи только указать на эти возможности, не давая полнаго, точнаго описанія всѣхъ способовъ и приѣмовъ. Сдѣлать это, во-первыхъ, неудобно въ небольшой журнальной статьѣ, во-вторыхъ, невозможно потому, что техническая литература вообще, не описываетъ многихъ деталей этихъ устройствъ.

Всегда, какъ бы, повидимому, ни было обстоятельно описаніе того или иного способа получения продукта, въ этомъ описаніи имѣются значительные пробѣлы, и каждый заводъ примѣняетъ свои приѣмы, составляющіе секретъ производства. Относительно полученія многихъ химическихъ товаровъ въ литературѣ нельзя найти такихъ указаній, по которымъ можно бы прямо, безъ предварительныхъ опытовъ, начать производить ихъ и построить вполне удовлетворительный для этого заводъ.

Надо замѣтить, что въ круговоротѣ природы и въ промышленности соединенія азота вообще представляютъ значительную цѣнность. Оставляя въ сторонѣ азотистыя соединенія органическаго характера, (бѣлки, алкалоиды и пр.), остановимся только на его простѣйшихъ соединеніяхъ, а именно на амміачныхъ, азотнокислыхъ и цианистыхъ.

Источниками амміачныхъ соединеній служатъ въ настоящее время только водянистые продукты при коксованіи угля.

Раньше готовили нашатырь (хлористый аммоній) изъ сажы печей, отапливаемыхъ верблюжьимъ навозомъ, гнилой мочи.

Въ незначительныхъ количествахъ, не имѣющихъ промышленнаго значенія, амміачныя соединенія встрѣчаются въ природѣ въ видѣ минерала—масканьина, на Этнѣ и Везувіи, какъ возгонъ сѣрноамміачной соли.

Эта же соль получается въ видѣ побочнаго продукта при производствѣ буръ изъ водъ содержа-

щихъ ея источниковъ въ Тосканѣ и Калифорніи. Въ взогнанномъ видѣ встрѣчается нашатырь въ вулканическихъ мѣстностяхъ, особенно на Везувіи и Этнѣ, гдѣ въ 1635 и 1669 годахъ его было такое количество, что нашли даже возможнымъ вывезить его въ Германію.

Въ Бولیвіи и Чили, въ залежахъ гуано встрѣчаются прослойки углекислаго амміака, содержащаго по анализамъ около 20% нерастворимыхъ веществъ и до 20%—амміака ( $\text{NH}_3$ ).

Источники азотнокислыхъ соединеній—это селитряныя земли, главнымъ образомъ въ Чили, и брошенный теперь способъ добыванія селитры въ буртахъ, т. е. при обработкѣ особымъ способомъ сложенныхъ кучъ изъ навоза, известняковъ, животныхъ остатковъ, въ которыхъ подъ влияніемъ жизнедѣятельности бактерій образовывался амміакъ, который другими видами бактерій окислялся далѣе сначала въ азотистую, затѣмъ въ азотную кислоту. Теперь способъ этотъ, повидимому, восстанавливается, но объ этомъ скажемъ дальше.

Залежи въ Чили приходятъ къ концу; какъ полагаютъ, около 1930 года онѣ будутъ совершенно истощены, и техники, преимущественно германскіе, начали разрабатывать, съ большимъ успѣхомъ, способы полученія какъ амміака, такъ и азотной кислоты синтетическими методами.

Кромѣ амміака и азотной кислоты, техника нуждается еще въ одномъ рядѣ соединеній азота, въ цианистыхъ соединеніяхъ. Это соединенія—въ которыхъ азотъ и углеродъ входятъ каждый по одному атому и даютъ цианъ, тѣло аналогичное элементу изъ ряда галоидовъ. Цианъ кромѣ того, соединяясь съ водородомъ, даетъ синеродисто—водородную кислоту, иначе называемую синильной кислотой, кислота эта ( $\text{HCN}$ ) даетъ съ металлами соли, подобныя хлористымъ. Въ промышленности имѣетъ большое значеніе синеродистый калий, (цианъ кали), употребляющійся въ значительномъ количествѣ въ золотопромышленности, какъ и синеродистый натрій.

Въ ряду синеродистыхъ соединеній надо отмѣтить еще двѣ соли: желтую кровяную и красную кровяную соль (соль Гмелина); называются онѣ кровяными потому, что готовили ихъ при помощи животнаго угля, и главнымъ образомъ полученнаго изъ сухой крови.

Желтая кровяная соль (желтое синькали) до войны имѣла цѣну 17 рублей пудъ, а красная около 40 рублей.

Ввозило той и другой соли къ намъ на сумму около 80000 рублей въ годъ и производилось у насъ желтой соли на 206.400 рублей; красной соли у насъ не вырабатывалось.

Производство синеродистыхъ солей въ Россіи было довольно велико до введенія новаго способа полученія ихъ изъ отбросовъ газовыхъ заводовъ, когда ихъ стала поставлять намъ Германія, обладающая широко развитымъ газовымъ производствомъ.

Утилизациія отходящихъ летучихъ продуктовъ коксованія у насъ возникла очень недавно, (до 1908 года у насъ не было печей съ рекуперацией) и то только благодаря потребности въ пекѣ для брикетированія углей, а также въ силу недостатка въ Германіи сырыхъ продуктовъ.

Побочные продукты получаютъ въ видѣ смолистыхъ, водянистыхъ и газообразныхъ. О смолахъ мы здѣсь говорить не будемъ, на нихъ уже обращено серьезное вниманіе, и будемъ надѣяться, что дѣло это станеть на правильный путь.

Обработка водянистаго продукта — амміачной воды въ настоящее время не является еще вполне рациональной.

Амміачная вода, получающаяся изъ аппаратовъ, зеленовато-бурого цвѣта, мутная отъ взвѣшенныхъ въ ней частицъ смолистыхъ продуктовъ, отвратительнаго запаха. Послѣ долгаго отстаиванія она становится прозрачной, зеленого съ желтизной цвѣта. Въ ней содержится около 3% амміака въ видѣ различныхъ соединеній и рядъ примѣсей въ видѣ пиридиновыхъ основаній, пиррола, ацетонитрила, синеродистыхъ и родановыхъ солей и пр., пока не имѣющихъ значенія, т. к. ихъ изъ воды не извлекаютъ.

Амміакъ содержится въ видѣ различныхъ соединеній, часть которыхъ разлагается при температурѣ кипѣнія, какъ, напримѣръ, углекислый, сѣрнистый, цианистый, уксуснокислый аммоній. Болѣе трудно отдаютъ свой амміакъ слѣдующія его соединенія, растворенныя въ амміачной водѣ: сѣрнистокислый, сѣрнокислый, сѣрноюглеродистый, хлористый, роданистый и желѣзисто-синеродистый аммоній.

Составъ амміачной воды сильно варьируетъ какъ въ качественномъ, такъ и въ особенностяхъ въ ко-

личественномъ отношеніи, въ зависимости отъ весьма многихъ причинъ. Составъ самого угля, температура его карбонизациі, количества загруженнаго въ аппараты угля, система самихъ аппаратовъ, продолжительность карбонизациі имѣютъ громадное значеніе на выходы тѣхъ или другихъ продуктовъ вообще и амміака въ частности. Азота, который образуетъ амміакъ и цианистыя соединенія, въ углѣ бываетъ 0,5—2%.

Въ амміакъ переходитъ въ среднемъ около пятой части содержавшагося въ углѣ азота, а остальное количество его частью остается въ коксѣ, частью выдѣляется въ свободномъ видѣ и въ формѣ другихъ соединеній и др.

Амміакъ—безцвѣтный газъ, легче воздуха, по отношенію къ водороду удѣльный вѣсъ его 8,5, а къ воздуху 0,596. Кубическая сажень его вѣситъ 0,4596 пуда; амміакъ обладаетъ извѣстнымъ всѣмъ характернымъ запахомъ (запахъ нашатырнаго спирта), сильно раздражаетъ слизистыя оболочки. При содержаніи въ воздухѣ 0,05% амміака, появляются признаки отравленія у дышащихъ такимъ воздухомъ, а при содержаніи 0,6% животныя умираютъ, пробывъ въ въ этой смѣси около 1 часа 30 минутъ. Люди, при нѣкоторой привычкѣ, выносятъ амміакъ лучше животныхъ, но все же содержаніе его въ воздухѣ не должно быть допускаемо болѣе 0,05%.

При температурѣ въ 10° и давленіи въ 6 атмосферъ амміакъ обращается въ жидкость. Жидкій амміакъ безцвѣтенъ, при испареніи (температура кипѣнія его—34°) поглощаетъ 315 единицъ теплоты и послѣ углекислаго газа это наиболѣе удобный газъ для примѣненія въ холодильныхъ машинахъ.

Въ водѣ амміакъ (газообразный) растворяется очень легко, и растворъ его обладаетъ сильно щелочной реакціей, химическое дѣйствіе растворовъ амміака во всемъ подобно дѣйствію растворовъ щелочныхъ металловъ, а такъ какъ амміакъ при нагреваніи улетучивается, то во многихъ случаяхъ амміакъ примѣняется предпочтительно передъ другими щелочами.

При нормальныхъ температурѣ и давленіи въ одномъ объемѣ воды растворяется до 700 объемовъ амміака. При 0° амміакъ растворяется въ водѣ почти до соединенія, отвѣчающаго формулѣ  $\text{NH}_4(\text{HO})$ ; ратакой створъ содержитъ около 48% амміака.

Амміакъ въ водномъ растворѣ, нашатырный спиртъ—имѣетъ значительное употребленіе въ кра-

сильномъ дѣлѣ, при производствѣ зеркаль (серебрениемъ) и вообще какъ летучая щелочь и совершенно необходимъ въ каждой аптекѣ и химической лабораторіи.

Въ продажѣ амміакъ обыкновенно встрѣчается въ видѣ раствора крѣпостью въ 1) въ 0,960 по цѣнѣ (въ нормальное время) 2 р. 90 к., 2) въ 0,926 цѣной 4 р. 25 к. и 3) въ 0,910 по 5 р. 25 коп.; крѣпче этого амміакъ уже неудобно хранить и перевозить въ обыкновенной укупоркѣ.

Приводимъ таблицу отношеній содержанія амміака въ процентахъ къ удѣльному вѣсу.

Фиг. 1.

Уд. вѣс. при 14°	%ное содержаніе NH <sub>3</sub>	Уд. вѣс. при 14°	%ное содержаніе NH <sub>3</sub>	Уд. вѣс. при 14°	%ное содержаніе NH <sub>3</sub>	Уд. вѣс. при 14°	%ное содержаніе NH <sub>3</sub>	Уд. вѣс. при 14°	%ное содержаніе NH <sub>3</sub>	Уд. вѣс. при 14°	%ное содержаніе NH <sub>3</sub>
0,8844	36,0	0,8976	30,0	0,9133	24,0	0,9314	18,0	0,9520	12,0	0,9749	6,0
0,8864	35,0	0,9001	29,0	0,9169	23,0	0,9347	17,0	0,9556	11,0	0,9790	5,0
0,8885	34,0	0,9026	28,0	0,9191	22,0	0,9380	16,0	0,9593	10,0	0,9831	4,0
0,8907	33,0	0,9052	27,0	0,9221	21,0	0,9414	15,0	0,9631	9,0	0,9873	3,0
0,8929	32,0	0,9078	26,0	0,9251	20,0	0,9449	14,0	0,9670	8,0	0,9915	2,0
0,8951	31,0	0,9103	25,0	0,9283	19,0	0,9484	13,0	0,9709	7,0	0,9959	1,0

Кромѣ амміака въ водномъ растворѣ, въ промышленности имѣютъ значеніе: углекислый амміакъ, хлористый (нашатырь) и сѣрнокислый, а также его двойныя соли и амміачные квасцы.

На коксовальныхъ и газовыхъ заводахъ амміакъ изъ амміачной воды выдѣляется первоначально въ видѣ газа, на который по очисткѣ его дѣйствуютъ той кислотой, соль которой хотятъ получить.

Самое удобное для заводовъ, получающихъ амміачную воду, было бы продавать ее въ томъ видѣ, какъ она выходитъ изъ аппаратовъ, но къ сожалѣнію, это почти невозможно, т. к. пришлось бы перевозить слишкомъ много лишней воды, а потому заводы принуждены подвергать свою воду той или иной обработкѣ.

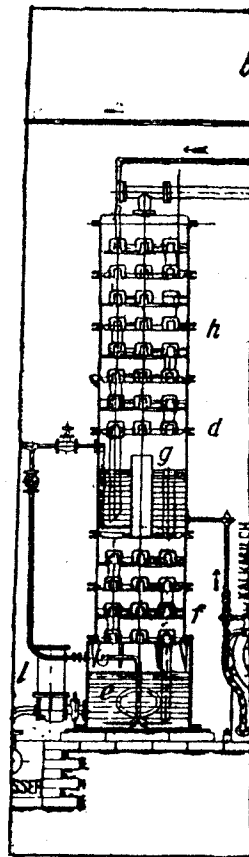
Опыты поливки полей сырой водою, съ цѣлью удобрения, оказались неудачными и были оставлены.

Заводы принуждены во всякомъ случаѣ подвергать сырую воду перегонкѣ, при которой, во-первыхъ, она очищается отъ многихъ примѣсей, и, во-вторыхъ, значительно увеличивается въ ней содержаніе амміака (до 25%).

Перегонка воды производится въ специальныхъ аппаратахъ непрерывно. Теперь такихъ аппаратовъ существуетъ нѣсколько типовъ, описывать которые

не будемъ. Идея аппарата та же, что перегонныхъ аппаратовъ, употребляемыхъ въ винокуренномъ дѣлѣ.

Амміачная вода вступаетъ въ аппаратъ сверху, а навстрѣчу ея току поднимаются пары воды и амміакъ.



Фиг. 2. Колонна для отгонки амміака изъ сырой амміачной воды.

По трубамъ слѣва вводится паръ изъ парового котла. h—ректификаторъ. Стрѣлка надъ трубою, приводящей сырую амміачную воду. По широкой трубѣ сверху колонны отводится газообразный амміакъ и пары воды.

g—мѣсто куда приливается известковое молоко черезъ трубку, обозначенную стрѣлкой.

e—сборникъ стекающей съ тарелокъ воды, лишенной амміака.

f—нижняя часть колонны, въ которой перегоняется вода съ известковымъ молокомъ.

Пары проходятъ черезъ такія же приспособленія, какія помѣщаются въ ректификаторахъ вообще, т. е. (фиг. 2) они вступаютъ подъ колпакъ, края котораго

погружены въ жидкость; прорываясь черезъ ея слой, они уносятъ наиболѣе летучія части, въ данномъ случаѣ амміакъ и нѣкоторую часть водянаго пара.

Жидкость въ ректификаторныхъ тарелкахъ держатъ на постоянномъ уровнѣ, для чего имѣются особые сливные сифоны; жидкость сливается, потерявъ часть раствореннаго въ ней газа, и продолжаетъ терять его по мѣрѣ стеканія внизъ.

Въ томъ мѣстѣ пути жидкости, гдѣ можно ожидать, что всѣ бывшія въ ней соединенія амміака, способныя разлагаться только при высокой температурѣ, уже разложились и выдѣлили газъ, въ аппаратъ вливается известковое молоко, разлагающее остальные соединенія.

Известь, помимо того, что разлагаетъ соединенія амміака, коагулируетъ нѣкоторые смолистые продукты и ложится на днѣ ректификаціонныхъ тарелокъ. Для удаленія этой грязи въ стѣнкахъ аппарата имѣются люки.

Пары входятъ въ холодильникъ и сгущаются въ жидкость.

Такимъ образомъ перегоняется не вся вода, а только часть ея, при чемъ въ отгонъ переходитъ весь амміакъ, содержаніе котораго въ отгонѣ доходитъ до 25%.

Полученный отгонъ содержитъ примѣси, имѣетъ желтый цвѣтъ и долженъ быть переработанъ еще разъ для полученія изъ него фабриката-товара.

Въ грязи содержатся различныя вещества, которыя могли бы быть обработаны для полученія тѣхъ или другихъ товаровъ, но у насъ ихъ почти вездѣ выбрасываютъ и лишь кое-гдѣ извлекаютъ изъ нихъ нафталинъ.

Коксовальныя заводы должны были бы располагать своими химическими заводами для дальнейшей обработки получаемыхъ продуктовъ, но это усложняетъ дѣло, и предпочтительнѣе продавать прямо такую сгущенную воду, имѣющую всего около одной восьмой вѣса всей полученной непосредственно изъ рекуператоровъ амміачной воды.

Многіе заводы готовятъ изъ амміачныхъ водъ сѣрнокислый аммоній, имѣющей непосредственный сбытъ, какъ удобрительное вещество; кромѣ того изъ него можно получать и другія амміачныя соединенія.

Для полученія сѣрнокислаго аммонія перегонку въ аппаратахъ для амміачной воды ведутъ такъ, чтобы въ аппаратѣ оставалось возможно больше воды,

а уходилъ газъ съ малымъ содержаніемъ водянаго пара, и пускаютъ его не въ холодильникъ, а въ особый сосудъ (сатураторъ), въ который налита камерная сѣрная кислота (60° Боме), съ которой и соединяется амміакъ.

При соединеніи амміака съ сѣрною кислотой выделяется теплота, и жидкость сама собою нагревается, при чемъ отгоняется часть воды.

Сѣрнокислый аммоній, вслѣдствіе небольшой растворимости его, при постепенной концентраціи раствора въ сатураторѣ выпадаетъ и вычерпывается мѣдными продыравленными черпаками на наклонную поверхность, съ которой стекаетъ обратно въ сатураторъ маточный растворъ.

Изъ перегоннаго аппарата газъ вводится въ сатураторъ широкой трубой, оканчивающейся въ свинцовомъ колпакѣ. Труба дѣлается тоже изъ свинца и на нижнемъ концѣ наръзана зубцами, чтобы предотвратить забиваніе отверстія солью.

Сатураторъ обычно дѣлается открытымъ, чтобы образующіеся въ немъ пары воды свободно уносились въ воздухъ. Но при этомъ вмѣстѣ съ водяными парами въ атмосферу поступаютъ также и газы, вредные для здоровья; помимо того, что эти газы могутъ быть утилизированы, теплота, непроизводительно уходящая съ паромъ, теряется безъ пользы.

Поэтому сатураторъ слѣдуетъ дѣлать закрытымъ. Вынутую соль обрабатываютъ на центрофугахъ, возвращая жидкость въ сатураторъ, а соль, досушивъ на воздухѣ, складываютъ въ мѣшки, въ которыхъ она и поступаетъ въ продажу.

Сѣрнокислый аммоній получается съ содержаніемъ около 25% амміака и главнымъ образомъ идетъ, какъ удобрительное вещество. До войны онъ вывозился преимущественно за границу, но теперь должны быть приняты мѣры для сбыта его на внутреннемъ рынкѣ.

Удобренія становятся съ каждымъ годомъ все необходимѣе въ нашемъ сельскомъ хозяйствѣ, которое мало по малу оставляетъ старыя приемы и становится болѣе интенсивнымъ.

Пропагандированіемъ замѣны ввозимой чилийской селитры нашимъ сѣрнокислымъ аммоніемъ занялись уже нѣкоторыя земства (Рязанское, напримѣръ), но надо и самимъ заводчикамъ озаботиться этимъ и хотя бы путемъ субсидированія сельско-хозяйственныхъ обществъ и опытныхъ

станцій распространять возможно шире между сельскими хозяевами свѣдѣнія о сѣрнокисломъ аммоніѣ. Горнопромышленный музей Совѣта Съѣзда Горнопромышленниковъ юга Россіи отпустилъ нѣ сколько пудовъ этой соли для опытовъ въ садахъ Крыма и для огородовъ и теперь ведетъ переговоры съ Ново-Александрійскимъ сельско-хозяйственнымъ институтомъ о постановкѣ опытовъ надъ удобреніемъ опытнаго поля.

Удобрительное значеніе сѣрнокислаго аммонія не ниже того же значенія селитры, но обращеніе съ нимъ и самое дѣйствіе его нѣсколько иное. Селитра оказываетъ болѣе быстрое дѣйствіе, но скорѣе вымывается изъ почвы, и эффектъ ея непродолжителенъ, сѣрнокислый же аммоній дѣйствуетъ дольше и равномѣрнѣе. Въ почвѣ онъ задерживается лучше селитры, и вводимая съ нимъ въ почву сѣрная кислота не дѣйствуетъ на ухудшеніе физическихъ свойствъ почвы, чего нельзя сказать о селитрѣ, оставляющей натровыя соли, способныя иногда вызывать образованіе солончакости почвы.

Какъ то, такъ и другое удобрительное средство надо брать не въ чистомъ видѣ, а въ смѣси съ другими туками. Сѣрнокислый аммоній особенно хорошо дѣйствуетъ въ тѣхъ случаяхъ, когда его употребляютъ съ костяной мукой или суперфосфатомъ, а этихъ веществъ въ Россіи вполнѣ достаточно \*).

\*) Приводимъ кое-какія литературныя данныя о сѣрнокисломъ аммоніи, напечатанныя въ русскихъ изданіяхъ за послѣднее время.

„Удобреніе плодоваго сада и огорода. Искусственные удобрения. Составилъ А. Гинценбергъ, состоящій по Департаменту Земледѣлія, старшій спеціалистъ по садоводству въ Курской губерніи. 1911 г. Цѣна 60 к.

Изданіе Императорскаго Россійскаго Общества Пловодства. Петроградъ, Чернышевскій переулокъ, 16.

Страница 35: Сѣрнокислый амміакъ. Содержитъ онъ приблизительно отъ 34,5 до 20,8% чистаго азота. Удѣльный вѣсъ его 1,760.

Это удобреніе находитъ себѣ все большее и большее распространеніе, такъ, на примѣръ, въ Германіи въ 1897 г. было употреблено его 65,000 тоннъ, а въ 1908 году 313.000 тоннъ\*.

„Зная, что чилийская селитра содержитъ всего 15,5% чистаго азота, а сѣрнокислый амміакъ 20,60%, очевидно, что при удобреніи равной площади чилийской селитры по вѣсу пойдетъ больше“.

„Сѣрнокислый амміакъ, при правильномъ примѣненіи, въ дѣйствіи своемъ въ почвѣ одинаковъ съ чилийской

Простота полученія сѣрнокислаго аммонія позволяетъ готовить его безъ особыхъ хлопотъ, но для заводовъ было бы гораздо выгоднѣе готовить не сѣрнокислый, а хлористый аммоній, имѣющій значительно высшую цѣну. Для этого слѣдуетъ употребить не сѣрную, а соляную кислоту. Теперь разработанъ способъ полученія соляной кислоты, безъ помощи сѣрной, и съ полученіемъ въ видѣ отброса или, вѣрнѣе, побочнаго продукта, сплава годнаго какъ матеріаль для силиката или обыкновеннаго стекла.

Способъ этотъ пока испытанъ въ лабораторіи, но легко можетъ быть введенъ и въ заводской практикѣ. Въ Германіи его примѣняли въ стекловареніи, но тамъ соляная кислота настолько дешева, что собирать ее не представлялось выгоднымъ.

Хлористый аммоній значительно больше растворимъ въ водѣ, чѣмъ сѣрнокислый, а потому жидкость изъ сатуратора надо выпаривать и сырой нашатырь для очистки возгонять въ чугунныхъ котлахъ. Пудъ нашатыря въ продажѣ стоитъ около

селитрой и даже выше ея, какъ это мы усмотримъ изъ нижепомѣщенной краткой его характеристики\*.

Дальнѣйшаго не выписываемъ, вообще сѣрнокислый аммоній горячо рекомендуется, какъ удобреніе для садовъ и огородовъ. Надо обратить вниманіе, что книжка эта издана задолго до войны.

„О покупныхъ удобренияхъ и золѣ на черноземныхъ поляхъ южной Россіи“. Сост. И. В. Якушкинъ. Изданіе Редакціи журнала „Хуторянинъ“. Полтава 1914 годъ Цѣна 10 к.

Въ этой популярной брошюрѣ трактуется вообще объ искусственныхъ удобренияхъ и примѣнимости ихъ на югѣ, упоминается на ряду съ селитрой и сѣрнокислый аммоній (стр. 12).

„Что нужно знать огороднику для выгоднаго веденія огорода“. А. С. Карцовъ, Приложение къ журналу „Прогрессивное Садоводство и Огородничество“. 1915 годъ.

Стр. 105. „Сѣрнокислый амміакъ при 20% азота вносятся на легкой почвѣ предпочтительно передъ селитрой“ „Продолжительность дѣйствія два года“.

Д. В. Федоровъ. Обработка и удобреніе почвы. Петроградъ. Издательство Сойкина. Стремянная 12. 1911 г.

Страницы 176 и дальше посвящены азотистымъ удобрениямъ и въ томъ числѣ сѣрнокислому аммонію, авторъ видимо, какъ южанинъ, мало знакомъ съ практической стороной употребленія сѣрнокислаго аммонія, но все же ставитъ его вровень съ селитрой. Кромѣ того, были статьи о сѣрнокисломъ аммоніѣ, какъ удобрительномъ средствѣ, въ сельскохозяйственныхъ журналахъ и газетахъ.

8-ми рублей и заключаетъ 31,4% амміака (расчетъ на чистый хлористый аммоній, какъ и во всѣхъ вышеприведенныхъ и послѣдующихъ расчетахъ разныхъ соединений амміака и азота велся на химически чистыя соли).

Устройство, нужное для выработки нашатыря, не особенно сложно, и его довольно легко ввести въ кругъ работъ коксовальныхъ заводовъ.

Хлористый аммоній можно приготовить также, смѣшавъ сѣрнокислый аммоній съ поваренной солью въ извѣстной пропорціи и возгоняя изъ смѣси нашатырь. Получается въ остаткѣ сѣрнокислый натръ, который послѣ перекристаллизаціи можетъ быть употребленъ, какъ матеріалъ для стекловареннаго производства или другихъ цѣлей.

Полученіе чистаго нашатырнаго спирта, сжиженнаго амміачнаго газа и другихъ солей амміака уже удобнѣе производить на химическихъ заводахъ, которые должны быть расположены близко отъ коксовальныхъ, такая близость позволить употребить и избытокъ газа, даетъ возможность извлечь изъ него цѣнистыя соединения.

Какъ для химическаго завода, такъ и для коксовальнаго самое удобное и выгодное первому сбывать свой амміакъ въ видѣ 25% перегнанной амміачной воды, а второму покупать именно ее.

Въ сущности обращеніе амміака въ сѣрнокислый на коксовыхъ заводахъ, принужденныхъ получать его недостаточно чистымъ, служитъ лишь для удешевленія транспорта, а такъ какъ перегнанная амміачная вода и сѣрнокислый амміакъ содержатъ одинаковое количество амміака, около одной четверти вѣса, то безразлично перевозить ли на небольшое разстояніе твердое тѣло, сѣрнокислый амміакъ, или жидкое—воду, а поэтому коксовымъ заводамъ рациональнѣе продавать воду. Мѣшки, нужные для сѣрнокислаго амміака, компенсируютъ стоимость цистернъ для воды.

Химическіе же заводы сьумѣютъ гораздо лучше очистить амміакъ и собрать имѣющіе свою цѣнность тѣ примѣси къ нему, которыя пропадаютъ бесполезно при изготовленіи сѣрнокислаго аммонія не на химическихъ заводахъ.

Перегнанная амміачная вода, поступивъ на заводъ, снова должна быть перегнана, но уже болѣе тщательно. Выдѣляющійся при этомъ амміакъ промываютъ парафиновымъ масломъ, пропускаютъ черезъ древесный уголь и т. п., удерживающіе цѣ-

нистыя соединенія, сѣрнистыя и углекислый газъ. Такой очищенный, почти химически чистый, холодный амміакъ уже по желанію можетъ быть или растворенъ въ дистиллированной водѣ и тогда получится, нужной крѣпости нашатырный спиртъ, или же растворъ пропускаютъ въ ту кислоту, соль которой желаютъ получить, или же газообразный амміакъ сгущаютъ въ жидкость и пускаютъ въ продажу въ стальныхъ баллонахъ.

На химическомъ заводѣ можно приготовить также углекислый амміакъ, который до сихъ поръ ввозился къ намъ изъ-заграницы.

Полученіе углекислаго амміака довольно просто. Амміакъ пускаютъ въ свинцовыя камеры и туда же проводятъ чистый углекислый газъ, при соединеніи получается углекислый амміакъ въ видѣ твердаго тѣла бѣлаго цвѣта, прозрачнаго и пахнущаго амміакомъ. Углекислый аммоній не проченъ, онъ легко разлагается, возгоняется, не плавясь, и послѣднее его свойство, даетъ ему большое примѣненіе въ производствѣ цряниковъ и частью хлѣбопеченія. Примѣшанный къ тѣсту углекислый аммоній (соль булочниковъ) при температурѣ печенія улетаетъ весь безъ остатка, оставляя въ тѣстѣ тѣ пустоты, которыя обыкновенно оставляетъ углекислый газъ, развивающійся въ тѣстѣ при его броженіи. Такимъ образомъ сохраняются время, нужное на броженіе тѣста, и часть крахмала, остающаяся не разложенной при обыкновенномъ способѣ приготовления тѣста и переходящая въ спиртъ и углекислый газъ.

Химическій составъ углекислаго аммонія приблизительно отвѣчаетъ формулѣ  $\text{NH}_4\text{O} (\text{CONH}_2)_2$ , а не  $(\text{NH}_4)_2 \text{HCO}_3$  какъ можно бы ждать. Происходитъ это въ силу малой прочности соединенія углекислаго газа съ амміакомъ. Эта же непрочность позволяетъ употреблять углекислый аммоній взамѣнъ нашатырнаго спирта, какъ нюхательную соль.

Настоящимъ перечнемъ можно и ограничиться при описаніи имѣющихъ техническое значеніе солей амміака, другія его соли, употребляющіяся но въ небольшихъ количествахъ въ медицинѣ, лабораторіяхъ и техникѣ, вырабатываются въ специальныхъ заводахъ.

О примѣненіи въ будущемъ амміака въ широкомъ масштабѣ для полученія путемъ окисленія его азотной кислоты, а также о полученіи изъ амміака синеродистыхъ солей будетъ сказано дальше, те-

перь же перейдемъ къ соединеніямъ ціана, имѣвшимъ всегда примѣненіе въ технику и теперь получившимъ особенное распространеніе, благодаря примѣненію ціанистаго натрія или калия для извлеченія золота.

При сухой перегонкѣ каменнаго угля, незначительная часть содержащагося въ немъ азота, соединяясь съ углеродомъ, даетъ ціанъ, соединяющійся въ свою очередь съ амміакомъ въ синеродистый аммоній и образующій съ сѣрой сѣрносинеродистыя соли, иначе называемыя родановыми.

Соединенія ціана найдены и хорошо обследованы въ свѣтильномъ газѣ. Такъ, по анализамъ Лейбольта, въ газѣ гамбургскихъ газовыхъ заводовъ на 100 кубическихъ метровъ газа приходится отъ 187 до 255 граммъ ціана. Въ газѣ берлинскихъ заводовъ, по Дреймиллеру, ціана—отъ 176 и 187 граммъ. Фельдъ нашель въ газѣ нѣмецкихъ заводовъ въ среднемъ 220 граммъ ціана, французскихъ 220 и англійскихъ 235 граммъ ціана.

По Фостеру, англійскій уголь, заключающій 1,70% азота, при перегонкѣ его даетъ такое распределеніе азота:

Въ коксѣ остается . . .	50,5%	всего азота
„ амміакъ входитъ . . .	15,0	„ „ „
„ ціанъ „ . . .	1,5	„ „ „
Свободнаго азота получ. .	33,0	„ „ „

Въ газахъ коксовыхъ печей ціана находится меньше, и, по разнымъ источникамъ, отъ 0,5 до 0,75 того количества, которое тотъ же уголь способенъ дать при обработкѣ на свѣтильный газъ.

Ланге въ своей книжкѣ „Побочные продукты газоваго производства“ приводитъ такія числа: англійскіе угли даютъ ціана на тонну отъ 0,41 до 0,98 килограмма, вестфальскіе отъ 0,63 до 0,98 и силезскіе отъ 0,31 до 0,67.

Содержаніе азота въ каменныхъ угляхъ Ланге принимаетъ вообще отъ 0,5 до 2,0%, и, по его даннымъ, при полученіи изъ углей свѣтильнаго газа азотъ распределяется такъ:

Въ коксѣ остается . . . . .	40 до 50%
Выдѣляется въ свободномъ видѣ	20 „ 40
Входитъ въ составъ амміака . .	15 „ 20
„ „ „ ціана . . . . .	1 „ 2
„ „ „ органическихъ	„ „
„ „ „ основаній	3 „ 4%

Соединенія ціана легко переходятъ въ другія органическія соединенія, самый углекислый аммоній можно разсмагривать также и какъ карбаминовое соединеніе; указываемъ на эту близость, какъ на явленіе, имѣющее значеніе для техники, объясняющее процессы образованія ціанистыхъ соединеній при многихъ обстоятельствахъ, когда встрѣчаются въ нагрѣтомъ состояніи уголь, азотъ, водородъ, иногда и сѣра, въ присутствіи щелочей. Органогены могутъ быть въ свободномъ или связанномъ видѣ безразлично.

И дѣйствительно, въ большихъ или меньшихъ количествахъ ціановыя соединенія образуются при полученіи въ генераторахъ газа для двигателей внутреннего горѣнія, въ доменномъ процессѣ (особенно въ обильномъ количествѣ при доменной плавкѣ на древесномъ углѣ).

Ціанъ въ еще большихъ количествахъ получается при пропусканіи черезъ накаленную смѣсь угля съ щелочами, — азота или амміака.

Еще Бунзенъ въ 1848 году указывалъ на возможность полученія ціана этимъ способомъ. Ламбели предлагалъ загружать въ горизонтальныя реторты, изъ которыхъ выкачанъ воздухъ, смѣсь угля, поташа и извести, накаливать ихъ до краснаго каленія, и въ эту смѣсь пропускать газовую смѣсь азота и свѣтильнаго газа.

Ціанистый калий, какъ пишетъ Остъ, получаютъ и теперь на стасфуртскихъ заводахъ, пропуская сухой газообразный амміакъ черезъ вертикальныя желѣзныя реторты, нагрѣтыя до 900°, и содержащія въ себѣ тонкую смѣсь древеснаго угля съ поташемъ.

При этомъ процессѣ получается кромѣ ціанистаго калия и ціановый. Смѣсь выщелачиваютъ, и растворъ обрабатываютъ крѣпкимъ растворомъ поташа.

Тотъ же результатъ можетъ быть достигнуть, если при болѣе высокой температурѣ пропускать воздухъ, предварительно лишенный кислорода.

Въ Германіи получаютъ ціанистыя соединенія и другими способами, подобными описаннымъ, но все же главная масса ихъ вырабатывается изъ газовъ каменнаго угля.

У насъ, къ сожалѣнію, производство свѣтильнаго газа не развито, при обработкѣ продуктовъ рекуперации на ціанъ не обращено никакого вниманія, газы генераторовъ не очищаютъ отъ ціана, а тѣмъ болѣе доменные газы. Что въ нихъ есть ціанъ, сомнѣваться нѣтъ основанія, въ пыли коуперовъ

ціанъ обнаруженъ, но такъ какъ на него, повто-  
ряемъ, не обращено вниманія, то и для сужденія о  
количествѣ ціана въ тѣхъ или другихъ продуктахъ  
нѣтъ данныхъ.

Изъ газовъ ціанъ удаляютъ поглощеніемъ его  
желѣзными или желѣзистыми солями, закисью же-  
лѣза, водной окисью желѣза (болотной рудой) и  
извлекаютъ изъ отработавшей массы выщелачива-  
ніемъ и обработкой щелочами.

Кромѣ попутнаго поглощенія ціана массой, слу-  
жащей для очистки свѣтильнаго газа, предложено  
нѣсколько специальныхъ способовъ улавливанія  
ціана. Есть по этому предмету германскія привил-  
легіи, касающіяся аппаратовъ и состава для погло-  
щенія.

Сущность всѣхъ аппаратовъ — фильтрація газовъ  
черезъ порошковатую смѣсь или промывка газа въ  
скрубберахъ растворами солей закиси желѣза.

Поглотители дѣйствуютъ настолько успѣшно,  
что въ нѣкоторыхъ случаяхъ въ составѣ ихъ послѣ  
работы находили до 38% ціана.

Въ техникѣ ціановыя соединенія хотя и не упот-  
ребляются въ очень большихъ количествахъ, но во  
многихъ случаяхъ они совершенно необходимы, какъ,  
напримѣръ, въ красильномъ производствѣ, ситцепе-  
чатномъ, красочной гальванопластикѣ, фотографіи.  
Въ послѣднее время, когда вошелъ въ общее упот-  
ребленіе способъ извлеченія золота изъ породы ціан-  
калиемъ, количество потребляемыхъ ціановыхъ со-  
лей сильно увеличилось и обѣщаетъ непрерывно  
расти.

Въ первые 6 мѣсяцевъ 1914 года изъ-за гра-  
ницы Россія получила ціановыхъ солей 14000 пу-  
довъ на сумму больше 133000 (берлинская лазурь  
и многія другія соединенія показаны вмѣстѣ съ не-  
содержащими ціана продуктами, поэтому они въ  
указанную сумму не вошли). Въ Россіи работаютъ  
лишь желтую соль, берлинскую лазурь и небольшое  
количество ціанъ-калія. Цифры настолько устарѣ-  
лыя (за 1908 годъ), что приводятъ ихъ не стоитъ.

Нормальныя цѣны нѣкоторыхъ ціановыхъ соеди-  
ненія до войны были: желтая кровяная соль (желѣ-  
зистосиеродистое кали) около 17 рублей пудъ,  
красная соль до 40 рублей. Цѣна ціанъ-калія около  
32 руб. за пудъ, а привознаго для золотопромыш-  
ленниковъ (безъ пошлины) около 12 руб. пудъ  
(ввезено было 1.500 пуд.).

Такимъ образомъ, несмотря на малое количество  
получающихся соединеній ціана по отношенію къ  
тѣмъ продуктамъ, въ которыхъ они находятся, извле-  
кать ихъ не только слѣдуетъ, но необходимо, хотя  
бы въ санитарныхъ цѣляхъ, такъ какъ всѣ ціано-  
выя соединенія ядовиты. Приводимыя же цѣны и  
цифры потребленія даютъ право сказать, что такое  
извлеченіе ціановыхъ соединеній и полученіе требуе-  
мыхъ промышленностью солей принесетъ предпри-  
нимателямъ достаточную выгоду.

Азотная кислота и соли ея могутъ быть полу-  
чены изъ амміачныхъ соединеній, вѣрнѣе изъ чис-  
таго амміака  $\text{NH}_3$ , или непосредственно окисленіемъ  
азота воздуха, за счетъ его же кислорода, при по-  
мощи электрической энергіи.

Способы эти практикуются теперь въ Европѣ, и  
кромѣ того, въ Германіи получаютъ и самый ам-  
міакъ синтезомъ изъ водорода и азота,—настолько  
тамъ велика нужда въ азотистыхъ соединеніяхъ.

Въ Россіи до сихъ поръ получали азотную кис-  
лоту и ея соли, перерабатывая чилийскую селитру,  
которой въ первую половину 1914 года было вве-  
зено на 4.505.000 рублей (въ томъ числѣ и для  
удобренія). Германія ввозила чилийской селитры на  
40.000.000 руб. а теперь, какъ пишутъ въ нѣ-  
мецкихъ техническихъ журналахъ, производство  
азотной кислоты и азотнокислаго кальція настолько  
прочно установилось, что послѣ войны не будетъ  
надобности въ выпискѣ селитры, и даже получится  
избытокъ производства, который Германія сумѣетъ  
вывозить на европейскіе рынки \*).

Производство въ Россіи азотной кислоты, ко-  
нечно, будетъ вполне своевременно, и продуктъ  
найдетъ себѣ помѣщеніе на нашемъ рынкѣ безъ  
труда.

Въ Россіи производства эти совершенно не при-  
мѣнялись, въ Европѣ же они появились въ началѣ  
XX-го вѣка, и наибольшее развитіе производство  
азотной кислоты получило въ Норвегіи, давшей  
продукту даже названіе „норвежской“ или „воз-  
душной“ селитры.

Сущность процесса состоитъ въ образованіи въ  
соотвѣтствующемъ аппаратѣ вольтовой дуги, или  
ряда ихъ, и пропусканіи черезъ нее воздуха. По-

\*) Въ этомъ позволительно сильно сомнѣваться, со-  
поставляя цифры, извѣстныя намъ, количества силъ, ко-  
торыя можетъ дать бѣлый уголь.



лучается окись азота NO, которая дальше, въ присутствіи паровъ воды, даетъ азотную кислоту HNO<sub>3</sub>.

Въ числѣ конструкторовъ аппаратовъ для сжиганія азота было двое русскихъ-техниковъ Горбовъ и Миткевичъ; построенный ими аппаратъ былъ подвергнутъ испытанію на одномъ изъ русскихъ заводовъ, даль результаты не хуже, чѣмъ аппараты другихъ конструкторовъ, но на этомъ дѣло и остановилось.

Для полученія одного пуда азотной кислоты необходимо израсходовать 230 киловаттъ-часовъ энергіи (кислота принимается въ видѣ моногидрата); конечно такое производство можно вести только при дешевой энергіи, самъ заводъ стоитъ довольно дорого, и, какъ источникъ механической энергіи, можно принять или бѣлый уголь, или тотъ избытокъ газа горнозаводскихъ предпріятій, который до сихъ поръ остается безъ примѣненія.

Энергія, получаемая отъ газа, можетъ быть по цѣнѣ не выше энергіи отъ бѣлаго угля ввиду того, что постройка гидроэлектрической станціи обойдется дороже, чѣмъ станціи съ газомоторами.

На собраніи О-ва инженеровъ - электриковъ, въ декабрѣ 1914 года, П. М. Аваевъ сдѣлалъ докладъ, посвященный вопросу объ освобожденіи русской электрической промышленности отъ иностранцевъ, въ которомъ онъ предлагаетъ использовать водопадъ Кивачъ, построивъ станцію мощностью на 30.000 киловаттъ. Станція, по его словамъ, будетъ стоить 4.500.000 руб., заводъ азотной кислоты 1.500.000 руб. чистую доходность докладчикъ исчисляеть въ 2.200.000 руб., т. е. въ 38% на затраченный капиталъ.

Не отрицая важности введенія у насъ производства азотной кислоты изъ воздуха, для горнозаводскихъ предпріятій гораздо интереснѣе способы полученія азотной кислоты (въ видѣ солей) изъ амміака.

Для окисленія его можно примѣнить окисленіе

- 1) при помощи электрической энергіи сжиганіемъ,
- 2) въ растворахъ электролитическими процессами
- и 3) въ буртахъ, новыми методами ихъ устройства.

Первый способъ достаточно дорогъ и еще мало разработанъ въ самой Германіи, второй способъ хотя и находится въ стадіи развитія и пока еще не принялъ заводскихъ размѣровъ, но это способъ, надъ которымъ работаютъ русскіе техники и который, по словамъ близкихъ стоящихъ къ этому дѣлу лицъ, обѣщаетъ хорошіе результаты, и, наконецъ,

третій способъ, полученіе селитры въ буртахъ, заслуживаетъ наибольшаго вниманія, какъ легче всего примѣнимый въ Донецкомъ бассейнѣ.

Полученіе селитры въ Россіи прекратилось съ развитіемъ ввоза ея изъ Чили. Раньше, до 40-хъ годовъ прошлаго вѣка, на югѣ получали селитру такимъ образомъ: устраивался на открытомъ воздухѣ непроницаемый для воды токъ, на немъ проводились канавки, сходявшіяся въ общій резервуаръ. На току складывали не широкую (около 2--2,5 аршинъ) кучу, буртъ, изъ навоза, известняковъ, старой штукатурки, золы, разныхъ животныхъ отбросовъ и т. п., кучу поливали навозной жижей и собиравшейся въ резервуаръ жидкостью, вытекавшей изъ бурта. По истеченіи нѣсколькихъ мѣсяцевъ бурты пересыпали, выщелачивая самую составившую буртъ землю. Въ растворѣ получалась известковая селитра, ее обращали въ калиевую приливаніемъ къ сгущеннымъ растворамъ—поташа, получался растворъ калиевой селитры и въ осадкѣ мѣль.

Вольно-Экономическимъ О-мъ въ 20-хъ годахъ было издано подробное руководство по этому дѣлу.

Теперь процессъ образованія селитры въ буртахъ достаточно изслѣдованъ и разъясненъ трудами бактериологовъ, по почину нашего русскаго ученаго Виноградскаго. Оказалось, что переходъ отъ амміака къ азотной кислотѣ идетъ подъ вліяніемъ жизнедѣятельности двухъ видовъ бактерій, изъ которыхъ однѣ нитрозообактеріи образуютъ изъ NH<sub>3</sub> HNO<sub>2</sub> азотистую кислоту, которая, въ свою очередь, даетъ азотную по формулѣ

$$\text{HNO}_2 + \text{O} = \text{HNO}_3.$$

Точное знаніе этого процесса и условій, способствующихъ жизнедѣятельности бактерій, уже дало возможность ввести въ технику окисленіе амміака при очисткѣ сточныхъ водъ біологическимъ путемъ. На біологическихъ фильтрахъ это окисленіе производится въ громадныхъ размѣрахъ, но т. к. тамъ цѣль процесса—не полученіе азотнокислыхъ солей, а только окисленіе вреднаго амміака, раствореннаго въ незначительномъ количествѣ въ большихъ массахъ воды, то собирать продуктъ окисленія нѣтъ возможности; когда же цѣлью ставится именно полученіе азотнокислой соли, то и растворы берутся сравнительно крѣпкіе.

Кромѣ того, въ буртахъ требовалось еще получить изъ животныхъ веществъ амміакъ, что уже не

требуется при употреблении готового сѣрнокислаго аммонія или аммиачной воды.

Биологическіе фильтры устраиваютъ въ зданіяхъ, чтобы можно было держать ихъ при температурѣ, наиболѣе благоприятной для жизни бактерій, фильтры хорошо вентилируются, для доставленія бактеріямъ нужнаго количества кислорода, и въ современной литературѣ есть намеки на успѣшные результаты бактеріальнаго способа. Сообщаютъ, что одинъ кубическій метръ массы фильтра даетъ въ сутки около одного килограмма азотной кислоты, въ видѣ соли.

Есть указанія, что въ Германіи заводскимъ путемъ при помощи электрической энергіи обращаютъ ежемѣсячно 1.500 пуд. амміака въ азотную кислоту, получая ея 35% содержания, около 9.000 пудовъ.

Въ технической литературѣ о всѣхъ новыхъ способахъ какъ обращенія амміака въ азотную кислоту, такъ и о полученіи этой кислоты изъ воздуха, а равно и амміака синтетическимъ путемъ вполнѣ исчерпывающихъ подробностей не имѣется.

Въ № 48-мъ нашего журнала за 1915 г. есть по этому вопросу статья К. Ф. Де-Тилліе.

Для Россіи пока заботиться о синтетическомъ полученіи амміака еще рано, т. к. мы можемъ получать достаточно амміака при коксованіи, но нѣтъ сомнѣнія, что настанетъ и для насъ время, когда это понадобится.

Относительно использованія отходящаго излишка газа изъ рекуперационныхъ печей было уже указано въ № 14 „Гор. Зав. Дѣла“, прибавить къ сказанному можно только слѣдующій небольшой расчетъ.

Въ среднемъ, по даннымъ, приведеннымъ въ книгѣ „Производство кокса“ М. И. Кузнецова, газа получается изъ коксовыхъ углей 9,48% по вѣсу, или въ круглыхъ цифрахъ 9,5% съ теплотворной способностью въ среднемъ 5000,0 калорій. Практика и наша, и иностранная показала, что ни одинъ коксовальный заводъ не употребляетъ веего газа для своихъ надобностей.

Въ Америкѣ и Германіи нѣкоторые города освѣщаются избыточнымъ газомъ коксовальныхъ печей. Полагая, что только 25% всего получаемаго газа не нужно самимъ заводамъ, мы находимъ, что количество лишняго газа эквивалентно по тепловой энергіи почти 7.000.000 пудамъ каменнаго угля съ теплотворной способностью въ 7.000 единицъ.

Строить заводъ только по литературнымъ даннымъ и указаніямъ, нѣтъ никакого смысла. Самыя лучшія руководства не дадутъ всѣхъ мелочныхъ указаній, и практика должна пользоваться людьми, не только *знающими* данное дѣло, но, что важнѣе — *умѣющими* дѣлать то дѣло, для котораго они назначены. Для новыхъ производствъ надо подготовить людей на особыхъ специальныхъ опытныхъ станціяхъ.

Такая техническая опытная станція, цѣль которой была бы практически обследовать и при томъ не только лабораторнымъ путемъ, но и заводскимъ всѣ новые способы полученія тѣхъ или иныхъ продуктовъ изъ побочныхъ продуктовъ горнозаводскихъ предпріятій, полученіе новыхъ продуктовъ изъ сырья, напимѣръ изъ соли, марганцовыхъ и иныхъ рудъ, шлаковъ (къ намъ ввезли молотаго томась-шлака на 1.819.000 рублей за первое полугодіе 1914 г.), колчедановъ, отсортированныхъ отъ угля, сѣры, уходящей съ продуктами рекуперации и пр. и пр.

Учрежденіе такой опытной станціи по прикладной химіи, конечно, не подѣ силу одному заводу въ отдѣльности, но объединенныя горнозаводскія предпріятія, тратя каждое сравнительно гроши на это дѣло, могли бы оборудовать и создать подобную станцію, получая съ лихвой всѣ свои затраты обратно, въ видѣ новыхъ продуктовъ, что несомнѣнно увеличитъ доходъ.

Только опытная станція и будетъ въ состояніи помочь нашимъ промышленникамъ, какъ въ созиданіи новыхъ отраслей, такъ и въ организациіи полученія извѣстныхъ уже веществъ, пока не вырабатывавшихся у насъ.

Станція должна быть въ тѣсной непосредственной связи съ заводами, она должна быть доступна для желающихъ разработать какой-либо вопросъ заводскихъ инженеровъ.

Наши заводы, къ сожалѣнію, такъ же далеки отъ науки, какъ эта послѣдняя отъ заводовъ, и станція послужитъ этой связью, въ необходимости которой насъ убѣдила германская промышленность.

Устройство станціи могло бы взять на себя, конечно, и правительство, но тогда она не была бы такъ близка къ заводамъ, какъ это нужно для дѣла.

Станція, надлежаще устроенная, будетъ играть важную роль въ дѣлѣ развитія русской техники.

что въ свою очередь необходимо для благосостоянія страны.

Надо полагать, что подобныя станціи возникнутъ не только для услугъ горнопромышленности, но и для другихъ ея отраслей, и всѣ такія станціи, будучи въ живой связи между собою, создадутъ нѣчто

вродѣ практической академіи техническихъ знаній и принесутъ какъ отдѣльнымъ промышленникамъ, такъ и самой промышленности такія выгоды, какія въ настоящую минуту невозможно и предвидѣть.

*В. Рюминъ.*

## Мощность технического оборудованія каменноугольныхъ и антрацитовыхъ копей Донецкаго бассейна.

Война застигла Донецкій бассейнъ въ періодъ усиленныхъ работъ по оборудованію каменноугольныхъ копей. Несмотря на то, что половина 1914 года была захвачена войной, количество и сложность производившихся въ этомъ году новыхъ работъ и установокъ, поскольку можно судить объ этомъ на основаніи отвѣтовъ 122 фирмъ \*), представляются весьма значительными. Собранные Статистическимъ Бюро Совѣта Съѣзда матеріалы за 1909 и 1914 г. по вопросу о техническомъ обо-

рудованіи каменноугольныхъ и антрацитовыхъ рудниковъ позволяютъ сопоставить въ этомъ отношеніи указанные годы и дать общую характеристику размѣрамъ движенія машины въ каменноугольную промышленность за пятилѣтіе 1909 – 1914 годовъ. Въ теченіе указанного періода расходы рудниковъ по приобрѣтенію машинъ и котловъ возрастали быстро, чѣмъ добыча, что можно видѣть изъ слѣдующихъ данныхъ:

	Добыча каменного угля и антрацита въ Донецкомъ бассейнѣ (въ мил. пуд.)	Расходъ всѣхъ каменноугольныхъ и антрац. руд. по приобрѣт. машинъ и котл. (руб.)	Относительное увеличеніе съ 1909 года	
			Добычи угля и антрацита	Расхода по приобрѣт. машинъ и котловъ
1909 г. . . . .	1.089,50	1.417.000	1,00	1,00
1911 г. . . . .	1.217,63	2 190.200	1,12	1,55
1913 г. . . . .	1.543,79	3.168.500	1,42	2,24
1914 г. . . . .	1.683,78	3.381.800	1,54	2,39

Нѣкоторое замедленіе роста расходовъ на машины и котлы въ 1914 г. объясняется не только обнаружившейся съ первыхъ дней войны трудностью получения всякихъ матеріаловъ и орудій производ-

\*) См. статью „Новыя работы, устройства и усовершенствованія на рудникахъ Донецкаго бассейна въ 1914 году“, помѣщенную въ №№ 18 и 19 „Горно-Заводскаго Дѣла“.

ства, но и чрезмѣрно возросшими въ 1914 году цѣнами на нихъ. Последнее обстоятельство позволяетъ заключить, что, не смотря на нѣкоторое превышеніе расхода 1914 года надъ расходомъ 1913 года, количество приобрѣтенныхъ въ 1914 г. котловъ и машинъ было нѣсколько ниже, чѣмъ въ 1913 году. Перейдемъ къ разсмотрѣнію цифръ 1914 г. и сопоставленію ихъ съ данными 1909 г.

*Паровые котлы.* Число паровых котловъ на рудникахъ, равно какъ и средняя поверхность на-

грѣва одного котла, находится въ прямой связи съ размѣрами добычи ископаемаго:

ГРУППЫ ПРЕДПРИЯТІЙ	На 1 рудникъ приходилось въ 1914 г. въ среднемъ		Средняя поверхность нагрѣва 1 котла (кв. ф.)
	Котловъ	Общей поверхности нагрѣва (кв. ф.)	
I Рудники съ добычей болѣе 5 милл. пуд. въ 1914 г. . . . .	26,54	21.458	808,6
II „ „ „ 1—5 „ „ „ „ . . . . .	5,79	2.885	497,9
III „ „ „ 0,5—1 „ „ „ „ . . . . .	2,59	792	305,9
IV „ „ „ 0,1—0,5 „ „ „ „ . . . . .	1,43	479	335,1
V „ „ „ не болѣе 0,1 „ „ „ „ . . . . .	1,00	210	210,0

При этомъ число котловъ, приходящихся на единицу добычи, тѣмъ больше, чѣмъ меньше предприятие по размѣрамъ добычи ископаемаго:

Группы предприятий	На 1 милл. пудовъ годовой добычи приходится		Средн. по II—V группамъ 2,71	Средн. по II—V группамъ 1.193
	Паровыхъ котловъ	Общей пов. нагрѣва (кв. ф.)		
I. Рудники съ доб. болѣе 5 милл. пуд. . . . .	1,38	1.113	}	}
II. „ „ „ 1—5 милл. пуд. . . . .	2,42	1.205		
III. „ „ „ 0,5—1 „ „ . . . . .	3,20	980		
IV. „ „ „ 0,1 - 0,5 милл. пуд. . . . .	3,93	1.317		
V. „ „ „ не болѣе 0,1 милл. пуд. . . . .	16,67	3.500		

Если полученныя здѣсь среднія величины распространить на всю добычу Донецкаго бассейна въ 1914 году, а такія же среднія за 1909 г. рас-

пространить на всю добычу 1909 года, то получатся слѣдующія цифры:

	Добыто кам. угля и антрац. въ Донецк. бас. (милл. пуд.)	На всѣхъ кам. и антр. рудникахъ Донецк. бас. имѣлось приблиз.		Средняя пов. нагрѣва 1 котла (кв. ф.)	На 1 милл. пуд. приходится пов. нагрѣва котловъ (кв. ф.)
		Котловъ	Общей пов. нагрѣва (кв. ф.)		
1914 г. . .	1.683,78	2.778	1.901.380	684	1.129
1909 г. . .	1.089,50	1.796	1.109.050	618	1.019

За разсматриваемое пятилѣтіе добыча минеральнаго топлива въ Донецкомъ бассейнѣ увеличилась

на 54,6%. Почти на ту же величину, а именно на 54,7%, увеличилось за это время число паровыхъ

котловъ; но при этомъ средняя поверхность нагрѣва одного котла выросла съ 618 до 684 кв. фут., т. е. на 10,7%, благодаря чему общая поверхность нагрѣва всѣхъ паровыхъ котловъ увеличилась за пятилѣтіе 1909—1914 г. на 71,5%: съ 1.109.050 кв. фут. до 1.901.380 кв. фут.

Такимъ образомъ, увеличеніе мощности котельныхъ установокъ на рудникахъ Донецкаго бассейна въ періодъ 1909—1914 г. шло впереди увеличенія

добычи ископаемаго. Въ то время, какъ въ 1909 г. на 1 милл. пуд. добычи приходилось 1.019 кв. фут. поверхности нагрѣва котловъ, въ 1914 г.— приходилось 1.129 кв. фут., т. е. на 10,8% больше.

*Паровыя машины и проч. двигатели \*)* (кроме электрическихъ). Среднее число машинъ, приходящихся на одно предпріятіе, равно какъ и средняя мощность одной машины, находится въ прямой зависимости отъ размѣра предпріятій:

Группы предпріятій	На одно предпріятіе приходится въ среднемъ						Средняя мощность одной машины въ л. с.
	Паров. машинъ	Общей мощн. въ л. с.	Прочихъ двигат.	Общей мощн. въ л. с.	Всего машинъ	Общей мощн. въ л. с.	
I (съ доб. болѣе 5 м. п.) . . . . .	17,4	1.648	5,3	1.531	22,7	3.179	140,0
II (съ доб. 1—5 м. п.) . . . . .	5,5	202	0,35	59	5,85	261	44,6
III (съ доб. 0,5—1 м. п.) . . . . .	2,2	38	0,18	2,8	2,38	40,8	17,1
IV (съ доб. 0,1—0,5 м. п.) . . . . .	1,25	19	0,14	1,5	1,39	20,5	14,7
V (съ доб. не болѣе 0,1 м. п.) . . . . .	0,8	5	0,25	1,6	1,05	6,6	6,3

Средняя мощность одной машины колеблется, какъ видно изъ приведенныхъ данныхъ, въ весьма широкихъ предѣлахъ: отъ 6,3 л. с. въ предпріятіяхъ съ добычей до 100 тыс. пуд. въ годъ и до 140 л. с. въ предпріятіяхъ съ годовой добычей свыше 5 милл. пуд.

Еще болѣе широкіе предѣлы колебаній обна-

руживааетъ общая мощность машинъ, приходящихся въ среднемъ на одно предпріятіе: отъ 6,6 л. с. въ предпріятіяхъ съ добычей до 100 тыс. пуд., и до 3.179 л. с. въ предпріятіяхъ съ добычей свыше 5 мил. пуд. въ годъ.

Ниже приводятся данныя о числѣ машинъ и мощности ихъ по отношенію къ единицѣ добычи:

На 1 милл. пуд. годовой добычи приходится въ среднемъ

Группы предпріятій:	Паровыхъ машинъ	Общей мощн. въ лощ. сил.	Прочихъ двигателей	Общей мощн. въ лощ. сил.	Всего машинъ	Общей мощн. въ лощ. сил.
I. (съ добычей свыше 5 милл. пуд. въ 1914 г.) . . . . .	0,90	85,5	0,27	79,4	1,17	164,9
II—V. (съ добычей до 5 милл. пуд. въ 1914 г.) . . . . .	2,49	76,4	0,19	19,9	2,68	96,3

Число паровыхъ машинъ и другихъ двигателей, приходящихся на 1 мил. пуд. годовой добычи, въ мелкихъ предпріятіяхъ значительно больше, чѣмъ въ крупныхъ, общая же мощность машинъ, при-

ходящихся на 1 мил. пуд. добычи, падаетъ съ переходомъ отъ крупныхъ предпріятій къ мелкимъ.

\*) Сюда входятъ: турбины, компрессоры, локомотивы, паровозы, керосиновые, нефтяные, газовые и др. двигатели.

Если приведенные выше средние, равно как и аналогичные средние для 1909 г. перечислить на

всю добычу Донецкого бассейна в 1914 и 1909 г., то получатся следующие приблизительные цифры:

	Добыча каменного угля и антрацита в Донец. бассейне (млн. пуд.)	На всех каменноуг. и антрацитовых рудниках Донецкого бассейна имело приблизительно:						Средняя мощность 1 машины в лощ. сил.
		Паровых машин	Общей мощности в лощ. сил.	Прочих двигателей	Общей мощности в лощ. сил.	Всего машин	Общей мощности в лощ. сил.	
1914 г. . . . .	1.683,78	2.059	140.855	427	113.366	2.486	254.221	102,3
1909 г. . . . .	1.089,50	1.065	97.481	170	30.633	1.235	128.114	103,7
То же в переводе на 1 млн. пуд.:								
1914 г. . . . .	—	1,22	83,7	0,25	67,3	1,47	151,0	
1909 г. . . . .	—	0,98	89,5	0,16	28,1	1,14	117,6	

За пятилетие, предшествовавшее 1914 году, число паровых машин увеличилось весьма сильно; по отношению к добыче такое увеличение выражается в 24,5% (с 0,98 до 1,22 на 1 млн. п.). Средняя же мощность одной паровой машины упала за то же время с 91,5 л. с. до 68,4 л. с., вследствие чего упала несколько и общая мощность паровых машин, приходящихся на 1 млн. пуд. добычи: с 89,5 до 83,7 лощ. с., т. е. на 6,5%. Такое уменьшение компенсировалось, однако, большим ростом числа и средней мощности других двигателей, главным образом паровозов, турбин и компрессоров, так что в общем итоге средняя мощность одной машины (102,3 и 103,7) осталась почти без изменения, общая же мощность всех машин, приходящихся на 1 млн. п. добычи, увеличилась с 117,6 л. с. в 1909 г. до 151,0 л. с. в 1914 г.

На основании приведенных цифр пятилетия 1909—1914 г., в течение которого добыча минерального топлива поднялась на 54,6%, можно охарактеризовать в отношении оборудования рудников паровыми котлами и двигателями (кроме электрических) следующим образом:

1) Число паровых котлов увеличивалось по мере роста добычи и осталось по отношению к последней неизменным (1,65 котла на 1 м. п.) для 1909 и 1914 г., но средняя поверхность одного котла возросла за это время на 10,7%.

2) Число паровых машин и прочих двигателей за рассматриваемое пятилетие удвоилось (с 1.235 до 2.486), равно как удвоилась и их общая мощность (с 128.114 до 254.221 лощ. с.), средняя же мощность одной машины осталась почти без изменения.

3) По отношению к размеру добычи число паровых машин и разных двигателей увеличилось на 29% (с 1,14 до 1,47 на 1 млн. пуд.), а общая мощность их увеличилась на 28% (с 117,6 до 151,0).

4) Средняя мощность паровой машины упала весьма сильно (с 91,5 до 68,4 л. с.), но за то сильно возросло число и мощность других двигателей, почему, как сказано выше (см. п. 2-й), средняя мощность одной машины не изменилась.

5) На каждую машину с средней мощностью 102,3 л. с. в 1914 г. и 103,7 л. с. в 1909 г. приходилось добычи: 0,68 млн. пуд. в 1914 г. и 0,88 млн. пуд. в 1909 г., на одну же лошадиную силу мощности всех машин приходилось добычи: 6.623 п. в 1914 г. и 8.504 п. в 1909 г.

Вышеизложенное приводит к заключению, что оборудование каменноугольных и антрацитовых рудников Донецкого бассейна в течение пятилетия 1909—1914 г. паровыми котлами, паровыми машинами и прочими двигателями шло впереди развития добычи ископаемого: по отношению к

единиць добычи поверхность нагрѣва котловъ увеличилась на 10,7%, а мощность машинъ—на 28%.

Последнія двѣ цифры указываютъ и на болѣе совершенную утилизацію рабочаго пара въ рудничномъ хозяйствѣ въ 1914 г. по сравненію съ 1909 г.; дѣйствительно, какъ можно видѣть изъ вышеприведенныхъ данныхъ, на одинъ кв. футъ поверхности нагрѣва паровыхъ котловъ приходилось мощности всѣхъ машинъ: въ 1909 году 0,1155 л. с., а въ 1914 г. 0,1337 л. с., т. е. больше на 15,8%.

Такъ какъ въ теченіе разсматриваемаго пятилѣтія развитіе мощности машинныхъ установокъ шло впереди развитія добычи, то естественно, размѣръ добычи по отношенію къ мощности машинъ долженъ былъ упасть: въ 1909 г. на 1 л. с. приходилось 8,504 пуда добычи, а въ 1914 году— 6,623 пуда.

Поскольку можно судить на основаніи данныхъ о количествѣ рабочихъ рукъ, занятыхъ въ каменноугольныхъ и антрацитовыхъ рудникахъ Донецкаго бассейна, число ихъ по отношенію къ добычѣ не обнаруживаетъ тенденціи къ пониженію:

На 1 мил. п.  
добычи угля  
и антрацита  
приходилось  
рабочихъ

1910 г. . . . .	108
1911 „ . . . . .	109
1912 „ . . . . .	108
1913 „ . . . . .	109
1914 „ . . . . .	114

Наоборотъ, послѣдній 1914 годъ даетъ даже значительное повышеніе числа рабочихъ, главнымъ образомъ, въ связи съ возникновеніемъ большого числа новыхъ рудниковъ, особенно антрацитовыхъ.

Съ другой стороны, несомнѣненъ ростъ подъѣздныхъ путей, побочныхъ производствъ (коксовое производство, механическая сортировка и мойка) и вообще новыхъ подземныхъ и поверхностныхъ работъ и установокъ на рудникахъ Донецкаго бассейна, что должно отвлекать значительное число рукъ отъ работъ, непосредственно связанныхъ съ добычей ископаемаго.

Несомнѣненъ поэтому и ростъ производительности рабочихъ, ближайшимъ образомъ занятыхъ добычей ископаемаго (зарубщики, отбойщики, забойщики, доставщики), хотя установить это по имѣющимся (весьма неточнымъ) даннымъ не представляется возможнымъ.

Такъ или иначе, но процессъ замѣны живой силы механической значительно подвинулся впередъ за послѣдніе годы, и если пока этотъ процессъ не можетъ быть выявленъ съ безспорностью, совершенно отчетливо, то только лишь потому, что онъ затемняется другимъ процессомъ: возникновеніемъ новыхъ предпріятій, усиленнымъ оборудованіемъ молодыхъ, недавно возникшихъ предпріятій съ незначительной добычей ископаемаго и ростомъ побочныхъ производствъ на старыхъ предпріятіяхъ, т. е. цѣлымъ рядомъ новыхъ работъ, отвлекающихъ къ себѣ значительное количество рабочихъ рукъ.

А. С.—кій.

## Вліяніе воздуха и воды на содержаніе сѣры въ коксѣ.

(Докладъ I. R. Campbell'a въ Американскомъ Обществѣ Горныхъ Инженеровъ).

Какъ извѣстно, сѣра въ углѣ содержится въ видѣ сульфатовъ, сульфидовъ и въ видѣ такъ называемой органической сѣры (въ соединеніи съ С, Н и О угля). Къ сожалѣнію, до сихъ поръ не существуетъ удовлетворительнаго метода для прямого опредѣленія содержанія органической сѣры въ углѣ.

Для большинства коксовыхъ углей можно съ увѣренностью признать, что преобладающая часть

сѣры содержится въ нихъ въ видѣ колчедана ( $FeS_2$ ). Будучи подверженъ дѣйствию сравнительно низкихъ температуръ при процессѣ коксованія, колчеданъ теряетъ часть своей сѣры, согласно уравненію:  $7FeS_2 = Fe_7S_8 + 6S$ . Такимъ образомъ увеличивается при этомъ 6 атомовъ сѣры изъ 14, или 42,8%. S остается въ коксѣ въ формѣ  $Fe_7S_8$  — пирротита или магнитнаго сульфида желѣза. Этимъ и объясняются сильныя магнитныя свойства

коксового порошка. Обычно принимают, что при коксовании имѣеть мѣсто реакція  $FeS_2 = FeS + S$ , при чемъ получается сульфидъ желѣза и улетучивается 50% сѣры.

При коксованіи въ ульевыхъ печахъ имѣется достаточный притокъ воздуха, при чемъ сѣра окисляется одновременно съ другимъ летучими продуктами сперва въ сѣрнистый газъ ( $SO_2$ ), обнаруживаемый благодаря рѣзкому удушающему запаху газа, выходящаго изъ отверстія въ сводѣ печи, затѣмъ въ сѣрный ангидридъ ( $SO_3$ ) и, наконецъ, въ сѣрную кислоту при соприкосновеніи съ воздухомъ и влагой. При тщательной регулируемости тягѣ въ ульевыхъ печахъ никогда не имѣеть мѣста полное сгораніе газовъ.

Другими словами, процессъ коксованія происходитъ въ восстановительной атмосферѣ, и получающийся при этомъ генераторный газъ (низкаго качества) выходитъ изъ отверстія въ сводѣ печи. Для углей съ 30% летучихъ отношеніе количества воздуха къ газу равно при этомъ  $3\frac{1}{2}:1$ . Для полного же сгоранія это отношеніе должно быть равно 6:1, при чемъ полученная при этомъ температура въ верхней части печи столь высока (3500°F), что болѣе чѣмъ достаточно для расплавленія примѣняемаго огнеупорнаго матеріала. Для хорошаго коксованія нужна температура въ 2500°F вверху печи.

Сѣра, остающаяся въ коксующейся массѣ въ видѣ сульфида желѣза, не можетъ быть никоимъ образомъ удалена дѣйствіемъ провѣтриванія или тяги. Среди мастеровъ при ульевыхъ печахъ распространено правило: „чѣмъ горячѣе печь, тѣмъ больше выгораетъ сѣра“. Но какъ видно изъ предыдущихъ разсужденій, это не соотвѣтствуетъ дѣйствительности, если только не учитывать вліяніе провѣтриванія, которая способствуетъ болѣе полному сгоранію не только летучихъ газовъ, но и беззольнаго кокса, при чемъ сульфидъ желѣза ( $FeS$ ), конечно, окисляется въ  $Fe_2O_3$ , и сѣра улетучивается. Но подобныя условія не считаются желательными, такъ какъ выходъ кокса непомѣрно низокъ и процентное содержаніе коксовой мелочи относительно велико. Очевидно, что та часть колчеданной сѣры, которая способна улетучиваться, удаляется при относительно невысокихъ температурахъ подъ дѣйствіемъ агентовъ дестилляціи, и никакой

практической методъ усиленнаго провѣтриванія не можетъ способствовать дальнѣйшему удаленію сѣры.

Съ другой стороны, перегрѣвъ печи вызываетъ опредѣленныя химическія реакціи, при которыхъ сѣра образуетъ соединенія съ другими веществами, которыя не подвержены дѣйствію жара.

Если процессъ коксованія протекаетъ слишкомъ быстро или если температура не регулярна, десульфуризація кокса происходитъ менѣе полная. Въ этомъ отношеніи многое зависитъ отъ умѣнья и опытности мастера.

Въ печахъ съ улавливаніемъ побочныхъ продуктовъ, гдѣ имѣеть мѣсто настоящій процессъ дестилляціи, тепло подводится снаружи, и воздухъ не имѣеть доступа внутрь печи; при этомъ сѣра выдѣляется изъ колчедана въ видѣ атомной сѣры, какъ было указано выше, но, очевидно, она затѣмъ соединяется съ водородомъ каменноугольнаго газа, образуя сѣрнистый водородъ, посему и является необходимость удаленія этого весьма неприятнаго газа передъ тѣмъ, какъ пустить газъ для домашняго потребленія.

Эта очистка газа производится помощью гидратной окиси желѣза, которая получается въ настоящее время, какъ побочный продуктъ при очисткѣ шахтныхъ водъ.

Здѣсь снова выступаетъ обычное распространенное заблужденіе, что ульевыя печи съ ихъ усиленнымъ провѣтриваніемъ способствуютъ большому выдѣленію сѣры. На самомъ же дѣлѣ въ печахъ съ рекуперацией (безъ доступа воздуха) происходитъ такая же десульфуризація, какъ и въ ульевыхъ печахъ; собственно говоря, происходитъ даже большая десульфуризація, если принять во вниманіе большій выходъ кокса. Напримѣръ, при выходѣ кокса въ 70% въ ульевыхъ печахъ и въ 75% въ печахъ съ рекуперацией при содержаніи сѣры въ углѣ въ 1% мы имѣемъ:

	Ульевыя печи %	Печи съ улавливаніемъ побочныхъ продуктовъ %
S въ углѣ . . . . .	1,000	1,000
Улетуч. S . . . . .	0,428	0,428
Оставшаяся S . . . . .	0,572	0,572
S въ коксѣ . . . . .	0,817	0,763



Такимъ образомъ, практически выдѣленіе S въ ульевыхъ печахъ составляетъ только 18,3%, въ то время какъ въ печахъ съ улавливаніемъ побочныхъ продуктовъ оно равно 23,7%. Въ практикѣ автора при коксованіи въ ульевыхъ печахъ улетучивалось около 20% S—и это достигнуто въ результатѣ цѣлаго ряда лабораторныхъ и заводскихъ опытовъ надъ Коннелсвилльскимъ углемъ.

Органическая сѣра, соединяющаяся въ углѣ, остается въ большей своей части въ коксѣ. Она не подвержена дѣйствию провѣтриванія, за исключеніемъ случая общаго распадавія самого углерода, съ которымъ, по предположенію, соединена органическая сѣра. Въ случаѣ присутствія сульфатовъ, какъ напримѣръ  $\text{CaSO}_4$ , они тоже не подвержены дѣйствию обычнаго или усиленнаго провѣтриванія въ ульевыхъ печахъ; количество воздуха не оказываетъ вліянія на выдѣленіе сѣры. Извѣстны случаи, когда содержимое сѣры въ коксѣ столь же высоко или даже выше, чѣмъ въ углѣ, изъ чего надо заключить, что значительная часть сѣры содержится въ углѣ въ видѣ сульфата или органической сѣры, или что зола угля богата желѣзомъ, известью и магнезійей—обычно существуетъ правило, что невозможно получить коксъ съ малымъ содержаніемъ S изъ угля, зола котораго богата этими элементами. Усиленное провѣтриваніе не можетъ улучшить этихъ неблагоприятныхъ условий.

#### Вліяніе тушенія кокса на содержаніе въ немъ сѣры.

При коксованіи въ ульевыхъ печахъ обычно вливаютъ воду въ самую печь, при коксованіи въ печахъ съ рекуперацией тушеніе кокса происходитъ внѣ печи. Въ ульевыхъ печахъ расходъ воды обычно равенъ 1000 галлонамъ на 5 тоннъ кокса въ теченіе  $\frac{3}{4}$  часа, при чемъ поливка кокса производится или вручную при помощи рукава или при помощи брызгала, которое вставляется въ печь сверху кокса.

Тушеніе кокса изъ печей съ рекуперацией совершается быстрѣе, но при этомъ коксъ получается болѣе темный; исходя изъ теоретическихъ соображеній, кажется возможнымъ удалить значительное количество сѣры тушеніемъ. Выше было указано, что при коксовомъ процессѣ образуется сульфидъ желѣза ( $\text{FeS}$ ). Дѣйствіе воды на суль-

фидъ слѣдующее:  $\text{FeS} + \text{H}_2\text{O} = \text{FeO} + \text{H}_2\text{S}$ , при чемъ предполагается, что тушеніе кокса происходитъ внѣ печи. Запахъ получающагося сѣрнистаго водорода легко чувствуется, и на коксѣ появляются ржавыя пятна, указывающія на присутствіе окиси желѣза. Коксовые мастера всегда недовольны такъ называемымъ „ржавымъ коксомъ“, такъ какъ это является почти всегда вѣрнымъ указателемъ присутствія въ коксѣ большого количества сѣры. Все сказанное справедливо также и при тушеніи кокса въ самой печи, какъ это имѣетъ мѣсто въ ульевыхъ печахъ. При этомъ выдѣляется сѣрнистый водородъ ( $\text{H}_2\text{S}$ ), но въ то же время водяной паръ (образующійся отъ сгоранія газовъ при процессѣ коксованія) разлагается углеродомъ по уравненію  $\text{H}_2\text{O} + \text{C} = \text{CO} + \text{H}_2$ , чѣмъ отчасти объясняется, повидимому, большое содержаніе окиси углерода и водорода въ газѣ изъ отверстія въ сводѣ ульевой печи, который въ сущности есть генераторный газъ низкаго качества слѣдующаго состава по объему:  $\text{CO}_2$ —3%;  $\text{CO}$ —9%;  $\text{H}_2$ —11%;  $\text{CH}_4$ —0,3%;  $\text{N}_2$  76,6%.

Десульфуризация кокса при посредствѣ воды не можетъ быть полной. Коксовая масса слишкомъ быстро стынетъ, и ея структура препятствуетъ быстрому проникновенію въ нее воды, особенно въ болѣе плотныхъ сортахъ. При пониженіи же температуры реакція протекаетъ слишкомъ медленно и потому практическаго значенія имѣть не можетъ. Данныхъ о точномъ количествѣ сѣры, этимъ способомъ удаленной, очень мало, но основываясь на общихъ законахъ улетучиванія, слѣдуетъ заключить, что только незначительная часть процента сѣры удаляется во время тушенія. Лабораторные и заводскіе опыты, при которыхъ коксу давали остывать естественнымъ путемъ, показали малую разницу въ содержаніи сѣры въ коксѣ по сравненію съ коксомъ, подвергнутымъ тушенію водой. Въ коксѣ, подвергнутомъ тушенію водой, оказалось на нѣсколько сотыхъ процента меньше сѣры, по крайней мѣрѣ въ коксѣ съ содержаніемъ сѣры въ 1% S.

Главная цѣль тушенія кокса заключается въ пониженіи его температуры, чтобы было удобнѣе съ нимъ манипулировать, а не въ его десульфуризации. Тѣмъ не менѣе, авторъ придерживается мнѣнія, что при тушеніи кокса изъ печей съ улавливаніемъ летучихъ продуктовъ удаляется больше

сыры, чѣмъ при коксованіи въ ульевыхъ печахъ, чѣмъ частью объясняется фактъ большого общаго улетучиванія сыры въ первомъ случаѣ.

Слѣдуетъ указать на не всѣмъ, повидимому, извѣстный фактъ, что прибавленіе къ водѣ соляной кислоты въ значительной степени облегчаетъ удаленіе сыры при тушеніи.

Дѣйствіе кислоты на сульфидъ желѣза проис-

ходить при всякой температурѣ  $\text{FeS} + 2\text{HCl} = \text{FeCl}_2 + \text{H}_2\text{S}$ . Было время, когда стоимость кислотъ препятствовала примѣненію этого метода, но съ истощеніемъ нашихъ малосѣрнстыхъ коксовыхъ углей въ ближайшемъ будущемъ, этотъ способъ долженъ получить примѣненіе при десульфуризаціи кокса.

Л. Эберлингъ.

## Нейтральное сгораніе и термическая рекуперация.

(la technique moderne 15/III 1914).

При сжиганіи топлива въ промышленныхъ предприятияхъ, главная потеря тепла происходитъ отъ непроизводительной траты его въ дымовую трубу. Главная причина этой потери—избытокъ воздуха, потребляемый для сгоранія углевода.

Этотъ непроизводительный избытокъ воздуха поступаетъ холоднымъ въ топку, и уходитъ нагрѣтымъ черезъ трубу, унося неиспользованное количество калорій, пропорціональное своей теплоемкости, вѣсу и температурѣ.

Опытъ показалъ, что при твердомъ горючемъ трудно уменьшить этотъ избытокъ воздуха ниже извѣстнаго количества, соответствующаго содержанію 12—15%  $\text{CO}_2$  въ газахъ дымовой трубы. Если сообразоваться при сжиганіи топлива съ количествомъ воздуха, теоретически вычисленнымъ на основаніи его химическаго состава, которое мы назовемъ „нейтральнымъ сгораніемъ“, этому теоретическому количеству воздуха соответствовалъ бы 21%  $\text{CO}_2$ ; отсюда ясно, что имѣется возможность экономіи.

Лучшія современныя топки работаютъ съ избыткомъ воздуха въ 60—100%, необходимаго для нейтральнаго сжиганія. Если стараются уменьшить эту пропорцію, горѣніе получается неполнымъ т. е. углеродъ сгораетъ въ  $\text{CO}$ , которая при температурѣ обычныхъ топокъ, рѣдко превышающихъ 1000 до 1200  $^{\circ}\text{C}$ , вообще не можетъ горѣть. Если повысить температуру топки, можно сжечь часть  $\text{CO}$  и такимъ образомъ приблизится къ нейтральному сжиганію.

При газовомъ горючемъ смѣшиваніе его съ воздухомъ происходитъ гораздо совершеннѣе, и поэтому не встрѣчается затрудненій, при соответственной, конечно, величинѣ отражательныхъ поверхностей, точной камеры, достигнуть въ топкѣ температуръ 1500°—1600°С, при которыхъ можетъ быть достигнуто нейтральное сгораніе безъ образования  $\text{CO}$ .

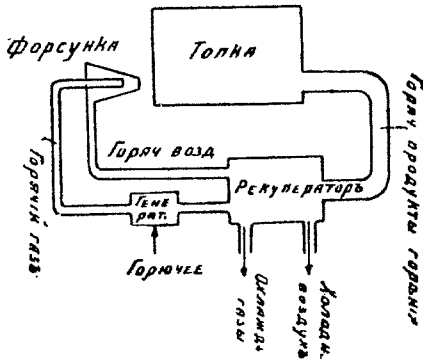
Выводъ отсюда такой, что успешность сгоранія связана съ высокой температурой топки. Остается найти способъ осуществить практически нейтральное сжиганіе. Г.г. Эмилио Дамуръ (Emilio Damour) и Жанъ Карно (Jean Carnot) предложили систему трехъ топокъ: одну обыкновенную съ избыткомъ воздуха и окислительнымъ горѣніемъ, слѣдовательно съ избыткомъ воздуха, вторую генераторную съ восстановительнымъ горѣніемъ, и слѣдовательно, при недостаточномъ притокѣ воздуха; продукты горѣнія обоихъ топокъ вступаютъ въ третью, въ которой и происходитъ нейтральное сгораніе.

Предложеніе это, очень интересное не рѣшаетъ главной задачи—использованіе тепла, уносимаго въ дымовую трубу. Часть этой потери тепла можетъ быть использована на подогревъ экономейзеровъ, воздуха и т. п.

Мы предлагаемъ соединить нейтральное сжиганіе съ рекуперацией одновременно тепловой и химической.

Въ отличіе отъ сжиганія нейтральнаго назовемъ нашъ способъ: *сжиганіемъ рекуперированнымъ газомъ*. Устройство наше слѣдующее: топка обыч-

новенная, въ ней горѣніе происходитъ съ избыткомъ воздуха (фиг. 1); отработанные продукты горѣнія поступаютъ сначала въ рекуператоръ, гдѣ



Фиг. 1. Схема реализации нейтрального сгорания съ химической и термической рекуперацией.

они служатъ для нагрѣва холоднаго воздуха, предназначеннаго для окислительнаго горѣнія; изъ рекуператора газы поступаютъ въ генераторъ, гдѣ происходитъ одновременно нейтрализація избытка воздуха, рекуперация химическая углерода угольной кислоты и рекуперация тепловая калорій, содержащихся въ газѣ. Окись углерода выходящая изъ генератора направляется въ форсунку въ которой сжигается горячимъ воздухомъ, поступающимъ изъ рекуператора и т. д. Цикль этотъ не обратимъ и сжиганіе не сопровождался регенерацией, но потеря тепла доведена до минимума, такъ какъ рекуперирется отработанная теплота, Полагаемъ, что вышеуказаннымъ способомъ утилизація тепла, которая обыкновенно въ промышленныхъ предприятияхъ не превосходитъ 80%, можетъ быть доведена до 90%.

Горн. инж. Тумановъ.

## Замѣтка о вѣсѣ углекислоты изъ естественныхъ известняковъ.

Въ напечатанной мной работѣ „Объ оксанахъ, аналогахъ углекислоты“ \*) было высказано мнѣніе, что въ виду легкости образования обычно изъ этихъ аналоговъ,  $\alpha$ -оксана, OCN, по составу представляющаго  $\alpha$ -оксимоноціанъ, онъ долженъ быть довольно распространенъ въ природѣ и, надо думать, представляетъ частаго спутника углекислоты. Въ виду этого можно было также ожидать, что оксанъ на ряду съ углекислотой входитъ въ составъ многихъ известняковъ усвоившихъ въ теченіи многовѣковой жизни земли углекислоту изъ воздуха и воды.

Чтобы повѣрить это, сдѣлано было большое число опредѣленій вѣса газа, какъ изъ известняковъ съ рѣзко выраженной кристаллической структурой, каковы: исландскій шпатъ, кальциты и арагониты, такъ и изъ известняковъ волокнистаго, слоистаго и землистаго строенія, рыхлыхъ и аморфныхъ, каковы напримѣръ: мѣль, туфъ, ракушечный известнякъ, мергель или твердыхъ какъ доломитъ, стромотопоровый, фузулиновый и др. известняки.

При этомъ дѣйствительно выяснилось, что вѣсъ газа изъ различныхъ известковыхъ породъ не оди-

наковъ и колеблется въ довольно широкихъ предѣлахъ. Понятно, что при работѣ во вѣсхъ случаяхъ провѣрялась чистота газа, т. е. растворяется ли выдѣленный изъ известняка, фосфорной кислотой, газъ начисто въ растворѣ ѣдкаго кали. Въ большинствѣ случаевъ это имѣло мѣсто; въ незначительномъ числѣ образуются на ряду съ углекислотой фосфорная кислота, и выдѣляется какой-то другой, не растворимый въ щелочахъ газъ, въ количествѣ однако на превышавшемъ 1,5%.

Вѣсъ одного метра газа при 0° и 760 м/м давления изъ 13 образцовъ кальцитовъ и исландскаго шпата съ Урала, Крыма и Кавказа колебался отъ 1,888 до 1,934, (въ семи образцахъ даже въ гораздо болѣе узкихъ предѣлахъ отъ 1,905 до 1,917) и въ среднемъ былъ найденъ равнымъ всего 1,9125 грамма, т. е. значительно ниже вѣса химически чистой углекислоты, вѣсъ одного метра который равенъ при 0° и 760 м/м 1,965 грамма.

Вѣсъ газа изъ другой кристаллической известковой породы, арагонитовъ, въ среднемъ изъ трехъ опредѣленій различныхъ образцовъ, полученныхъ съ Урала былъ найденъ равнымъ при тѣхъ же нормальныхъ условіяхъ = 1,9513, т. е. рознящійся отъ

\*) Объ оксанахъ, аналогахъ углекислоты. Харьковъ, 1914 Тип. Радомышельскаго, стр. 306.

вѣса газа изъ кальцита, близкимъ къ вѣсу химической чистой углекислоты.

Колебания вѣса газа изъ разныхъ образцовъ мраморовъ были очень значительны, хотя при повторныхъ опредѣленіяхъ вѣса газа изъ одного и того же образца и согласны между собою. Въ среднемъ вѣсъ газа изъ восьми излѣдованныхъ образцовъ былъ больше вѣса газа изъ кальцитовъ и меньше вѣса газа изъ арагонитовъ и равенъ 1,9318. Почти такой же вѣсъ, въ среднемъ изъ 6 опредѣлений различныхъ образцовъ равный 1,9343, имѣетъ газъ изъ амміачныхъ известняковъ (силлурийскій строматопоровный, литографскій, доломитовый, раковистый и фузулиновый известнякъ).

Съ другой стороны вѣсъ 1 метра газа изъ разныхъ известняковъ (мѣла, туфа, мергеля и ракушечнаго известняка) въ среднемъ изъ 5 различныхъ опредѣлений былъ найденъ равнымъ 1,9529, т. е. близкимъ къ вѣсу химически чистой углекислоты. Только немного ниже, въ среднемъ изъ 5 образцовъ равный 1,9518 былъ найденъ вѣсъ газа изъ

известняковъ, взятыхъ изъ нефтяныхъ скважинъ при буреніи на нефть съ различной глубины отъ 15 до 180 сажень, а также вѣсъ газа въ среднемъ изъ 4 образцовъ известняковъ содоваго завода „Любимовъ, Сольвэ, и К<sup>0</sup>, и равный 1,9533. Основываясь на этихъ данныхъ возможно сдѣлать тотъ выводъ, что;

1.) вѣсъ газа изъ естественныхъ известняковъ не всегда равенъ вѣсу углекислоты и нерѣдко, напримѣръ въ кальцитахъ бываетъ значительно ниже;

2.) указанное непостоянство вѣса газа изъ различныхъ известняковъ заставляетъ думать, что въ составъ многихъ известняковъ на ряду съ углекислотой входитъ въ большемъ или меньшемъ количествѣ близкой аналогъ ея,  $\alpha$ -оксанъ, вѣсъ куб. метра котораго равенъ 1,875 при 0° и 760 м/м.

Эта работа печатается въ Извѣстіяхъ Харьковскаго Технологическаго Института Императора Александра III полностью съ указаніемъ всѣхъ полученныхъ аналитическихъ данныхъ.

Проф. А. П. Лидовъ.

## Увеличеніе выхода ароматическихъ углеводородовъ въ газѣ и смѣси при коксованіи углей.

Артура Роллэсона.

Въ № 1646, 5 февраля 1916 г., журнала „Gas World“ помѣщена небезинтересная замѣтка А. Роллэсона по вопросу объ увеличеніи выхода ароматическихъ углеводородовъ и въ особенностю толуола при коксованіи углей съ прибавкой известняка. Въ настоящее время, когда газовые заводы принуждены иногда пользоваться не вполне доброкачественными углями, приходится, въ цѣляхъ увеличенія легкоплавности шлаковъ, образующихся при горѣннѣ въ генераторахъ кокса полученнаго изъ содержащаго много золы угля, добавлять къ углю передъ коксованіемъ мелкоистолченный известнякъ, въ количествѣ 1—3%. Такая прибавка несомнѣнно увеличиваетъ содержаніе золы въ коксѣ, но какъ показываетъ опытъ, оказывается полезной въ слѣдующемъ отношеніи:

1) коксъ при горѣннѣ какъ въ генераторахъ, такъ и въ простыхъ топкахъ оставляетъ легко-

плавную золу и слѣдовательно такимъ путемъ устраняется „заливаніе“ шлакомъ колосниковъ;

2) увеличивается выходъ амміака;

3) увеличивается какъ въ смолѣ, такъ и въ газѣ содержаніе ароматическихъ углеводородовъ и главнымъ образомъ толуола справедливость указанныхъ въ пунктахъ 1 и 2 обстоятельствъ на многолѣтней практикѣ многихъ газовыхъ заводовъ (coal liming process); тѣмъ большаго вниманія заслуживаютъ приводимые авторомъ опыты коксованія многозольнаго угля (золы 26,9%) съ прибавкой известняка съ точки зрѣнія увеличенія выхода толуола. Было сдѣлано параллельно по пяти пробѣ коксованія съ прибавкой известняка и безъ этой прибавки по возможности въ однихъ и тѣхъ же условіяхъ. При каждой пробѣ угля бралось по 5 центнеровъ (hundred-weights)<sup>1)</sup> и при карбонизаціи тщательно

<sup>1)</sup> 100 килограммовъ = 1,9684 cwts (hundred-weights).

измѣрялись объемъ газа и вѣсъ смолы, подсмольной воды и кокса, а также опредѣлялась тепло-творная способность газа. При этомъ были полу-чены слѣдующіе результаты:

Уголь съ содержаніемъ 26,9% золы.

	Одинъ уголь	Уголь съ прибавкою известняка
Средняя температура карбони-зации . . . . .	1,081°C	1,099°C

	На тонну карбонизиро-ванного угля	
Теплотворная способность газа изъ тонны въ британск. терми-ческихъ единицахъ <sup>2)</sup> . . . . .	4,535,600	4,984,900
Смолы . . . . .	6,29 гал. <sup>3)</sup>	9,26 гал.
Содержаніе легкихъ маселъ, отъ 0°—170°C, въ смолѣ . . . . .	0,31	0,69
Толуола, въ смолѣ . . . . .	0,53 фун.	1,21 фун.
Толуола, въ газѣ . . . . .	1,64	3,13
<sup>2)</sup> 1 калори = 3,9682 британск. терм. единицамъ.		
<sup>3)</sup> 1 галлонъ = 4,5434 литра.		

## Газованіе каменноугольного пека.

Въ настоящее время при избыточномъ произ-водствѣ пека и сравнительномъ недостаткѣ газоваго угля \*), вопросъ объ использованіи пека для переработки его на газъ и коксъ имѣетъ практи-ческое значеніе. Въ этомъ направленіи пред-ставляютъ интересъ опыты Жилл'я на газовомъ за-водѣ въ Дундѣ. Пекъ прибавлялся въ количествѣ 10% къ хорошему ларкамйрскому углю. Пекъ плавился при 95°C. Газованіе производилось какъ одного угля, такъ и угля съ прибавкой пека въ совершенно одинаковыхъ условіяхъ въ теченіи 2 часовъ 50 минутъ въ горизонтальныхъ ретор-тахъ. Пекъ передъ смѣшеніемъ съ углемъ измелъ-чался въ мелкіе куски.

Сравнительныя данныя газованія на 1 тонну	Угля—2240 фунтовъ	Угля · 2015 фун. Пека—225 фун.
Газа на тонну въ куб. фуг. при <sup>0/780</sup> . . . . .	12103	11841
Свѣтовая сила, въ сперт. свѣчахъ . . . . .	15.70	15.83
Теплотвор. способ. на 1 куб. метръ . . . . .	57.41	61.25
Углекислоты, въ газѣ % . . . . .	1.94	2.03
Кокса, фунтовъ . . . . .	1400	1358
Смолы, галлоновъ . . . . .	7.91	8.75
Удѣльный вѣсъ ея . . . . .	1 225	1.220
Амміачной воды, въ галло-нахъ . . . . .	15.4	16.0
Крѣпость ея, по Тведдлю . . . . .	2 1/2	2 1/2

Согласно этимъ даннымъ, выходъ газа отъ газованія пека равенъ 9488 к. ф. Коксъпревосходнаго качества.

## О полученіи формъ-альдегида изъ метана.

Формъ-альдегидъ, CH<sub>2</sub>O, получилъ теперь такое универсальное значеніе и примѣняется въ такихъ разнообразныхъ отрасляхъ химической техники, что возможность новаго способа его полученія заслужи-ваетъ большого вниманія, въ особенности же возможно полученія его изъ метана, CH<sub>4</sub>, содержа-щагося въ количествѣ 30—36% въ газѣ коксо-вальныхъ печей.

Метанъ окисляется въ формъ альдегидъ при пропусканіи его въ смѣси съ большимъ избыткомъ воздуха черезъ металлъ или металлическую пару

при 150°—220°C. Такъ, смѣсь изъ 3 частей метана и 100 частей влажнаго воздуха при проходѣ ея черезъ мѣдь или серебро, или черезъ оба эти ме-талла въ раздробленномъ состояніи, при 150°—200°C частью превращается въ формъ-альдегидъ, который легко задерживается водой, такъ какъ хорошо растворимъ въ вей. Такимъ образомъ окислитель-ный процессъ можетъ быть установленъ такимъ образомъ, что газовая смѣсь непрерывно направляется, по отдѣленіи формъ-альдегида, черезъ ме-таллическій катализаторъ, съ необходимой добавкой метана и воздуха.

\*) Для Россіи это положеніе не соотвѣтствуетъ дѣй-ствительности.

## Стальные изложницы.

(La Technique Moderne, № 10, 15 mai 1914).

Относительно употребленія стальныхъ изложницъ М. Фрицъ Амэндэ (M. Fritz Amende), директоръ сталелитейныхъ заводовъ въ Фельклингенѣ (Völklingen) сдѣлалъ слѣдующее сообщеніе на основаніи данныхъ своей практики въ собраніи нѣмецкихъ металлурговъ. Съ 1910 года стальные изложницы стали примѣняться наравнѣ съ чугунными. Изложницы изъ англійскаго гематитоваго чугуна давали хорошіе результаты; когда же вслѣдствіе экономическихъ причинъ пришлось перейти на нѣмецкій чугунъ, результаты получились хуже. Средняя продолжительность службы изложницы была 100 плавокъ.

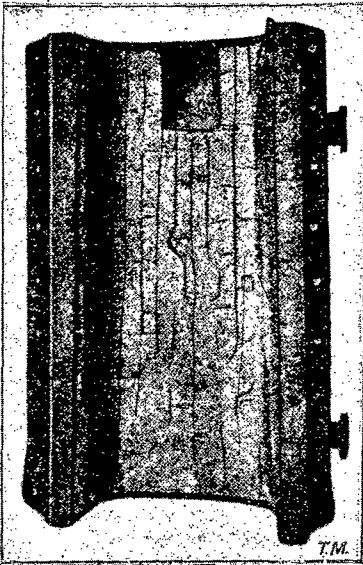
Извѣстно, какую важную роль играетъ цѣна изложницъ въ себѣ-стоимости тонны стали. Были поэтому сдѣланы многія попытки улучшить качество чугунныхъ изложницъ, т. е. увеличить срокъ ихъ службы, но результаты получились неудовлетворительные. Испытанія же со стальными изложницами дали настолько хорошіе результаты, что г. Амэндэ удивляется, отчего ихъ распространеніе до сихъ поръ шло такъ медленно. Недостатокъ стальныхъ изложницъ тотъ, что ихъ нельзя охлаждать водой, что является ощутительной помѣхой въ сталелитейныхъ, не располагающихъ достаточныхъ размѣровъ свободнымъ мѣстомъ, для просторныхъ же литейныхъ, гдѣ изложницы могутъ быть подвержены медленному охлажденію воздухомъ, недостатокъ этотъ отпадаетъ. Во всякомъ случаѣ недовѣріе къ стальнымъ изложницамъ не имѣетъ подъ собою твердой почвы. При примѣненіи стальныхъ изложницъ, имѣ слѣдуетъ дать время для медленнаго остыванія на воздухѣ; возможно, что имѣется сталь, выдерживающая безъ разрушенія охлажденіе водой, но опыты автора въ этомъ направленіи не дали удовлетворительныхъ результатовъ. Вслѣдствіе того, что въ сталелитейной одно- временно пользовались чугунными и стальными изложницами, и для охлаждения воздухомъ было мѣсто только на 100 штукъ изложницъ, возможно, что нѣкоторыя стальные изложницы охлаждались непосредственно водой. Въ этомъ усматривалась причина образованія въ изложницахъ продольныхъ

трещинъ. Въ теченіе послѣднихъ нѣсколькихъ мѣсяцевъ трещинъ не было замѣтно.

На заводѣ Фельклингенѣ изложницы охлаждаются или на рѣшеткѣ, сквозь которую вдувается подъ давленіемъ воздухъ, или прямо на воздухѣ, для чего располагаются на предназначенномъ для этой цѣли мѣстѣ. Въ первомъ случаѣ охлажденіе длится 4 часа, во второмъ 7. Выпускъ плавки стали, въ 19000 kg производится сифономъ въ 4 изложницы по 3800 kg въ каждую, въ 5 изложницу сталь наливается сверху. Какъ въ первомъ, такъ и во второмъ случаѣ примѣняли изложницы какъ стальные, такъ и чугунные безразлично. При вливаніи стали сверху слѣдуетъ обращать вниманіе, чтобы струя не попадала на стѣнку изложницы, что одинаково вредно отзывается какъ на чугунныхъ, такъ и стальныхъ изложницахъ.

Что касается сорта стали, то на заводѣ Фельклингенѣ для изложницъ готовится сталь въ 50 kg сопротивленія; сталь эта дала очень удовлетворительные сравнительно результаты. Изложницы изъ мягкой стали съ прибавленіемъ небольшого количества ферросилиція, выдержали въ среднемъ 150 плавокъ. Рельсовая сталь дала результаты нѣсколько худшіе, но авторъ приписываетъ это случайностямъ. Томасовская сталь, обуглероженная прибавкой шпигеля или другимъ обуглероживающимъ матеріаломъ, даетъ, по изслѣдованіямъ автора, очень хорошіе результаты, благодаря равномерности отливки. Поспѣвшая горячая сталь задерживается въ конверторѣ 2—3 минуты лишнихъ; отливка ведется въ нѣсколько приемовъ, дабы избѣгнуть затрудненій отъ усадки. Изъ одной плавки отливаютъ 3—4 изложницы, а остальная сталь идетъ для другихъ отливокъ. Упомянутая сталелитейная была специально построена для отливки изложницъ, но недостатокъ заказовъ на таковыя заставилъ заняться отливкой и другихъ предметовъ.

Формовка стальныхъ изложницъ производится слѣдующимъ образомъ. Въ началѣ примѣнялись опоки, служившія для чугунныхъ изложницъ (фиг. 1). Формовка производилась огнеупорнымъ кирпичемъ, поверхъ котораго накладывалась формо-



Фиг. 1. Чугунная опока для отливки стальной изложницы.

вочная земля слоем толщиной  $20^m/m$ ; хорошая просушка формы обязательна. Самое логичное—сушить теряющимся жаром раскаленных изложниц, а то в сушильных камерах. После сушки производят окончательную обмазку.

Для шишек применяют чугунные продырявленные трубы (фонари), которые обматывают соломенным жгутом, на обмотку накладывают формовочную землю несколькими слоями, просушив тщательно каждый слой перед накладкой нового. После окончательной просушки производится обмазка. Перед отливкой формовку про-

сушивают последний раз теряющимся жаром изложниц предыдущей плавки. Изложницы отливаются сифоном. Закругления углов отформованной шишки должны быть таковы, чтобы толщина стенок отлитой изложницы была везде одинакова, приблизительно  $70^m/m$ . После отливки, изложница в течение двух или трех дней должна остывать в форме.

21 апреля 1913 года сталелитейная в Фельклинген обслуживалась 139 стальными изложницами, влившими номинально 4000 kg. В действительности они влили 3800 kg, т. е. на 200 kg меньше веса чугунных изложниц того же размера. В 1912 году износилось 20 стальных изложниц, выдержавших в среднем 273 плавки каждая; всего было отлито 5460 слитков. В 1913 году к 1 апреля результаты получились более благоприятные: износилось 9 изложниц, каждая из них дала 378 отливок, исключая одной, которая была испорчена на 42-ой плавке небрежностью рабочего. Заметим, что вышеприведенные цифры касаются изложниц, выброшенных вследствие абсолютной негодности к дальнейшей работе.

Продолжительность службы опок и фонарей почти безгранична, раз они не соприкасаются с жидким металлом. Внутренняя футеровка мняется после 6—7 отливок, обычно ее только подправляют. Формовочная земля для опочной формовки состоит из 7 частей бельгийского песка и 3 частей прокаленной глины. Земля для формовки шишек состоит из 2 частей песка и одной части прокаленной глины.

Горн. инж. Гумановъ.

## Очистка доменных газов на заводах „Illinois Steel Company“ в Чикаго.

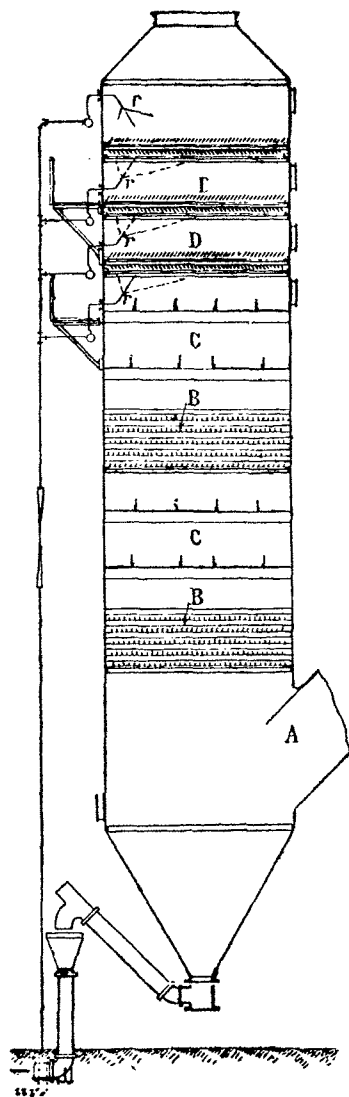
Заводы эти производят самое большое количество чугуна в Соединенных Штатах; они имеют 11 доменных печей с производительностью в 6.000 тонн в день. Количество колошниковых газов достигает ежедневно 24.975.000 кубических метров. Расход горючего (кокса) на тонну чугуна едва достигает 860 kg, а в некоторых домах 800 kg. Несмотря на малый

расход кокса, газов получается избыток, так что ими нагреваются не только все аппараты доменной печи, но 30% газа идет еще на нагрев котлов 4 доменных печей, обслуживаемых паровыми воздухоудувками, и 45% на газовые воздухоудувки и динамо, приводимые в действие газовыми двигателями. Этот избыток газа дает 20.000 паровых лошадей и 6.000 киловатт.

Эти блестящие результаты достигнуты, благодаря очень тщательной очисткѣ доменныхъ газовъ. Газъ, идущій не только для дѣйствія газовыхъ воздухо-дувокъ, но и поступающій подѣ котлы и служащій для нагрѣва воздухонагрѣвательныхъ аппаратовъ, подвергается весьма совершенной очисткѣ; благодаря этому воздухъ въ нагрѣвательныхъ аппаратахъ можетъ быть нагрѣтъ до высокой и равномерной температуры при маломъ расходѣ газа и равно увеличивается производительность паровыхъ котловъ. Надѣ изысканіемъ методовъ совершенной и экономичной очистки колошниковыхъ газовъ въ заводѣ много работали („Iron Age“ отъ 6 января 1916 г.). Газъ для газовыхъ двигателей очищался въ два приема: а) въ башняхъ съ расположенными внутри рѣшетками, в) въ вращающихся очистителяхъ Тейзена (Theisen). Очистка эта хотя и дала удовлетворительные результаты, но оказалась слишкомъ дорогой для газа предназначеннаго угля непосредственнаго сжиганія. Тейзены замѣнили ротативными вентиляторами съ впрыскиваніемъ воды, что понизило нѣсколько стоимость очистки. Дальнѣйшее удешевленіе было достигнуто употребленіемъ статическихъ аппаратовъ. Испытанія произведенныя съ разнаго рода очистителями, не дали особенно благоприятные результаты, но указали, что слѣдуетъ устроить аппараты такъ, чтобы соприкосновеніе частицъ воды и газа было по возможности тѣснѣе; для этого оказалось необходимымъ, чтобы скорость движенія частицъ газа, по отношенію въ скорости движенія частицъ воды была по возможности медленною и чтобы частицы воды были возможно меньше. Соприкосновеніе должно быть возможно продолжительнымъ и повторнымъ, поэтому необходимо газъ подвергнуть послѣдовательнымъ опрыскиваніямъ водой; отработанную воду послѣ отставанія можно опять пустить въ дѣло. Опытъ показалъ, что для совершенной очистки операцию надо раздѣлить на двѣ стадіи: первая—грубая очистка, вторая очистка отъ мелкой пыли. Чтобы произвести подобную очистку пользовались аппаратами Брассэра (Brassert), состоящими изъ одной вертикальной башни (фиг. 1).

Внутри этой башни газъ попадаетъ подѣ водяной дождь, капли котораго проходятъ черезъ продырявленные листы (С), образующіе перегородки, и падаютъ на рѣшетки, колосники которой состоятъ изъ полосъ, расположенныхъ наклонно, вслѣдствіе

чего вода разбрызгивается на мельчайшія капли. Въ верхней части аппарата рѣшетки расположены группами въ нѣсколько рядовъ, благодаря чему газъ, измѣняя свое направленіе, болѣе тѣсно соприкасается со смоченными поверхностями колосниковъ и оставляетъ на нихъ остатокъ заключающейся въ немъ пыли.



Фиг. 1. Газочиститель Брассэра.

Газъ входитъ черезъ трубу (А) фиг. 1 въ свободное отъ перегородокъ и рѣшетокъ пространство, въ которое стекаетъ отработанная вода, которая



его промывает, затѣмъ онъ встрѣчаетъ первую группу колосниковъ (B), проходить продыравленную перегородку (C) и вторую группу колосниковъ (B). Это первая стадія очистки—грубая; затѣмъ газъ идетъ дальше черезъ перегородку (C) и колосники (D) это вторая стадія, здѣсь газъ очищается отъ мелкой пыли.

Вода подводится къ колосникамъ (D) четырьмя кранами (r). Изъ трехъ изъ нихъ вода брызжетъ фонтаномъ снизу вверхъ въ нижнюю часть рѣшетокъ, что еще болѣе способствуетъ тѣсному соприкосновенію газа съ частицами воды. Изъ верхняго крана вода разбрызгивается сверху внизъ. Пройдя аппаратъ, газъ охлаждается на нѣсколько градусовъ.

У каждой доменной печи устанавливается одинъ аппаратъ Брессера. Къ нему присоединяется суши-тель (фиг. 2), въ которомъ газъ оставляетъ боль-

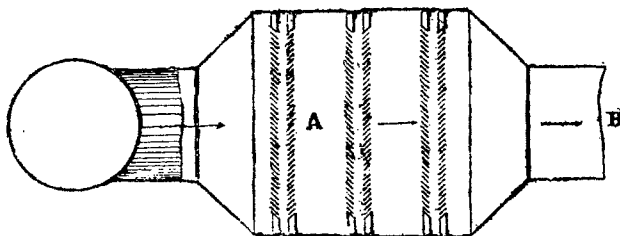
шую часть влаги, захваченной при промывкѣ. Каждый сушитель состоитъ изъ горизонтально расположеннаго желѣзнаго цилиндра, въ которомъ вертикально размѣщены рѣшетки съ наклонными колосниками (A). Газъ уходитъ черезъ трубу (B). На днѣ цилиндра скопляется вода, стекающая съ рѣшетокъ, излишекъ которой отводится сифономъ.

Вертикальное расположеніе рѣшетокъ облегчаетъ стокъ капель воды, оставляемымъ газомъ при про-ходѣ черезъ сушитель.

Такого рода очисткой газа достигнуто было, пониженіе содержанія пыли въ кубическомъ метрѣ газа съ 39 gr. до 0,20 gr.

Воздухъ въ нагревательныхъ аппаратахъ, нагре-ваемыхъ этимъ газомъ, достигаетъ температуры 665°C, т. е. послѣдняя повышалась на 200°.

Котлы работали полной нагрузкой и даже съ не-



Фиг. 2. Горизонтальный разрѣзъ газосушителя.

регрузкой на 50%, тогда какъ при нагревѣ неочи-щеннымъ газомъ, едва достигалась нормальная на-грузка. Благодаря такой очисткѣ, газа хватало на

нагревѣ всѣхъ аппаратовъ, расположенныхъ въ раз-ныхъ частяхъ завода.

Горн. инж. Тумановъ.

## Обзоръ иностранныхъ техническихъ журналовъ.

Разработка тонкихъ пластовъ при помощи конвейеровъ P. E. Smallwood „The Iron & Coal Trades Review“ № 2513.

На 3 рудникахъ горнопромышленнаго О-ва Copsett Iron Company уже въ продолженіи многихъ лѣтъ примѣняются конвейеры для разработки пла-стовъ малой мощности. Полученные на практикѣ результаты оказались столь удовлетворительными,

что въ настоящее время готовится введеніе конвейеровъ на цѣломъ рядѣ другихъ рудниковъ этого же Общества. Эти результаты, несомнѣнно, представляютъ для рудниковъ Донецкаго бассейна большой интересъ.

*Рудникъ Garesfield.* Пласть Towneley, мощностью 22 дюйм., разрабатывается на этомъ рудникѣ цѣлкомъ при помощи конвейеровъ. Условія залеганія и разработки пласта можно назвать крайне тяжелыми, такъ какъ кровля состоитъ изъ рыхлыхъ породъ, сильно изобилующихъ водой, которая капаетъ непрерывно и въ большихъ количествахъ по всему забою. Длина забоя равна 40 саж.; отбойка угля производится 12 отбойщиками въ смѣну. Два конвейера доставляютъ уголь къ главному откаточному штреку, ширина котораго равна 10 фут. Неправильность залеганія пласта выражается въ постоянномъ измѣненіи паденія и мощности, что требуетъ наличности большого количества насосовъ.

Производительность отбойщика, выраженная въ количествахъ переносимаго конвейеромъ угля, составляетъ 4 тон., противъ 2<sup>1</sup>/<sub>4</sub> тон. при системѣ разработки короткими столбами, а расходы по добычѣ угля не превышаютъ таковыхъ для очень многихъ другихъ пластовъ съ вдвое большей мощностью. Для передвиганія конвейера, по мѣрѣ передвиганія забоя впередъ, и вторичной установки его на новомъ мѣстѣ достаточно 5 человекъ.

*Рудникъ Chorwell.* Здѣсь конвейеры примѣняются послѣднія 10 лѣтъ на пластахъ различной мощности, отъ 20 дюйм. до 3 фут. Первое время конвейеры здѣсь примѣнялись совмѣстно съ врубовыми машинами, но было замѣчено, что послѣ перваго же сильнаго осѣданія кровли позади забоя твердость угля обыкновенно настолько мѣнялась, что производительность отбойщика безъ врубовой машины достигала огромной цифры въ 4<sup>3</sup>/<sub>4</sub> тон., противъ 3 тоннъ при столбовой выемкѣ, вслѣдствіе чего машины были упразднены. Вслѣдствіе болѣе благоприятныхъ условій залеганія пласта, чѣмъ на первомъ рудникѣ, примѣненіе конвейера здѣсь было съ самаго же начала весьма успѣшно. Весь забой здѣсь раздѣлялся на 2 уступа, каждый длиной 40 саж., изъ которыхъ задній начиналъ разрабатываться лишь послѣ того, какъ переднимъ уступомъ выработывался весь предназначенный для него уголь.

*Рудникъ Langley Park.* Этотъ рудникъ былъ первымъ въ своемъ округѣ, на которомъ былъ въ 1901 г. введенъ первый конвейеръ на пласть Low main, который до тѣхъ поръ считался нерабочимъ и экономически невыгоднымъ для разработки. Инженеры со всего округа сѣзжались смотрѣть на

работу этого конвейера, которая оказалась настолько успѣшной, что вскорѣ конвейеры начали вводить и на другихъ подобныхъ же пластахъ этого рудника. Въ настоящее время особый интересъ представляетъ работа на двухъ тонкихъ пластахъ, а именно:

1) На пласть Harvey, разрѣзъ котораго представляется въ слѣдующемъ видѣ: углистый сланецъ — 4 дюйм., уголь — 1 фут. 10 дюйм., прослойкъ сланца — 5 дюйм. и уголь — 2 дюйм. На этомъ пластвѣ конвейеръ работаль вмѣстѣ съ врубовой машиной, которая дѣлала врубъ въ тонкомъ прослойкѣ непосредственно подъ главнымъ пластомъ. Длина забоя равна 30—40 саж. Въ забояхъ штрековъ примѣняются специально назначенныя для проходки штрековъ цѣпныя машины, а въ лавахъ — врубовыя машины системы *longwall* завода Jeffrey. Подрывка въ почвѣ глубиной на 48 дюйм. даетъ возможность подгонять вагоны подъ выступающій въ штрекъ конецъ конвейера. На другомъ концѣ лавы оставляется штрекъ, служащій для отвода воздуха, хожденія людей и доставки лѣса; для слѣдующей же лавы этотъ штрекъ служитъ главнымъ откаточнымъ штрекомъ. Порода отъ подрывки складывается въ стѣну позади конвейера.

При врубовой машинѣ задолжается 4 человека, которые дѣлають врубъ и очищаютъ забой отъ угля. При глубинѣ вруба 4 фут. 6 дюйм. ихъ заработокъ составляетъ 4<sup>1</sup>/<sub>2</sub> пенса за 1 ярдъ (3 фут.) длины забоя. Перестановка конвейера требуетъ работы 4 человекъ, которымъ платится по 5 пенс. за упряжку и нѣкоторый процентъ за каждую отдѣльную составную часть конвейера, длина которой равна 6 фут. Артель рабочихъ въ 8 чел. въ одну смѣну очищаетъ забой, нагружая углемъ конвейеръ, что обходится по 10 пенс. за тонну плюсъ нѣкоторый процентъ. За каждый выбуренный шпуръ платится 2<sup>3</sup>/<sub>4</sub> пенса.

Примѣненіе системы *longwall* находится на этомъ пластвѣ лишь въ зачаточномъ состояніи и, несомнѣнно, съ теченіемъ времени сильно разовьется и усовершенствуется. Производительность отбойщика составляетъ 6.03 тон. противъ 2,15 при примѣнявшейся здѣсь раньше системѣ разработки ортами съ обратной выемкой столбовъ одинаковой съ ними ширины; разность же въ стоимости разработки этими двумя способами составляетъ 2 шил. и 10,62 пенса на 1 тонну. Въ артели должны быть также

и люди, умѣющіе обращаться съ конвейеромъ, дѣлать текущій мелкій ремонтъ и пр.

2) *Пласть Brockwell*. На этомъ пласть, мощность котораго колеблется между 18 и 24 дюйм., конвейеръ примѣняется одинъ, безъ врубовой машиной. Вслѣдствіе обильнаго выдѣленія газа всюду примѣняется сжатый воздухъ. Раньше пласть разрабатывался столбами шириной 6 саж., а въ настоящее время—по системѣ longwall съ забоями длиной 30—40 саж., причѣмъ послѣдняя система оказывается на 2 шил. 2.68 пенс. дешевле на 1 тонну угля. При крайне неблагоприятныхъ условіяхъ залеганія пласта вслѣдствіе неровности почвы и частыхъ сбросовъ производительность отбойщика равна при системѣ longwall 3.72 тон., противъ 2.35 при столбовой выемкѣ.

Что касается системы конвейеро́въ, то на рудникѣ подвергались тщательнымъ испытаніямъ издѣлія различныхъ фирмъ, но лучшіе результаты были получены съ конвейерами Blackett, которые находятся на рудникѣ въ ежедневномъ употребленіи въ количествѣ отъ 20 до 30 штукъ. Разработка нѣкоторыхъ пластовъ дала большую выгоду. Въ настоящее тяжелое время, переживаемое горнымъ дѣломъ, широкое примѣненіе конвейеро́въ заслуживаютъ особаго вниманія, благодаря, главнымъ образомъ, отсутствію рабочихъ и связанныхъ съ примѣненіемъ конвейера большой производительности отбойщика и концентраціи производства. Если упомянуть, что на рудникѣ Consett Collieries было добыто много тысячъ пудовъ угля безъ единого сачочника и при уменьшенномъ количествѣ откатчиковъ и лошадей, то становится понятнымъ, что полученная при этомъ выгода можетъ съ избыткомъ покрыть расходы, вызванные съ установкой конвейера. Какъ уже было упомянуто, компанія, которой принадлежитъ этотъ рудникъ, намѣрена въ настоящее время поставить конвейеры и на всѣхъ другихъ своихъ рудникахъ, исходя изъ убѣжденія, что теперь болѣе, чѣмъ когда-нибудь прежде необходимо стремиться, для пользы самого же дѣла, къ уменьшенію примѣненія рабочаго труда подъ землей.

### **Сортировка антрацита на рудникѣ „The Loomis Colliery“ въ Америкѣ.**

Coal Age V. 9 N. 10 1916 г.

Рудникъ Loomis, въ настоящее время только заканчивающійся своимъ устройствомъ и оборудо-

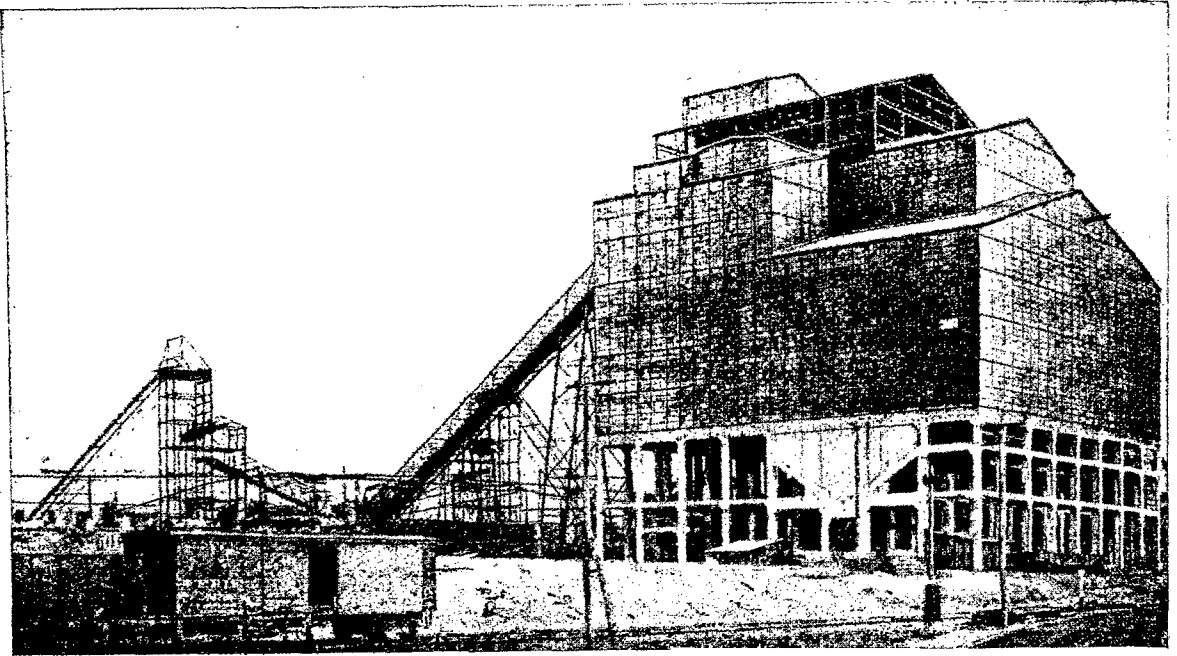
ваніемъ, является самымъ новымъ и огромнымъ рудникомъ самаго стараго въ Пенсильваніи горно-промышленнаго О ва Delaware, Lackawanna & Western, съ именемъ котораго тѣсно связана исторія этого богатѣйшаго антрацитоваго района.

Среди всѣхъ устройствъ рудника, несомнѣнно центральное мѣсто по представляемому имъ интересу принадлежитъ сортировочному устройству, являющемуся исключительнымъ среди всѣхъ другихъ установокъ подобнаго рода въ Америкѣ. Кромѣ добычи 4 шахтъ рудника Loomis здѣсь подвергается сортировкѣ также и добыча 3 шахтъ сосѣдняго рудника этого же общества. Суточная производительность установки равна 7.500 тон., а при 250 рабочихъ дней въ году она составляетъ 1.875.000 тон. Запасы антрацита подъ землей столь велики, что даже при такой производительности сортировки ихъ хватить на столѣтія.

При первомъ же взглядѣ на установку бросается въ глаза, что она вся застеклена и что въ ней нѣтъ ни одной глухой стѣны. Вся поверхность ея состоитъ изъ стальныхъ оконныхъ рамъ съ вставленными въ нихъ 22.000 стеколъ, размѣрами 13×12 дюйм. и толщиной  $\frac{1}{4}$  дюйм. Въ Америкѣ очень распространены сортировочныя устройства, специально приспособленныя для работы днемъ, но ни на одномъ изъ нихъ дневной свѣтъ не используется въ такой мѣрѣ, какъ здѣсь, гдѣ стекло составляетъ 93,5% всей поверхности. Искусственный свѣтъ здѣсь примѣняется только въ теченіе короткаго періода зимой. При постройкѣ зданія имѣлись въ виду возможно большая чистота сортировки и быстрота работы.

Зданіе цѣликомъ построено изъ бетона, причѣмъ бетонная работа выполнена превосходно. Кромѣ бетона оно стоитъ также и изъ стали, которой пошло свыше 2.000.000 фунтовъ. Изъ бетона сдѣланы и полы; дерево примѣнялось лишь въ незначительномъ размѣрѣ, такъ что возможность пожара почти исключена, хотя пожарные краны, на всякій случай, имѣются всюду.

Все зданіе отапливается способомъ, еще неизвѣстнымъ въ этомъ районѣ. Въ виду того, что теплопроводность стекла четверо больше, чѣмъ дерева, для поднятія температуры въ зданіи до нормальной для подобнаго рода зданій зимой требуется огромное количество тепла. По проекту, въ морозные дни его полагается нагрѣвать до темпера-



туры замерзания воды. Нагрѣваніе его выше этой точки не является необходимымъ, такъ какъ сортировка совершенно сухая и въ ней нечему замерзаетъ. Здѣсь имѣется въ виду только создать удобную обстановку для работы.

Для нагрѣванія употребляется мятый паръ отъ подъемной машины, вентилятора и компрессора, поступающій въ сортировку подъ давленіемъ около 3 фунт. Поверхность радиаторовъ равна поверхности столба трубъ длиной 40.000 фут. и діаметромъ 2 дюйм., не считая трубопровода, такъ что если принять конденсацію въ трубахъ въ  $\frac{1}{4}$  фун. въ часъ на 1 футъ лучеиспускающей поверхности, то конденсатъ составляетъ 11.250 фун. въ часъ, и все это количество воды идетъ черезъ трубу діаметромъ 6 дюймъ и масляный сепараторъ къ мѣсту нагрѣванія воды; сюда же пропускается и все излишнее количество мятаяго пара, не нужное для согрѣванія зданія. Чтобы исключить всякую возможность недостатка пара, въ зданіе проведенъ другой столбъ трубъ діаметромъ 3 дюйм. изъ кочегарки.

Въ цѣляхъ экономіи въ случаѣ надобности отдѣльные участки калориферовъ могутъ быть выключаемы; такъ, напр. въ умѣренно-холодные дни съ сильнымъ вѣтромъ паръ приходится пускать только въ трубы съ надвѣтренной стороны.

Планъ сортировки угля крайне простъ: весь уголь дѣлится на 2 части, каждая изъ которыхъ доставляется конвейеромъ къ одному изъ двухъ грохотовъ, снабженныхъ тремя ситами для трехъ сортовъ угля. Большое вниманіе удѣлено сортировкѣ горошкового угля; хотя для него здѣсь и отведено подобающее мѣсто, но только впоследствии на практикѣ будетъ рѣшено, достаточно ли для него одной сортировки, или же подвергать его мойкѣ въ особомъ зданіи.

Такое же вниманіе удѣлено, далѣе, и удаленію пыли изъ зданія; для этого всѣ рамки, грохота и опрокиды закрыты и соединены между собой въ одну общую высасывающую систему, черезъ которую пыль отводится наружу. Внутри зданія воздухъ мѣняется въ продолженіе 1 часа отъ 4-хъ до 6 разъ.

## Электрическое оборудование каменноугольных и антрацитовых копей Донецкого бассейна.

Наряду съ ростомъ общаго техническаго оборудованія каменноугольныхъ и антрацитовыхъ рудниковъ Донецкаго бассейна, въ послѣдніе годы проявляется особенно усиленный ростъ оборудова-

нія рудниковъ электрической энергіей. О томъ, какъ быстро увеличивается мощность электрическихъ установокъ, даетъ представленіе нижеслѣдующая таблица

Г О Д Ы	Число предпріятій сообщившихъ Стат. Бюро свѣдѣнія объ электр. установкахъ	Число генераторовъ у этихъ предпріятій	На 1 предпріятіе приходится въ среднемъ генераторовъ	Средняя мощность 1 генератора въ кв.	То же по отношению къ мощностн 1904 г.
1904 . . . . .	49	130	2,7	49,9	1,0
1909 . . . . .	53	159	3,0	144,0	2,9
1914 . . . . .	51	148	2,9	368,6	7,4

Поскольку можно судить на основаніи имѣющихся данныхъ, электрическое оборудование копей развивается не столько въ сторону количества установокъ, сколько въ сторону увеличенія ихъ мощности.

Собранные Статистическимъ Бюро Совѣта Съѣзда по однородной программѣ матеріалы по вопросу электрическаго оборудованія каменноугольныхъ и антрацитовыхъ рудниковъ Донецкаго бассейна за 1909 и 1914 годы позволяютъ провести детальное сопоставленіе въ этомъ отношеніи двухъ

указанныхъ лѣтъ и дать, такимъ образомъ, картину роста электрическаго оборудованія за пятилѣтіе 1909—1914 г.г.

Ниже мы приводимъ данныя за 1914 и 1909 г. о паровыхъ котлахъ и газогенераторахъ, обслуживающихъ электрическія станціи, о механическихъ двигателяхъ, о приводимыхъ послѣдними въ дѣйствіе генераторахъ электрическаго тока и, наконецъ, о пріемникахъ электрическаго тока (лампахъ и моторахъ).

### Генераторы силы.

Группы предпріятій	Число предпр., приславш. свѣдѣнія	Добыча этихъ пред. въ 1914 г. (милл. пуд.)	К о т л ы			Газогенераторы	
			Число ихъ	Общая поверхн. нагрѣва (кв. фут.)	Средняя поверхн. 1 котла (кв. фут.)	Число ихъ	Количество сжигаемаго въ 12 час. въ 1 пуд.)
I (съ добычей болѣе 5 м. п. въ 1914 г.)	43	927,89	290	373.904	1.289	6	121
II (съ добычей до 5 м. п. въ 1914 г.)	8	22,53	20	18.894	945	—	—
Итого въ 1914 г.	51	950,42	310	392.798	1.267	6	121
„ „ 1909 г.	53	837,71	206	191.264	928	4	110

Общій итогъ котловъ, обслуживающихъ электрическія станціи (206 для 1909 года и 310 для 1914 г.) не совсѣмъ отвѣчаетъ дѣйствительности, такъ какъ нѣкоторыя предпріятія, у которыхъ паръ для электрическихъ станцій берется изъ общей котельной, не даютъ вообще свѣдѣній, какое именно число котловъ изъ общей батареи слѣдовало бы отнести на долю электрической станціи (такихъ предпріятій въ 1914 г.—11 изъ 51-го); съ другой стороны, нѣкоторыя предпріятія, сообщая свѣдѣнія о числѣ котловъ, обслуживающихъ электрическую станцію, дѣлаютъ оговорку, что тѣ же котлы служатъ и для иныхъ цѣлей (такихъ предпріятій въ 1914 г.—4 изъ 51-го). Во всякомъ случаѣ приве-

денные итоги числа котловъ надо считать скорѣе уменьшенными, чѣмъ преувеличенными.

Средняя поверхность нагрѣва одного котла увеличилась за пятилѣтіе 1909—1914 г. съ 928 кв. ф. до 1.267 кв. ф., т. е. на 36,5<sup>0</sup>/<sub>0</sub>.

Въ связи съ увеличеніемъ мощности котловъ и въ связи съ увеличеніемъ средняго числа котловъ, приходящихся на одно предпріятіе (съ 3,9 въ 1909 г. до 6,1 въ 1914 г.), увеличилась и общая поверхность нагрѣва всѣхъ котловъ, приходящихся въ среднемъ на одно предпріятіе: съ 3.609 кв. ф. въ 1909 г. до 7.702 кв. ф. въ 1914 году, или на 113,4<sup>0</sup>/<sub>0</sub>.

### Д в и г а т е л и .

Группы предпріятій	Число предпріятій, представившихъ свѣдѣнія	Добыча этихъ предпріятій въ 1914 году (милл. пуд.)	Д в и г а т е л и	
			Число ихъ	Сумма мощностей ихъ въ лош. сил.
I (съ добычей болѣе 5 м. п. въ 1914 г.) . . .	43	927,89	245 и 3	73.430 ?
II (съ добычей до 5 м. п. въ 1914 г.) . . . . .	8	22,53	11	3.181
<b>Итого въ 1914 г. . . . .</b>	<b>51</b>	<b>950,42</b>	<b>256 и 3</b>	<b>76.611 ?</b>
„ „ 1909 г. . . . .	53	837,71	140	33.615

По отношенію къ числу предпріятій число двигателей возрасло за рассматриваемое пятилѣтіе съ 2,64 до 5,08, т. е. на 92,4<sup>0</sup>/<sub>0</sub>, средняя же мощность одного двигателя возрасла за то же время съ 240,1 л. с. до 299,7 л. с., т. е. на 24,8<sup>0</sup>/<sub>0</sub>. Въ

связи съ этимъ общая мощность двигателей, приходящаяся въ среднемъ на одно предпріятіе, увеличилась съ 634 лош. с. до 1.520 лош. с., или на 140<sup>0</sup>/<sub>0</sub>.

### Генераторы электрическаго тока.

Группы предпріятій	Число предпріятій	Добыча ихъ въ 1914 году въ милл. пудовъ	Генераторы		Аккумуляторы		Общая мощность генераторной силы тока въ кв
			Число ихъ	Общая мощность ихъ въ кв	Число элементовъ	Сумма нормальныхъ мощностей ихъ въ кв	
I (съ добычей болѣе 5 мил. пуд. въ 1914 году). . . . .	43	927,89	138	52.311	185	42	52.353
II (съ добычей до 5 миллион. пуд. въ 1914 году) . . . . .	8	22,53	10	2 240	—	—	2.240
<b>Итого въ 1914 году . . . . .</b>	<b>51</b>	<b>950,42</b>	<b>148</b>	<b>54.551</b>	<b>185</b>	<b>42</b>	<b>54.593</b>
„ „ 1909 „ . . . . .	53	837,71	159	22.889	—	—	22.889

Въ 1909 г. средняя мощность одного генератора выражалась въ 144 kw., а въ 1914 г.—368, kw., что составляетъ увеличеніе на 155<sup>0</sup>/<sub>0</sub>, болѣе чѣмъ въ 2<sup>1</sup>/<sub>2</sub> раза.

Общая мощность генераторовъ, приходящихся въ среднемъ на одно предприятие, увеличилась за то же время съ 432 kw. до 1.070 kw. или на 147,7<sup>0</sup>/<sub>0</sub>.

Въ связи съ переходомъ многихъ предприятий съ постоянного тока на переменный, а именно—трехфазный, напряженіе работающихъ токовъ очень сильно поднялось за пятилѣтіе 1909—1914 г. Спросъ на альтернаторы возросъ вслѣдствіе выгод-

ности ихъ при передачахъ электрической энергіи на разстояніе, благодаря возможности трансформировать переменные токи слабого напряженія въ токи высокаго напряженія и обратно \*).

Въ 1909 году изъ 159 генераторовъ 60 (или 38<sup>0</sup>/<sub>0</sub>) были переменнаго (трехфазнаго) тока, между тѣмъ какъ въ 1914 г. на 148 генераторовъ приходилось генераторовъ переменнаго (трехфазнаго) тока 80, т. е. 54<sup>0</sup>/<sub>0</sub> общаго ихъ числа.

Въ нижеслѣдующей таблицѣ приводится распределеніе генераторовъ постоянного и переменнаго тока по величинѣ напряженія тока:

Напряженіе генераторовъ электрическаго тока въ 1914 году въ вольтахъ

Родъ тока	100—200	201—300	301—400	401—500	501—600	2.000— 2.500	2.501— 3.000	3.001— 3.500	3.501— 4.000	5.500	Итого
	Число генераторовъ										
Пост. тока . . .	14	21	2	13	18	—	—	—	—	—	68
Перем. тока (трехф.) . . .	—	8	—	—	10	2	15	19	24	2	80
Итого . . .	14	29	2	13	28	2	15	19	24	2	148

Наиболѣе часто встрѣчающимися типами генераторовъ являются, какъ видно изъ приведенныхъ данныхъ, генераторы мощностью 201—300 вольтъ (21 пост. и 8 перем. тока), 501—600 вольтъ (18 пост. и 10 перем. тока) и 3.001—4.000 вольтъ (43 перем. тока). Максимальное напряженіе тока—5.500 вольтъ (2 генератора).

Тѣ данныя объ общей мощности генераторной силы тока, какими мы располагаемъ, позволяютъ заключить, что таковая за рассматриваемое пятилѣ-

тіе 1909—1914 г. увеличилась по отношенію къ добычѣ ископаемаго болѣе, чѣмъ вдвое:

Г О Д Ы	Добыча отвѣтввшихъ предприятий	Общая мощность генераторной силы тока въ kw	На 1 милл. пуд. годовой добычи приходится въ среднемъ общей мощности генераторной силы тока въ kw
1909 г. . . . .	837,71	22.889	27,4
1914 . . . . .	950,42	54.593	57,4

\*) Передача тока на разстояніе обходится тѣмъ дороже, чѣмъ больше сила тока (при слабомъ напряженіи), и тѣмъ дешевле, чѣмъ выше напряженіе (при малой силѣ тока). Альтернаторъ производитъ переменный токъ умѣренно-высокаго напряженія; затѣмъ его трансформи-

руютъ до высокой разности потенциаловъ и посылаютъ на далекое разстояніе; въ мѣстахъ пользования этотъ высокога напряженія токъ снова трансформируютъ до любаго низкаго напряженія. Такая трансформация легко получается на практикѣ только для токовъ переменныхъ.

Пріемники электрическаго тока.

а) Л а м п ы .

Группы предприятий	Электрическое освѣщеніе				
	Число предприятий	Добыча ихъ въ 1914 г. въ мил. п.	Число лампочекъ накаливанія	Число дуговыхъ фонарей	Общая ихъ емкость въ kw
I (предпр. съ добычей болѣе 5 м. п. въ 1914 году) . . . . .	43	927,89	36.999	514	Для 32.164 ламп. нак. и 424 дуг. фон. общая емк. 1.936 kw.
II (предпр. съ добычей до 5 м. п. въ 1914 году) . . . . .	8	22,53	2.321	6	Для 1.746 ламп. нак. и 3 дуг. фон. общая емк. 72 kw.
Итого въ 1914 году . . . . .	51	950,42	39.320	520	Для 33.910 ламп. нак. и 427 дуг. фон. общая емк. 2.008 kw.
. . . 1909 . . . . .	53	837,71	24 830	914	Для 24.346 ламп. нак. и 890 дуг. фон. общая емк. 2.088 kw.

Число лампочекъ накаливанія за періодъ 1909—1914 г.г. увеличилось весьма сильно: на одну фирму въ 1909 г. приходилось въ среднемъ 468 лампочекъ, а въ 1914 г.—771 лампочка.

Число же дуговыхъ фонарей значительно уменьшилось.

По даннымъ для 1909 и 1914 г. объ общей емкости лампочекъ накаливанія и дуговыхъ фонарей можно приблизительно опредѣлить среднюю емкость одной лампочки въ 0,045 kw. и среднюю

емкость одного фонаря въ 1,13 kw. Распространяя эти среднія на все количество лампочекъ и фонарей, указанное въ послѣдней таблицѣ, получимъ, что общая емкость всѣхъ лампочекъ и фонарей, принадлежавшихъ въ 1914 г. 51 предприятию, составляетъ около 2.357 kw., а общая емкость лампочекъ и фонарей, принадлежавшихъ въ 1909 г. 53 предприятиямъ, составляетъ около 2.150 kw.

Для одного предприятия средняя емкость лампочекъ и фонарей выражается въ 46,2 kw. для 1914 г. и въ 40,6 kw. для 1909 г.

б) М о т о р ы .

Назначеніе моторовъ

Группы предприятий	Число предприятий	Добыча ихъ въ 1914 году въ милл. пуд.	Назначеніе моторовъ					ИТОГО	
			Сортировка	Вентиляція	Подъемъ и откатка	Электро-возы	Водо-отливъ и водоснабженіе	Проч.	Моторовъ
I (предпр. съ добычей болѣе 5 мил. пуд.) . . . . .	40	866,38	Число моторовъ (надъ чертой) и мощность ихъ въ kw. (подъ чертой)					1.206	44.073
			106 2.574	141 6.015	250 9.012	43 1.953	302 15.457		
II (предпр. съ добычей до 5 милл. пуд.) . . . . .	8	22,53	Кромъ того безъ распредѣленія по мощности . . . . .					61	1.200
			5 97	1 6	9 437	—	13 402		
Итого въ 1914 году . . . . .	48	888,91	Кромъ того безъ распредѣленія по мощности . . . . .					1.237	45.038
			111 2.671	142 6.021	259 9.449	43 1.953	315 15.859		
Итого въ 1909 году . . . . .	53	837,71	Кромъ того безъ распредѣленія по мощности . . . . .					61	1.200
			?	?	?	?	?		
			1.278	2.673	3.378 (тяга)	6.207	2.838	671	16.374
			Кромъ того безъ распредѣленія по мощности . . . . .					122	2.707



Въ связи съ отмѣченнымъ выше развитіемъ мощности электрическихъ станцій за пятилѣтіе 1909—1914 г.г., число моторовъ пріемниковъ электрическаго тока, равно какъ и средняя ихъ мощность, увеличились за тотъ же періодъ весьма сильно. Последняя таблица показываетъ, что среднее число моторовъ, приходящееся на одно предприятие, увеличилось за пятилѣтіе 1909—1914 г.г. съ 15 до 27, средняя мощность одного мотора увеличилась за это время съ 24,1 kw. до 35,6 kw., общая же мощность всѣхъ моторовъ, приходящихся въ среднемъ на одно предприятие, увеличилась за рассматриваемое пятилѣтіе съ 360 kw. до 963 kw., т. е. на 167,5%, или въ 2<sup>2</sup>/<sub>3</sub> раза.

Распределение общей мощности моторовъ по отдѣльнымъ группамъ работъ выражается для 1914 и 1909 г. въ слѣдующихъ относительныхъ величинахъ:

Группы работъ	Мощность моторовъ въ %% общей мощности всѣхъ моторовъ	
	1914 г.	1909 г.
Сортировка . . . . .	5,9	7,8
Вентиляція . . . . .	13,4	16,4
Подъемъ и откатка . . . . .	21,0	} 20,6
Электровозы . . . . .	4,3	

Группы работъ	Мощность моторовъ въ %% общей мощности всѣхъ моторовъ	
Водоотливъ и водоснабженіе . . . . .	35,2	37,9
Проч. . . . .	20,2	17,3
Итого . . . . .	100	100

Средняя мощность одного мотора обнаруживаетъ характерныя колебанія по отдѣльнымъ группамъ работъ, что можно видѣть изъ слѣдующихъ данныхъ:

Группы работъ	Средняя мощность 1 мотора въ 1914 г. въ kw.
Водоотливъ и водоснабженіе . . . . .	50,3
Электровозы . . . . .	45,4
Вентиляція . . . . .	42,4
Подъемъ и откатка . . . . .	36,5
Сортировка . . . . .	24,1
Проч. . . . .	24,7

Наименѣ мощные моторы заняты въ сортировкѣ, наиболѣе мощные—въ водоотливѣ и водоснабженіи, а также въ электровозахъ.

На вопросъ о технической эксплуатаціи электрической энергии мы остановимся въ одномъ изъ ближайшихъ номеровъ.

А. С—кій.