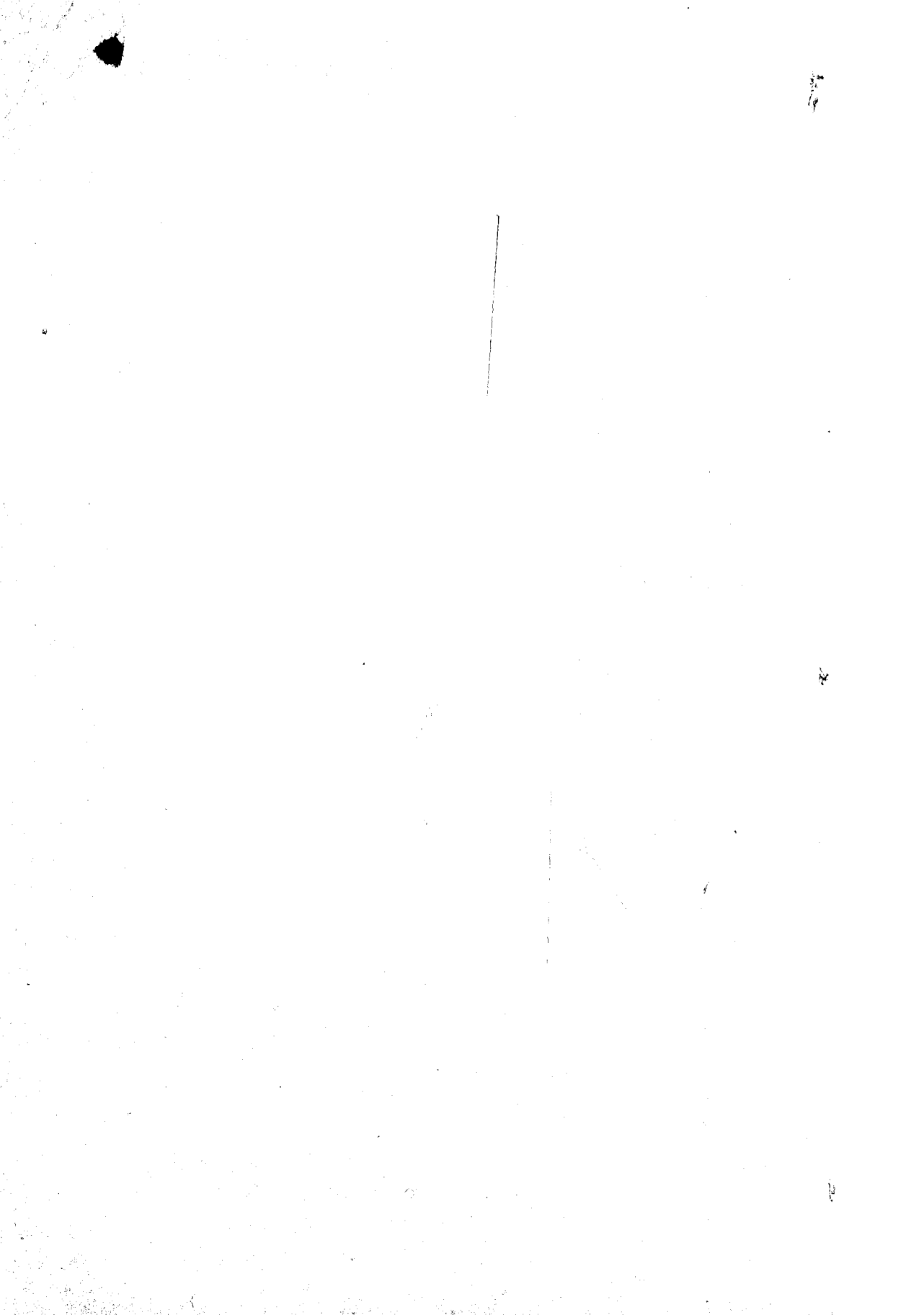
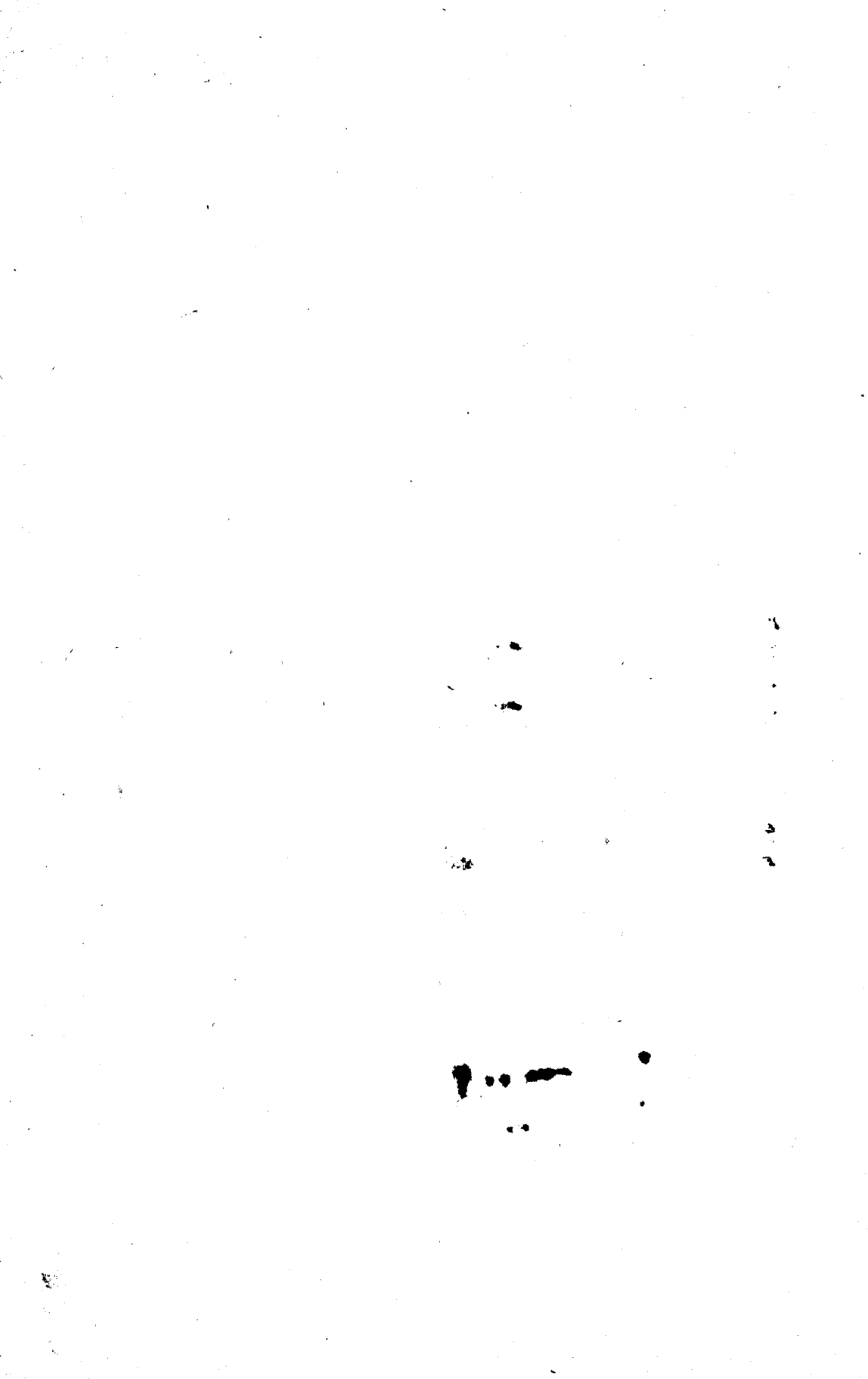


343



1933



Б. Серия 4. Инженерно-Промышленная Библиотека. № XIII—61.

---

ЛОБАЧ-ЖУЧЕНКО, Б. М., проф.

# КРАТКИЙ ОПИСАТЕЛЬНЫЙ КУРС ДВИГАТЕЛЕЙ ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ.

1517

ДЛЯ ТЕХНИКУМОВ, ФЗУ, ПРОФТЕХНИЧЕСКИХ  
ШКОЛ, КУРСОВ И ДЛЯ САМООБРАЗОВАНИЯ.

1517

2-е ИЗДАНИЕ.

С 115 чертежами в тексте.



ГОСУДАРСТВЕННОЕ ТЕХНИЧЕСКОЕ ИЗДАТЕЛЬСТВО.

Москва — 1927 г.

*Без разрешения Гостехиздата  
перепечатка не допускается.*

ГОС. ПУБЛИЧНАЯ  
НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ  
БИБЛИОТЕКА СССР

## ОТ АВТОРА.

Настоящий курс представляет конспект моих лекций, которые я читал с 1918 г. по 1926 г., сначала на курсах машинистов и монтажистов, а потом в Вечернем Рабочем Техникуме.

Основная цель курса — ознакомить достаточно подробно с устройством и основными деталями двигателей внутреннего сгорания, как тяжелого, так и легкого типа.

Рабочему, машинисту, технику, принимающемуся за изучение двигателей внутреннего сгорания, прежде всего надо знать твердо их устройство, так же, как знает поездной машинист свой паровоз, без чего ему никогда не будет понятно действие двигателя внутреннего сгорания, и он не сможет им управлять.

С этой целью и написана настоящая книга. Одним из средств достижения поставленной цели я считал снабдить ее достаточным количеством понятных и простых рисунков, которые большей частью взяты мной из прекрасной книги Титова „Двигатели внутреннего горения“ и отчасти из других источников.

*В. М. Лобач-Жученко.*

## ГЛАВА ПЕРВАЯ.

### Общее устройство двигателей внутреннего сгорания.

#### 1. Двигатели внутреннего сгорания и сущность их работы.

Двигателями называются машины, посредством которых запасы энергии, имеющиеся в природе, превращаются в движение и производят полезную для человека работу. Тепловыми двигателями называются такие двигатели, для работы которых необходимо получение тепловой энергии путем сгорания топлива. Двигателями внутреннего сгорания называются такие тепловые двигатели, у которых сгорание топлива—испаренного, жидкого или газообразного—происходит внутри самого двигателя (цилиндра).

Двигатели бывают:

1)	2)	3)	4)	5)
Живые	Ветряные	Водяные	Тепловые	Электрические
конные приводы ручные приводы		вод. колеса вод. турбины	Паровые Двиг. вн. сгор. паровые машины паровые турбины.	

Двигатели внутреннего сгорания разделяются.

1) По роду топлива: двигатели газовые и газогенераторные, бензиновые, керосиновые, спиртовые, нефтяные.

2) По способу выполнения рабочего процесса: 4-тактные, 2-тактные.

3) По назначению: фабрично-заводские, судовые, автомобильные, авиационные.

4) По положению цилиндров: вертикальные, горизонтальные и с наклонными цилиндрами.

5) По числу цилиндров: двигатели одноцилиндровые и с несколькими цилиндрами.

6) По рабочему процессу: двигатели с быстрым горением при постоянном объеме или взрывные, двигатели с постепенным горением и постоянным давлением.

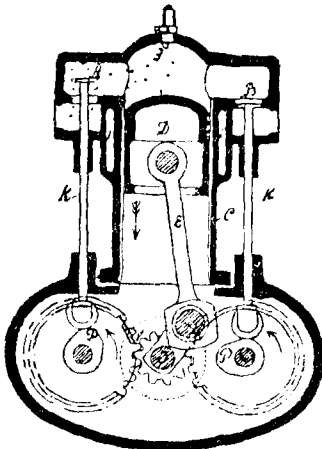
4-тактным двигателем внутреннего сгорания называется такой двигатель, у которого за 4 хода поршня или два оборота только один ход рабочий.

2-тактным двигателем внутреннего сгорания называется такой, у которого на каждые два хода поршня или один оборот приходится рабочий ход.

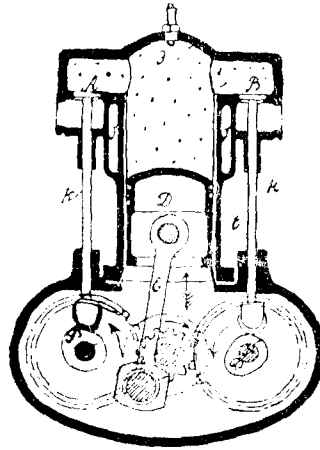
Рассмотрим действие четырехтактного бензинового двигателя. За первый такт (ход поршня вниз) у двигателя открывается всасывающий клапан *A* (черт. 1) и поршень всасывает через него горючую смесь по всасывающей трубе из карбюратора — прибора, служащего для ее приготовления. При втором ходе поршня (вверх) оба клапана закрыты, смесь сжимается до давления 5—6 атмосфер (черт. 2). В начале третьего хода поршня (такта) сжатая рабочая смесь воспламеняется электрической искрой, проскакивающей в свече *С* (черт. 3), происходит рабочий

ход поршня вниз. И, наконец, при обратном ходе поршня вверх (черт. 4) открывается выпускной клапан *В* и через него сгоревшие газы уходят в выпускную трубу.

На черт. 5 показана так назыв. теоретическая диаграмма четырехтактного двигателя в осях координат: по вертикальной оси откладываются давления в цилиндре, а по горизонтальной — перемещения поршня в цилиндре при его ходе от одного крайнего положения до другого. Давление в цилиндре во время всасывания изображается

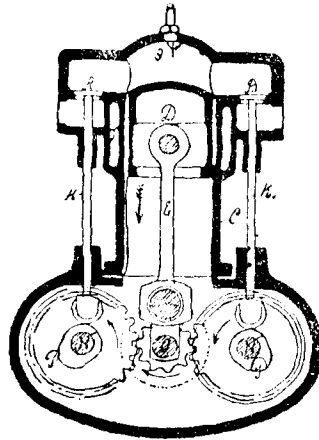


Черт. 1. Всасывание.

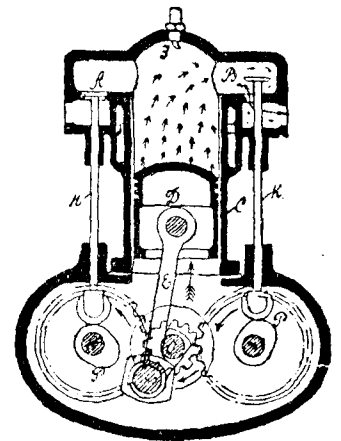


Черт. 2. Сжатие.

всасывания изображается прямой *АВ*, параллельной горизонтальной оси и проведенной от нее на расстоянии 1 атмосферы, так как всасывание происходит теоретически при атмосферном давлении. При обратном сжимающем ходе поршня давление внутри цилиндра повышается по кривой *ВВ*. Когда поршень находится в точке *В*, смесь воспламеняется и давление от величины *АС* увеличивается до *АГ*. Так как на теоретической диаграмме линия *ВГ* — вертикальная, значит перемещения поршня и изменения объема газов за это время не произошло, то рассматриваемый тепловой процесс называется процессом при постоянном объеме или циклом Отто, в честь инженера, впервые применившего его к действию двигателя внутреннего сгорания. Так как образовавшиеся газы высокого давления заставят поршень двигаться вправо и объем их будет увеличиваться, то давление их, вследствие расширения, будет уменьшаться по кривой *ГД*. В конце хода поршня открывается выпускной клапан, отчего давление сразу падает на величину *ДВ*, после чего происходит выпуск по прямой *ВА*, теоретически при атмосферном давлении, вследствие чего прямая выпуска *ВА* совпадает с прямой всасывания *АВ*.



Черт. 3. Рабочий ход.



Черт. 4. Выпуск.

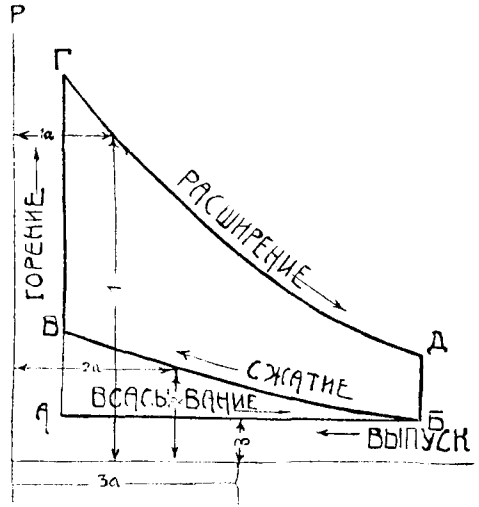
Практически, у быстроходных бензиновых двигателей отдельные процессы в цилиндрах не совпадают с ходом поршня, а протекают так, как показано на черт. 6 — 9, именно, всасывание запаздывает (черт. 6), сжатие продолжается меньше хода поршня (полуоборот мотыля) (черт. 7).

Зажигание начинается с опережением (черт. 8), когда кривошип не дошел еще до верхней мертвой точки, чтобы смесь успела фактически вся воспламениться, когда кривошип дойдет до верхней мертвой точки, а выпуск начинается с опережением (черт. 9).



В силу всего этого действительная диаграмма работы газа в цилиндре будет отличаться от теоретической и иметь вид, показанный на черт. 10, именно, горение будет продолжаться некоторое время и линия горения 3—4 будет наклонной, линия всасывания, вследствие разрежения во всасывающем трубопроводе пойдет ниже атмосферной линии (соответствующей давлению атмосферы), а линия выпуска — выше, вследствие некоторого сопротивления движению газов в выпускном трубопроводе.

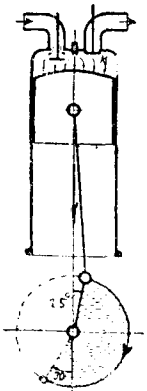
Схема работы двухтактного нефтяного двигателя с запальным шаром показана на черт. 11 и 12. Он всасывает и сжимает чистый воздух когда поршень 2 находится у головки цилиндра (черт. 11); в сжатый воздух, находящийся в камере сжатия 8, вбрызгивается через распыливающий аппарат — форсунку 7 нефть, которая, попадая на раскаленные стенки запального шара 8, воспламеняется; образовавшиеся газы высокого давления движут поршень вправо; когда поршень откроет сообщение цилиндра с окном 6 (черт. 12) начнется выпуск сгоревших газов; а через окно 5 — впуск, так назыв. продувочного воздуха из картера 12, куда он поступает через клапан 3, расположенный в стенке картера.



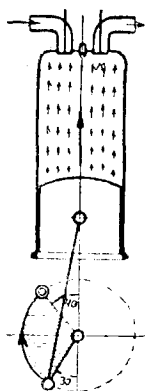
Черт. 5. Теоретическая диаграмма четырехтактного двигателя.

Назначение продувочного воздуха двойное: продувка цилиндров от остатков продуктов горения и как необходимая составная часть для горения рабочей смеси.

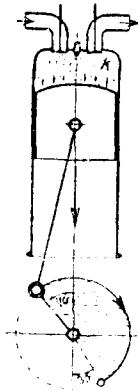
Когда поршень снова пойдет к головке цилиндра и закроет окна 5 и 6, то воздух, оставшийся между поршнем и концом цилиндра, будет снова сжи-



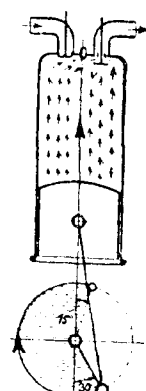
Черт. 6. Запаздывание всасывания.



Черт. 7. Запаздывание сжатия.



Черт. 8. Опережение зажигания.

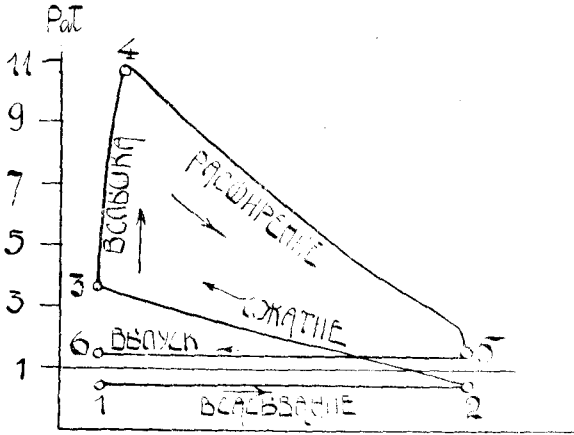


Черт. 9. Опережение выпуска.

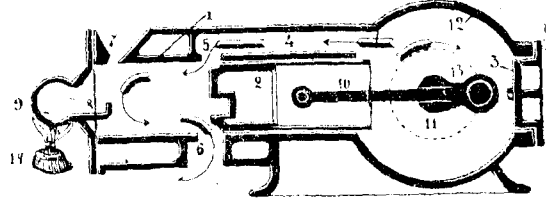
маться, в то же время, вследствие увеличивающегося разрежения в картере, в него через клапан 3 будет всасываться воздух. Таким образом, двигатель за каждый оборот дает рабочий ход.

На черт. 13 показана диаграмма 4-тактного двигателя с горением при постоянном давлении, вследствие чего линия горения 3—1 горизонтальна. С таким тепловым процессом работают двигатели Дизеля, всасывающие и сжимающие чистый воздух.

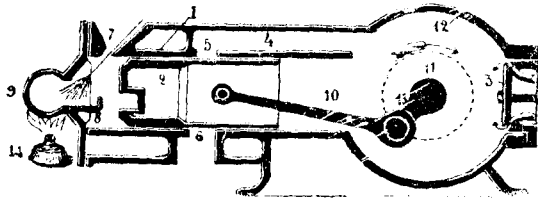
Главными преимуществами двигателя внутреннего сгорания являются во-первых, отсутствие паровых котлов, во-вторых, высокая отдача,



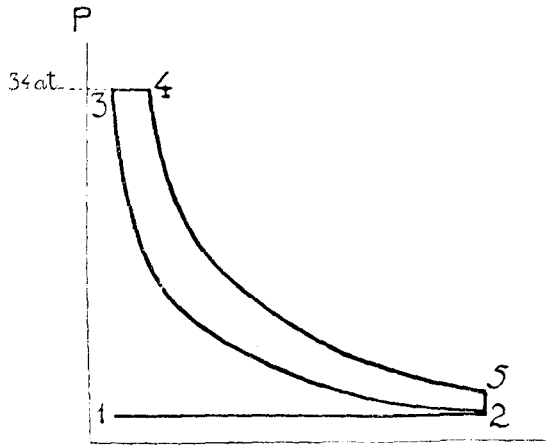
Черт. 10. Действительная диаграмма работы четырехтактного двигателя.



Черт. 12. Выпуск и продувка в двухтактном двигателе.



Черт. 11. Сжатие в двухтактном двигателе.



Черт. 13. Теоретическая диаграмма двигателя с горением при постоянном давлении.

т.-е. экономия в расходе топлива. Отдача обыкновенной паровой машины не превышает 10% самых экономичных паровых машин и турбин 16—17%, между тем отдача бензиновых двигателей составляет 22—24% и Дизеля — 34—35%.

## 2. Главные части двигателя внутреннего сгорания.

Главными частями всякого двигателя внутреннего сгорания являются:

- 1) Цилиндры с клапанами или пролетами.
- 2) Передаточный механизм, превращающий прямолинейно-возвратное движение поршней в непрерывное вращение вала. Неполный передаточный механизм состоит из шатуна, а полный — из поршневого штока с поперечиной, ползуном и шатуна.
- 3) Вал с маховиком (и шкивом).
- 4) Клапанный привод у 4-тактного двигателя для открытия и закрывания клапанов.
- 5) Устройство для охлаждения двигателя.
- 6) Устройство для питания топливом и приготовления смеси.
- 7) Устройство для зажигания смеси.
- 8) Устройство для смазки.
- 9) Устройство для регулировки.
- 10) Корпус двигателя.

**Цилиндры.** Цилиндры обычно отливаются из чугуна и снабжаются водяной рубашкой. У небольших двигателей цилиндры обычно отливаются вместе с головкой и клапанными коробками (черт. 14). У больших двигателей крышка

цилиндра делается съемной. Цилиндр внутри растачивается по одинаковому точному диаметру и, кроме того, шлифуется. Громадное большинство двигателей внутреннего сгорания делается простого действия, т. е. газы работают с одной стороны поршня; при этой конструкции как поршень, так и цилиндр делаются со стороны противоположной головки цилиндра открытыми для свободного прохода шатуна.

У двигателя Дизеля и у горизонтальных двигателей имеется вставной внутренний цилиндр, называемый рабочей частью, она вставляется в кольцевым промежутком вокруг во внешний цилиндр, который у двигателя Дизеля заводского типа бывает отлит заодно с колоннами, а у горизонтальных — с рамой.

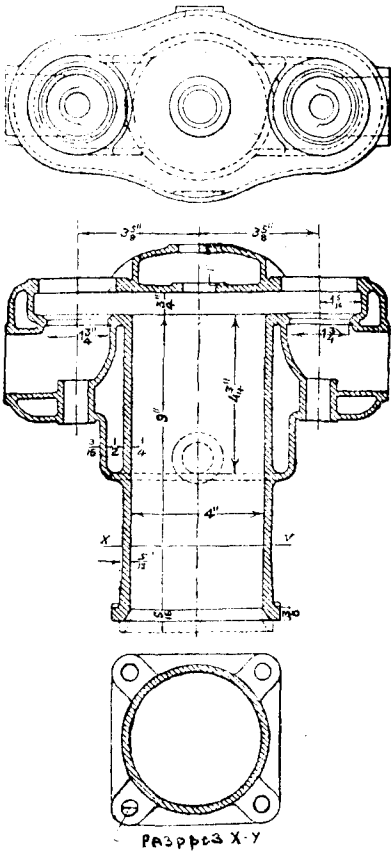
Клапанные коробки отливаются заодно с цилиндрами, главным образом у вертикальных небольших двигателей. При этом у 4-тактных двигателей всасывающий и выпускной клапана бывают расположены или каждый в отдельной клапанной коробке (черт. 14), или рядом в общей коробке (черт. 15). Из этого же чертежа видно, что цилиндры иногда отливаются в общей отливне — блоками.

У самых быстроходных двигателей клапана иногда помещаются в самой головке цилиндра без отдельных клапанных коробок (черт. 16).

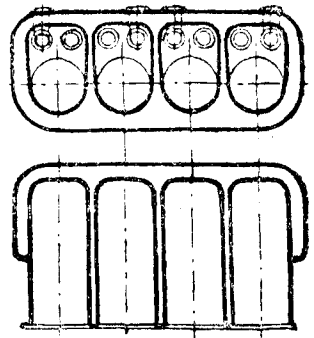
У горизонтальных двигателей оси клапанных стержней расположены либо вертикально, либо горизонтально; первое расположение чаще встречается у больших двигателей, второе — у малых.

У больших газовых двигателей двойного действия цилиндр имеет днище, в котором устраивается сальник для пропуска поршневого штока.

**Поршень.** Поршень двигателей внутреннего сгорания обычно отли-



Черт. 14. Цилиндр с противоположными клапанными коробками.



Черт. 15. Цилиндровый блок.

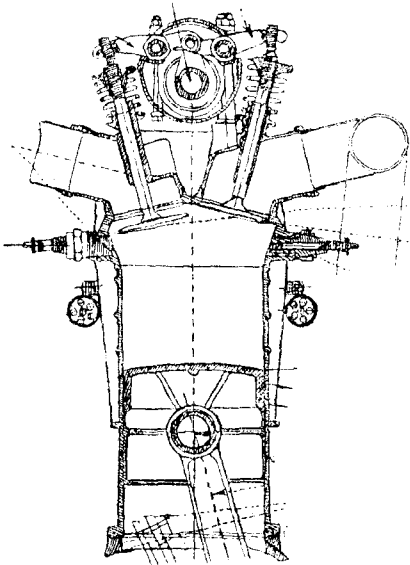
вается из чугуна и у двигателей простого действия имеет форму опрокинутого стакана (черт. 17). Поперек поршня через боковые отверстия вставляется цилиндрический штырь 3, называемый поршневым пальцем, служащий для соединения поршня с шатуном 5.

Поршневой палец лежит во внутренних приливах поршня, в которых застопоривается болтиками 7, он откован из стали, обточен, отшлифован и закален во избежание его истирания.

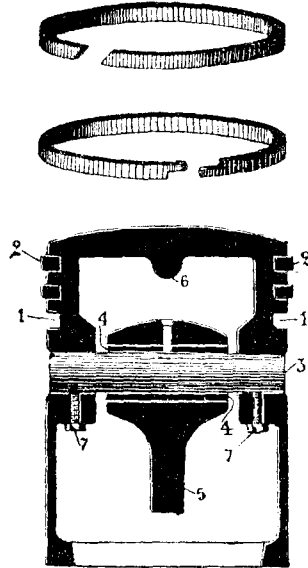
Поршень уплотняется чугунными разрезными поршневыми кольцами 2, вставленными в выточки 1 поршня, поршневых колец бывает от 3 до 6 штук. Вид поршневых колец представлен отдельно вверху чертежа.

Поршни двигателя внутреннего сгорания делаются всегда значительной длины, так как при наклонном положении шатуна на них действует боковое

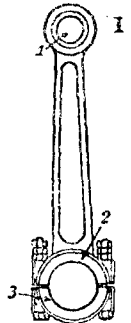
давление; необходимо чтобы это давление распределялось на большую площадь, иначе стенки поршня и цилиндра будут истираться.



Черт. 16. Цилиндр с клапанами в головке.



Черт. 17. Поршень.

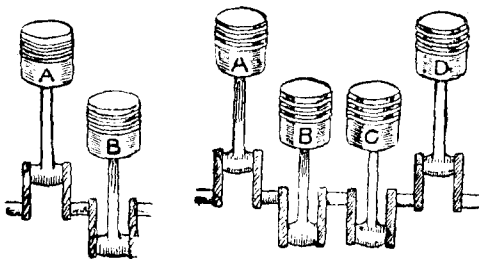


Черт. 18. Шатуны.

**Шатуны.** Шатуны отковываются из стали и делаются у обыкновенных двигателей круглого сечения, а у маленьких быстроходных—двухаврового или кольцевого.

Шатун состоит из тела шатуна, верхней и нижней головки и представлен на черт. 18.

У двигателей простого действия верхняя головка представляет собой глухой подшипник со вставленной внутрь бронзовой втулкой, охватывающей поршневой палец; нижняя головка представляет собой разъемный подшипник на болтах, называемый мотылевым подшипником. Он снабжен двумя полуцилиндрическими вкладышами 2, чугунными или бронзовыми, залитыми для уменьшения трения антифрикционным металлом (бабитом).



Черт. 19. Коленчатый вал 2-х цилиндрического двигателя.

Черт. 20. Коленчатый вал 4-х цилиндрического двигателя.

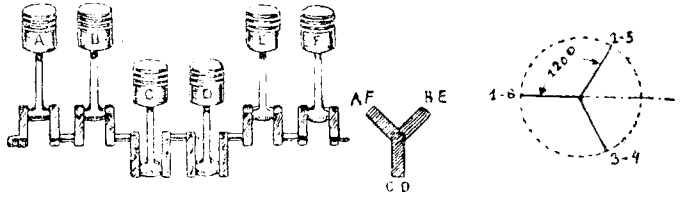
**Валы.** Валы отковываются из стали средней твердости, а у быстроходных двигателей из специальных сортов, хромоникелевой стали и других—высокого сопротивления.

Вал двигателя с несколькими цилиндрами обычно называется коленчатым. У 2-х и 4-х цилиндрических

двигателей колена располагаются в одной плоскости под углом в  $180^\circ$  (черт. 19 и 20), при чем у 4-х цилиндрических двигателей крайние мотыли смотрят в одну сторону, а средние в другую. Такое расположение делается для уравнивания сил инерции движущихся поршней и шатунов и для того, чтобы вспышки в цилиндрах происходили через одинаковые промежутки времени.

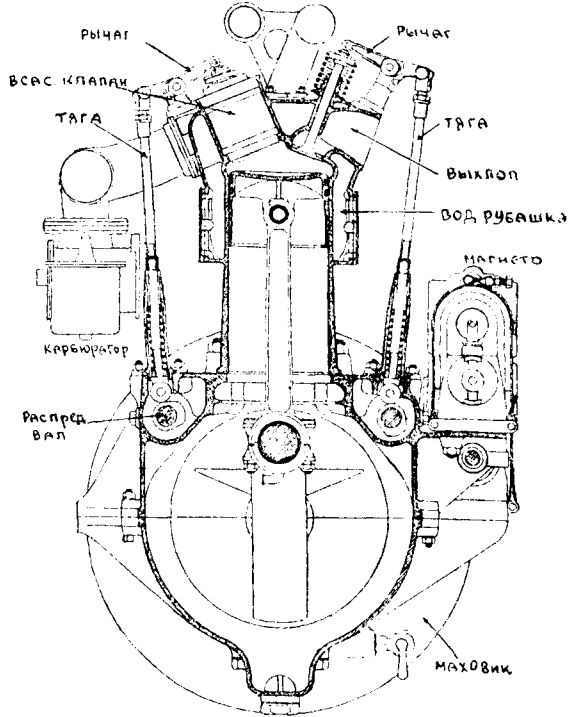
У 3-х и 6-ти цилиндрических двигателей мотыли располагаются под равными углами, т.-е. под  $120^\circ$  (черт. 21), при чем у 6-ти цилиндрических двигателей в одной плоскости расположены попарно мотыли: 1-й и 6-й, 2-й и 5-й, 3-й и 4-й.

У быстроходных двигателей коленчатые валы и мотылевые шейки высверливаются для легкости, а также для прохода принудительной смазки к мотылевым подшипникам. Длинная часть вала, выходящая из двигателя, у тяжелых двигателей поддерживается особым подшипником, служащим для поддержания веса маховика и шкива.



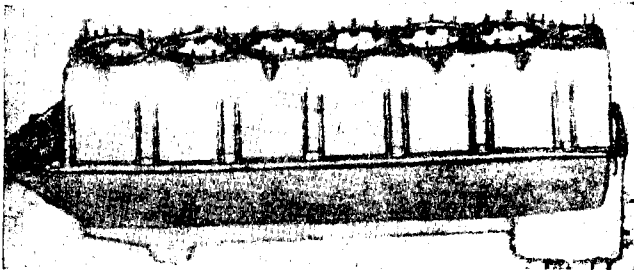
Черт. 21. Коленчатый вал 6-ти цилиндрического двигателя.

Корпус двигателя. У вертикального двигателя корпус состоит из станины и рамы. Станина представляет либо отдельные колонны, поддерживающие цилиндры и опирающиеся на горизонтальную раму, либо — у быстроходных двигателей общую коробчатую глухую коробку, называемую картером. Картер состоит из частей — верхней и нижней, имеющих площадь разъема по оси вала и скрепляемых фланцами на болтах (черт. 23). Фундаментная рама вертикального двигателя представляет собою две продольных балки с несколькими поперечными в общей отливке с дном полукруглого сечения (черт. 24).



Черт. 22. Поперечный разрез автомобильного двигателя.

Поперечный разрез картера легкого двигателя виден на черт. 22. В поперечных балочках расположены подшипники, поддерживающие коленчатый вал, называемые рамовыми или коренными подшипниками (черт. 24). Между поперечными балками получаются проемы, в которых вращаются колена вала. Иногда нижняя часть рамы служит вместилищем для масла. Рамы



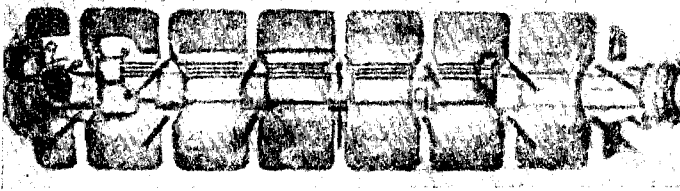
Черт. 23. Картер легкого двигателя.

горизонтальных двигателей при небольших размерах отливаются заодно с цилиндром.

Картер, колонны и рамы обычно отливаются из чугуна, у автомобильных и авиационных двигателей — из алюминия — для легкости, у двигателей Дизеля рама для крепости иногда отливается из стали.

Клапана и клапанный привод. Клапана двигателей внутреннего сгорания всегда делаются заодно со всеми штоками (стержнями) и приводятся

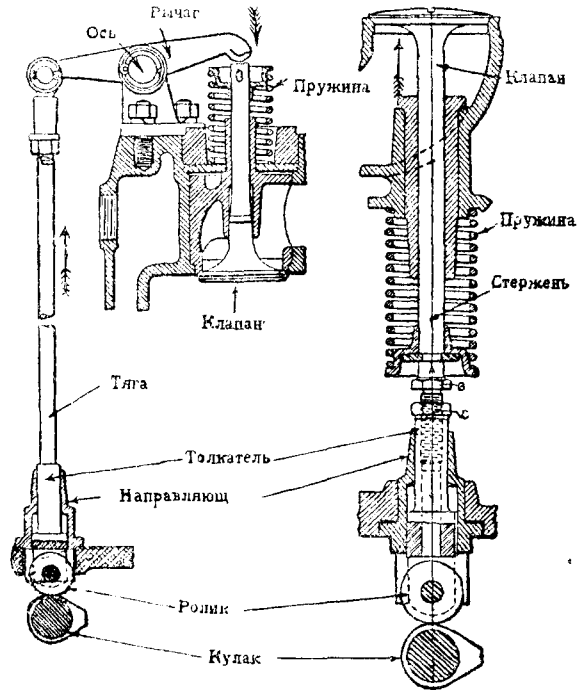
в действие клапанным приводом, устройство которого бывает различно в зависимости от системы двигателя. Необходимую часть клапанного привода составляет распределительный или кулачковый вал, от которого действие передается клапанам посредством прямого или рычажного клапанного привода. Та и другая система для вертикального двигателя показана на черт. 25. Справа показана прямая передача, когда при вращении распределительного вала — внизу — его



Черт. 24. Нижняя часть картера легкого двигателя.

кулак набегает на ролик толкателя, толкатель поднимается и поднимает клапанную шток (стержень), открывая клапан. Обратное закрытие клапана совершается, как только кулак соскочит с роликатолкателя, упругостью клапанной пружины, упирающейся верхней частью в заплечик на направляющей клапанного штока, а нижней в тарелку, закрепленную на штоке. Действие рычажного клапанного привода, изображенного справа, понятно из чертежа. У горизонтальных двигателей клапанной привод устраивается рычажный от горизонтального распределительного вала, параллельного оси цилиндра, при этом всасывающий клапан располагается сверху цилиндра, а выпускной — снизу.

Число распределительных валов у вертикальных двигателей зависит от расположения клапанных коробок: при расположении клапанов по обе стороны цилиндра их два, при расположении обоих клапанов рядом, в одной коробке — один. Клапана обычно отковываются из стали заодно со своими штоками, только у двигателей Дизеля выпускные клапана иногда отливаются чугунами. Клапана автомобильных и авиационных двигателей отковываются из никелевой и вольфрамовой стали, обладающей большим сопротивлением изнашиванию и не теряющей крепости при высоких температурах. От клапанных пружин требуется высокий предел упругости, таковым обладает кремнисто-марганцевая сталь. Распределительные валы отковываются из стали, кулаки цементируются, закаливаются и шлифуются. Необходимым условием гарантии закрытия клапанов служит допускаемая в соединениях клапанного привода — между толкателем и клапанным штоком, или между концом клапанного рычага и клапанным штоком — небольшая слабина (игра), размером не больше толщины листа писчей бумаги.



Черт. 25. Прямой и рычажный клапанные привода.

ГЛАВА ВТОРАЯ.

Горение топлива и приготовление рабочей смеси у двигателей внутреннего сгорания.

Для двигателей внутреннего сгорания применяется или жидкое топливо (нефть, керосин, бензин, спирт), или газ. Твердое топливо непосредственно не применяется, но может перерабатываться в газ, работающий в двигателе.

1. Процесс горения.

Горением называется быстрое соединение горючих элементов топлива с кислородом, сопровождаемое изменением состава тела и выделением тепла и света. Горючими элементами в каждом топливе являются углерод и водород.

Углерод—С;

Водород—Н.

Содержание С и Н в различных сортах топлива:

	С	Н		С	Н
Дрова . . . . .	36%	5%	Нефть . . . . .	86%	12%
Торф . . . . .	38%	5%	Бензин . . . . .	84%	16%
Каменный уголь . . . . .	65—85%	4%	Керосин . . . . .	86%	13%
Антрацит . . . . .	95%	1%	Спирт . . . . .	52%	13%

Полное горение

$C + 2O = CO_2$  Углекислый газ, не горит.  
1 кг С дает при полном сгорании 8140 калорий.

Горение углерода

Неполное горение

$C + O = CO$  Окись углерода, горит ( $CO + O = CO_2$ ).  
1 кг углерода при неполном горении дает только 2473 калорий.

Горение водорода.

$2H + O = H_2O$  (водяной пар).

1 кг газообразного водорода, сгорая, дает 34200 калорий; при горении же водорода, входящего в состав топлива, принимают, что он дает 29000 калорий.

Химические элементы, участвующие в горении.

До горения.

C, H — топливо.

O, N — воздух.

N — азот.

O — кислород.

После горения.

Газообразные продукты горения:

$CO_2$  ( $CO$ ),  $H_2O$ , N

Твердые продукты горения: зола, сажа или нагар (С).

Состав воздуха по весу: N — 77%, O — 23%.

2. Теплотворная способность.

Теплотворною способностью или теплопроизводительностью называется количество тепла в калориях, выделяемое одним килограммом горючего при его полном сгорании.

Различают теоретическую теплотворную способность и действительную (рабочую). Теоретическая определяется либо лабораторным путем, сжиганием горючего в особых физических приборах—калориметрах, либо вычислением, зная химический состав горючего, по формулам:

1)  $Q = 8100 C + 29000 \left( H - \frac{O}{8} \right) - 600 W$  — для твердого топлива, где

C — содержание углерода в %

H — " водорода "

O — " кислорода "

W — " влажности (воды).

Химический состав воды, весовых частей:

$$\begin{aligned} & \text{H}_2\text{O} \\ & 2 : 1 + 16 \\ & 2 \cdot 16 = 1 : 8 \end{aligned}$$

на 8 частей кислорода — 1 часть водорода (H);

на 1 часть O —  $\frac{1}{8}$  (H)

Для жидкого топлива применяется формула:

$$Q = 8100 C + 2460 H - 2600 (O - S) - 600 W,$$

где буквенные обозначения те же; буквой S обозначено содержание серы.

Пример: Анализ нефти.

$$\begin{aligned} C & - 86\% \\ H & - 12\% \\ O & - 1,5\% \\ \text{вода} & - 0,5\% \\ & 100\% \end{aligned}$$

Ее теплотворная способность будет:

$$Q = 8100 C + 24600 H - 2600 (O - S) - 600 W,$$

$$Q = 8100 \cdot 0,86 + 24600 \cdot 0,12 - 2600 \cdot 0,015 - 600 \cdot 0,005 = 9876 \text{ калор.}$$

1) 0,86	2) 0,12	3) 2600	4) 600	5) 2952	6) 39	7) 9918
$\times 8100$	$\times 24600$	$\times 0,015$	$\times 0,005$	$+ 6966$	$+ 3$	$- 42$
6966	2952	39	3	9918	42	9876

Действительная или рабочая теплотворная способность будет всегда меньше теоретической, вследствие несовершенства сгорания горючего в топке или в цилиндре двигателя.

Практическая теплопроизводительность.

Дрова . . . . .	2300 калор.	Нефть . . . . .	10000 калор.
Торф . . . . .	3000 "	Мазут . . . . .	10000 "
Каменный уголь	5600 "	Бензин . . . . .	10500 "
Антрацит . . . .	7650 "	Керосин . . . . .	10000 "
		Спирт . . . . .	5700 "

### 3. Количество воздуха, необходимого для полного сгорания топлива.

Может быть определено по химическому составу: пользуясь законом кратности химических соединений, гласящим, что весовые количества элементов, участвующих в химических соединениях пропорциональны атомным весам элементов, вная атомные веса:

$$\begin{array}{ccc} \text{углерод} & \text{кислород} & \text{водород} \\ C = 12; & O = 16; & H = 1. \end{array}$$

Следовательно, в  $\text{CO}_2$ : 12 весовых частей C соединены с 32-мя весовыми частями O; в  $\text{H}_2\text{O}$ : 2 весовых части H соединены с 16 вес. частями O

$$\begin{aligned} & \text{на 12 частей C} - 32 \text{ части O;} & \text{На 2 части H} - 16 \text{ частей O} \\ & \text{на 1 " " " } - \frac{32}{12} = \frac{8}{3} \text{ O;} & \text{" 1 " " H} - \frac{16}{2} = 8 \text{ частей.} \end{aligned}$$

Для полного сгорания 1 кг C надо  $\frac{8}{3}$  кг O.

$$\text{Количество воздуха по весу} - X; X : O = 100 : 23; X = \frac{100 \cdot O}{23}; X = 100 \cdot \frac{8}{3};$$

$$X = 11,4 \text{ прием: } 11,5 \text{ кг воздуха.}$$

Точно также для сгорания 1 кг H необходимо 8 кг O или  $\frac{100 \cdot 8}{23} = 34,7$  кг воздуха.



Различают теоретическое количество воздуха, необходимое для полного горения и практическое, последнее больше, так как часть кислорода не соединяется с горючим, а уносится с продуктами горения. Для двигателей внутреннего сгорания практический избыток воздуха от теоретического составляет от 50% до 80%.

Теоретическое количество воздуха для горючего, заключающего в себе С, Н и О, определяется по формуле:

$$L = \left[ 2,67 C + 8 \left( H - \frac{O}{8} \right) \right] \frac{100}{23} \text{ кг,}$$

где С, Н и О — процентные содержания этих элементов в топливе.

Количество воздуха, потребное для горения 1 кг горючего в килограммах, выражается следующей таблицей:

	Теорет.			Практич.	
	Теорет.	Практич.		Теорет.	Практич.
Дрова . . . . .	4,7	8	Нефть . . . . .	14,3	25
Торф . . . . .	4,8	9	Бензин . . . . .	15,3	23
Камен. уголь . . . . .	10,8	15	Керосин . . . . .	14,6	22
Антрацит . . . . .	11,1	16	Спирт . . . . .	9	13,5

#### 4. Газообразное топливо.

Газовые двигатели могут работать на: 1) светильном газе, 2) доменном, 3) коксовальных печей, 4) генераторном.

Светильный газ ( $CH_4 + H_2$ ) получается на городских газовых заводах, служащих для освещения, доменный газ получается на доменных заводах, генераторный газ получается в особых газавиках — генераторах — составляющих такую же часть при газогенераторном двигателе, как паровой котел при паровой машине.

Различают обыкновенный генераторный газ, содержащий в себе только окись углерода и водяной или Довсоновский газ, содержащий кроме СО еще водород, выгодный тем, что он повышает теплотворную способность газа.

Теплотворная способность 1 куб. м светильного газа 5000 калорий, газогенераторного — 1300 и доменного — 900.

#### 5. Физические свойства сортов жидкого топлива.

Служат для характеристики и входят в условия приема топлива: а) удельный вес, определяется ареометром; б) температура вспышки, при которой вспыхивают пары жидкого топлива при приближении пламени; важна для определения огнеопасности жидкого горючего; в) температура воспламенения, при которой воспламеняется жидкое топливо, если его поджечь выше температуры вспышки; г) содержание смолистых примесей, воды и золы.

**Нефть.** Нефть представляет смесь различных тяжелых и легких углеводородов общего состава  $C_nH_{2n}$ , обладающих высокой теплотворной способностью, кроме того, она содержит немного кислорода, иногда серы и золы.

Средний состав нефти: С = 85 — 87%, Н = 15 — 13%, О и других примесей 0,5 — 5%, удельный вес 0,88.

Температура вспышки свежее добытой нефти от 32 до 50; смолистость до 10%.

Значение нефти:

1) Сама служит топливом и 2) дает нефтяные горючие и смазочные продукты.

Сырая нефть имеет низкую температуру вспышки, но если дать нефти устояться, легкие углеводороды выделятся и температура вспышки повышается, нефть становится менее огнеопасной. По правилам для речных судов температура должна быть не меньше 60° С (48° R). По правилам военного флота не меньше 125° С. Условия приема сырой нефти для двигателей Дизеля военного флота: удельный вес 0,885, температура вспышки не меньше 125° С.

Сырая нефть должна содержать не больше 2% воды и грязи, а также не больше 2% негоряемых примесей (песку земли).

Приблизительно, перегонка нашей Бакинской нефти выражается следующими цифрами:

Первая перегонка нефти.

Название.	Количество в %	Температура перегонки	Удельный вес.	Температура вспышки
Бензин . . . . .	4—7	до 150° С	0,65 — 0,75	— 5° С
Газолин . . . . .			0,75 — 0,79	0°
Керосин . . . . .	33	150° — 300°	0,79 — 0,86	28°
Остаток—мазут . . . . .	60—63%	—	0,92	100°

Вторая перегонка (мазута).

Название масла.	Количество в %	Температура перегонки.	Удельный вес.	Температура вспышки.
Соляровое . . . . .	39%	Выше 300°	0,85—0,89	—
Веретенное . . . . .	4			
Машинное . . . . .	15			
Цилиндровое . . . . .	1—2			
Остаток—гудроп (нефтяная смола) . . . . .	59—62%	—	—	—

**Бензин.** Бензин разделяется на легкий и тяжелый. Для двигателей применяются, главным образом, легкие сорта удельного веса 0,70—0,72. В продаже бывает смесь легких и тяжелых сортов, последние загрязняют цилиндры и свечи нагаром.

Удельный вес определяется при 15° С, выше прибавляют 0,001 на 1° С, ниже вычитают.

Примеры: как берется поправка на т—ру:

удельный вес бензина 0,710 при 20°	удельный вес 0,725 при 5°
1°—0,001	1°—0,001
5°—0,005	10°—0,010
+ 0,005	—0,010

Чем ниже температура бензина, тем тяжелее жидкость и больше удельный вес.

0,715 при 15°,      0,715 при 15°

Испаряемостью бензина называют способность его давать с воздухом взрывчатую смесь.

**Условия приема бензина.** Бензин должен быть бесцветен, прозрачен, очищен, что узнается, прибавляя к 2 частям бензина 1 часть крепкой серной кислоты и взбалтывая в продолжении 3-х минут. После отстаивания бензина он не должен быть окрашен в темно-бурый цвет. Бензин не должен содержать минеральных кислот и воды, для последней пробы бензин берется со дна бочки.

**Керосин.** Керосин обыкновенный ламповый представляет синеватую жидкость, удельный вес—0,83, температура вспышки—45—50° С. Испаряется хуже бензина. Пары керосина в 5 раз тяжелее воздуха. Преимущество: дешевизна, безопасность в пожарном отношении.

Качество керосина зависит от степени очистки, способности сгорать без копоти и запаха. Хороший керосин должен быть прозрачен или слегка желтоватого цвета.

Условия приема керосина вкратце: удельный вес—0,81, температура вспышки не ниже 20° С; керосин должен быть прозрачен, хорошо очищен, не должен содержать минеральных кислот, золы более 0,07%.

### 6. Рабочая смесь.

Всякое горючее, применяемое для двигателей внутреннего сгорания, необходимо приготовить в виде рабочей смеси.

Рабочей смесью называется смесь газообразного или испаренного жидкого горючего с воздухом в пропорции, необходимой для ее полного сгорания. При надлежащей пропорции смесь называется нормальной, при недостатке в ней горючего бедной, а при избытке богатой.

Нормальная пропорция смеси зависит от количества воздуха, практически достаточного для полного сгорания горючего. Только нормальная смесь надлежаще приготовленная, т.е. в которой достигнуто тесное и равномерное перемешивание частиц газа или паров жидкого горючего с частицами воздуха, дает надлежащее горение и работу двигателя. При бедной смеси смесь слишком медленно горит, в цилиндре получается недостаточная работа двигателя и выстрелы в карбюраторе. При богатой смеси происходит неполное горение, ибо воздуха недостаточно, и появляется черный дым из трубы отработанных газов.

### 7. Способы приготовления рабочей смеси.

Рабочая смесь у двигателей, работающих на легком жидком топливе, готовится в карбюраторах; от карбюратора смесь по всасывающему трубопроводу поступает к всасывающим клапанам двигателя.

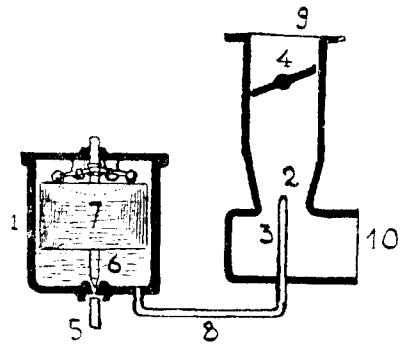
У двигателей, работающих на тяжелом жидком горючем, смесь получается внутри цилиндра в момент взбрызгивания туда через форсунку топлива. Наконец, у газовых и газогенераторных двигателей смесь получается в смешительной камере, расположенной перед всасывающим клапаном двигателя при смешении поступающих туда по отдельным трубам газа и воздуха.

### 8. Карбюрация и карбюраторы.

Карбюрация буквально значит „науглераживание“, под этим словом подразумевается как испарение легкого жидкого горючего, так и смешение его паров вместе со всасываемым двигателем воздухом в пропорции, необходимой для получения нормальной смеси; та и другая операции совершаются в карбюраторе.

В современных двигателях применяют исключительно пульверизационные карбюраторы, в которых испарение жидкого горючего происходит путем пульверизации, при истечении его через очень узкое отверстие в разреженное пространство.

На черт. 26 показана схема самого простого устройства пульверизационного карбюратора: бензин по трубке 5 поступает снизу в поплавковую камеру 1, назначение которой заключается в поддержке постоянного уровня бензина в карбюраторе. С этой целью она имеет легкий цилиндрический поплавок 7 из тонкой латуни, сквозь центральное отверстие которого проходит игольчатый клапан 6, запирающий или открывающий бензино-приводную трубку. На игольчатом клапане выше поплавка сделана кольцевая заточка, в которую входят



Черт. 26. Схема обыкновенного карбюратора.

Минин

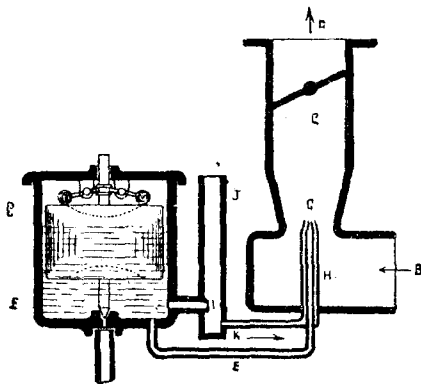
концами рычажки, другие тяжелые концы которых лежат на поплавке. Таким образом, когда бензина много, поплавок всплывает, а рычажки опускают игельчатый клапан и затворяют бензин. Наоборот, когда бензина в поплавковой камере мало, поплавок опускается, с ним внешние концы рычажков с грузиками, а внутренние концы рычажков поднимают игельчатый клапан. Из поплавковой камеры бензин по каналу 8 поступает в пульверизатор 3, называемый жиклером и представляющий вертикальную трубочку с коническим наконечником и узеньким отверстием диаметром не больше иголки.

Конец жиклера помещен в смесительной камере 3, сквозь которую из патрубка 10 всасывается двигателем наружный воздух. Благодаря суженности в этом месте смесительной камеры получается значительное разрежение и пульверизация из жиклера бензина, смешивающегося с воздухом и образующего взрывчатую смесь. Соответственным подбором поперечных сечений жиклера и смесительной камеры получается надлежащая пропорция смеси.

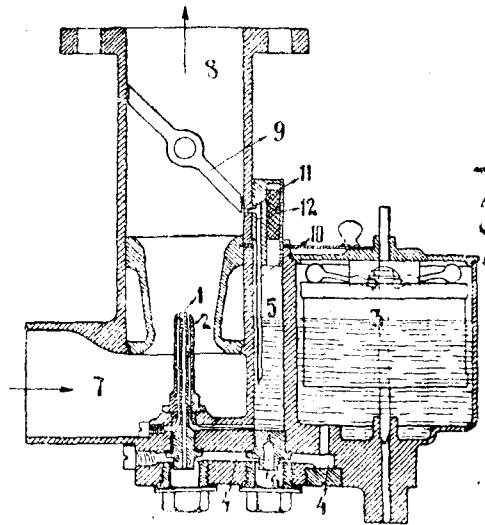
Поворотная заслонка—дрессельный клапан 4 служит для регулировки количества смеси, всасываемого двигателем.

Такой простой карбюратор имеет тот недостаток, что правильная установленная для определенного числа оборотов двигателя пропорция смеси изменяется при изменении числа оборотов и при увеличении его смесь становится богаче, а при уменьшении -- беднее. Поэтому теперь большей частью применяют карбюраторы с автоматической регулировкой: на бензин и на воздух. При первой постоянство пропорции смеси при различных оборотах достигается применением двух жиклеров -- широко применяемый, один из лучших карбюраторов „Зенит“, вторая достигается впуском добавочного воздуха при увеличившейся скорости.

Схема карбюратора „Зенит“ показана на черт. 27, он имеет два жиклера: главный С и вспомогательный Н, его окружающий. К последнему бензин по трубочке К поступает из особой компенсационной камеры получающей бензин



Черт. 27. Схема карбюратора „Зенит“.

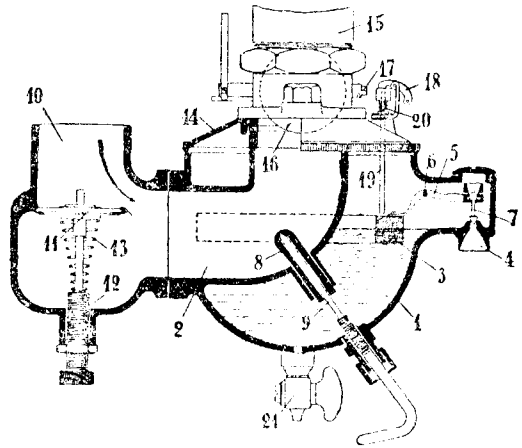


Черт. 28. Карбюратор „Зенит“.

из поплавковой камеры через узкое калиброванное отверстие. При малом числе оборотов бензин в поплавковой и компенсационной камерах стоит на одинаковой высоте, при возрастающем же числе оборотов главный (внутренний) жиклер начинает подавать бензина для образования смеси больше чем надо, вследствие того, что бензин обладает большей инерцией, чем воздух, вспомогательный же жиклер в такой же степени подает бензина меньше, чем надо для нормальной смеси, вследствие того, что бензин поступает к нему через узкое отверстие, уровень бензина в компенсационной камере падает и во вспомогательный жиклер начинает поступать бензин вместе с пузырьками воздуха. В сумме же оба

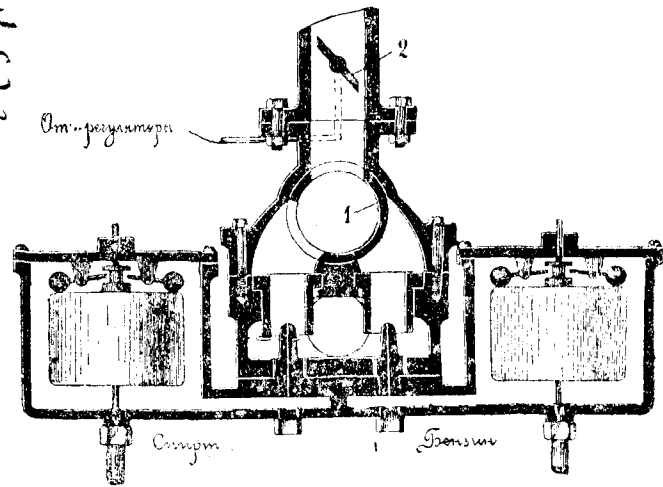
жиклера дают постоянное содержание бензина в смеси независимо от числа оборотов.

Разрез карбюратора „Зенит“ представлен на черт. 28: 1—главный жиклер, 2—вспомогательный, 3—поплавковая камера, 5—компенсационная камера, 12—сетчатая крышка, через которую в нее может всасываться воздух, 6—калиброванное узкое отверстие, через которое бензин поступает в поплавковую камеру, 7—вход воздуха, 8—выход смеси, 11—так называемый пусковой жиклер, через который происходит пульверизация смеси из компенсационной камеры при закрытом при пуске двигателя в ход дроссельном клапане в узкую щель между ним и корпусом карбюратора; в этой щели создается сильное разрежение, достаточное для всасывания небольшого количества бензина и воздуха, которого хватает для пуска двигателя в ход; понятно, что при открытом дроссельном клапане оно исчезает и пульверизация происходит через главный и вспомогательный жиклер.



Черт. 28. Карбюратор Шеблера с добавочным впуском воздуха.

На черт. 29 показан разрез карбюратора с автоматическим впуском добавочного воздуха. Из поплавковой камеры 1 бензин поступает в жиклер 8, воздух всасывается через патрубок 10, смесь уходит через патрубок 15, соединенный с непоказанным на чертеже дроссельным клапаном. При увеличившемся числе оборотов смесь начинает становиться богаче, но тогда вследствие увеличивающегося вместе с числом оборотов разрежения под давлением внешнего воздуха открывается внутрь клапан 11, преодолевая упругость легкой пружины 13 и впуская в смесительную камеру добавочный воздух, понижающий содержание бензина в смеси до нормальной величины.



Системы карбюраторов многочисленны, особенно в автомобильном деле, но все они заключают существенные черты устройства рассмотренных двух карбюраторов.

Бензиновые карбюраторы при езде в зимнее время или при полете на большие высоты у авиационных двигателей снабжаются подогреванием смеси, которое совершается или горячей водой из водяных рубашек, или отработанными газами из выходной трубы.

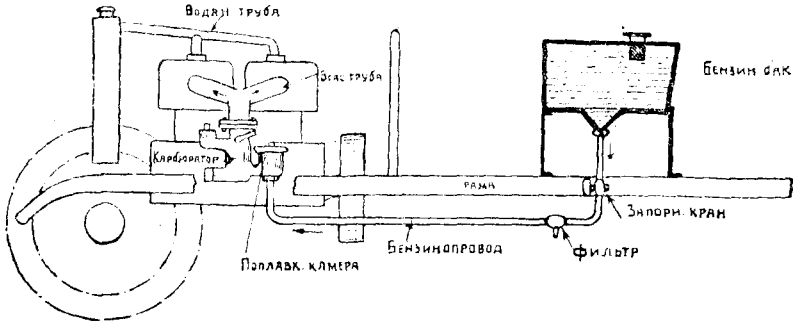
Керосин и спирт для испарения и пульверизации обязательно требуют подогревания карбюраторов. Иногда при работе на спирте или керосине применяют двойной карбюратор, изображенный в разрезе на черт. 30 и состоящий из левого спиртового карбюратора и правого бензинового.

8726 19 / 61

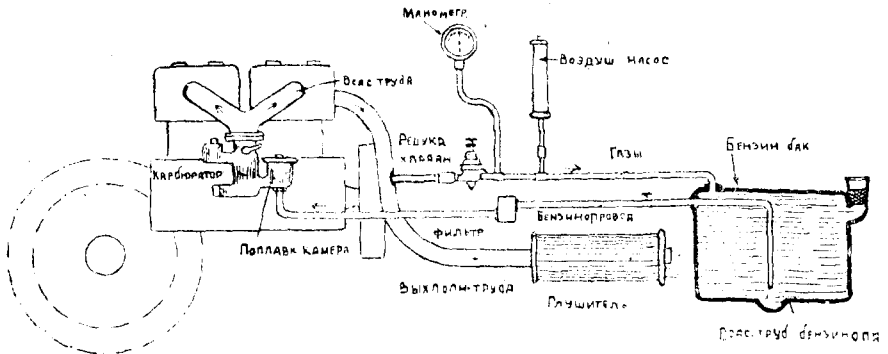
Пуск двигателя в ход производится на бензине посредством правого карбюратора, сообщая с ним канал крана 1, открывающего доступ смеси к дроссельному клапану 2; когда двигатель запустился и погрелся, поворачивают кран в положение, указанное на чертеже, выключая бензиновый карбюратор и вводя в действие спиртовой.

### 9. Подача топлива к карбюраторам.

Применяются две главные системы: самотеком и под давлением, та или другая применяются в зависимости от положения бензинового бака относительно



Черт. 31. Подача бензина к карбюратору самотеком.

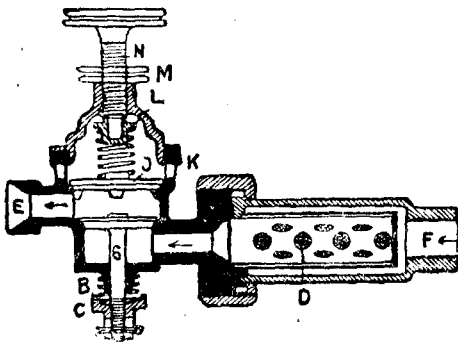


Черт. 32. Подача бензина к карбюратору под давлением.

двигателя. На черт. 31 показана схема подачи к автомобильным двигателям бензина самотеком, а на черт. 32 под давлением. В последнем случае бензиновый бак делается герметически закрытым и на поверхности бензина в нем оказывается давление отработанными газами по трубке от выхлопной трубы через редукционный клапан, уменьшающий их давление до определенной величины.

Когда давление газов недостаточно или при пуске двигателя в ход—подкачивают в бак воздух ручным воздушным насосом, давление узнается посредством манометра, установленного на нагнетательной трубке..

Разрез редукционного клапана показан на черт. 33, отработанные газы поступают в него справа, проходя через сетку D, препятствующую проскакиванию пламени или искр в бензиновый бак, могущих вызвать пожар, далее проходит через редукционный клапан K, открывающийся лишь на узкую щель,



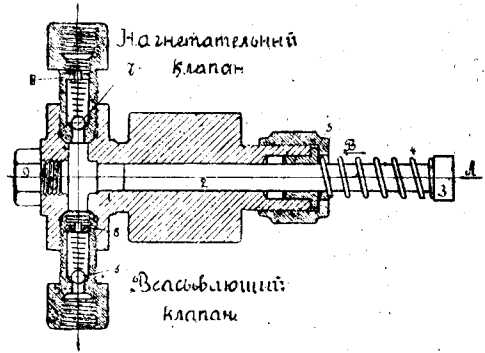
Черт. 33. Редукционный клапан.

пламени или искр в бензиновый бак, могущих вызвать пожар, далее проходит через редукционный клапан K, открывающийся лишь на узкую щель,

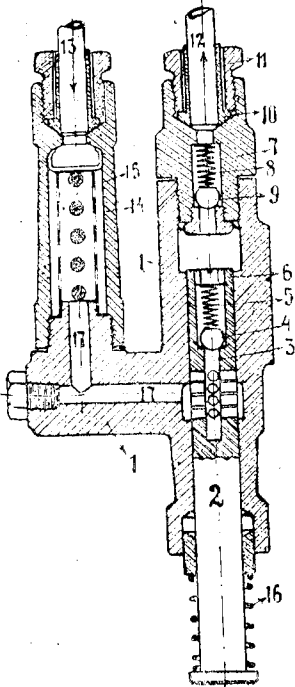
проходи сквозь которые, газы теряют часть давления. Увеличивая или уменьшая упругость клапанной пружины посредством гайки внизу, можно установить клапан на работу при определенном давлении. Газы уменьшенного давления уходят в бак, через правый патрубок. Над редакционным клапаном установлен еще предохранительный клапан *1*, не позволяющий давлению в баке подняться выше установленной величины.

### 10. Подача и распыление тяжелого жидкого топлива.

Производится посредством топливных насосов и форсунок. Одна из систем топливных насосов для двигателей с запальным шаром показана на черт. 34. Насос имеет два шариковых клапана: всасывающий *6* и нагнетательный *7*, нагруженные легкими пружинами. Нагнетательный ход скалки *2* производится при нажатии кулачка распределительного вала или ударником качающегося рычага головки *A* скалки насоса, идущей при этом влево. Обратный — всасывающий ход скалки совершается упругостью спиральной пружины *B*, заложенной между корпусом насоса и заплечиком головки скалки, *5* сальник скалки, *9* вывертная пробка для осмотра и очистки насосного пространства.

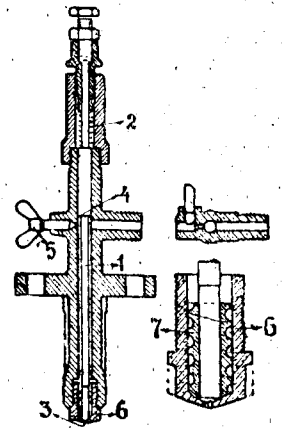


Черт. 34. Топливный насос.



Черт. 35. Топливный насос двигателя „Аванс“.

На черт. 35 показана более сложная конструкция нефтяного насоса двигателя „Аванс“, действующего так же, как предыдущий, но отличающегося следующим: 1) имеет на приемном патрубке (слева) цилиндрический фильтр с отверстиями для нефти; 2) приемный шариковый клапан *4* помещен в самой скалке *2* в ее выточке; 3) нефть к нему поступает из левого бокового канала через несколько узеньких каналов, высверленных в скалке. Здесь же представлено так называемое „нипельное“ соединение приемной и отливной нефтяных трубочек *12* и *13* с насосом: трубка оканчивается напайной на нее втулочкой с уширенной, обточенной, на конце тарелкой, которая ложится в соответствующую выточку с коническим дном, поверх кладется кожаная набивочная шайба и все зажимается зажимной втулкой, ввертываемой на резьбе в корпус насоса и снабженной сверху шестигранной гайечной головкой.



Черт. 36—38. Форсунка нефтяного двигателя.

На черт. 38—38 показана форсунка с игольчатым клапаном: она состоит из медного корпуса, вставляемого в отверстие в запальном шаре и крепящегося к нему фланцем; внутри во всю длину помещен стержень *1* с концом, обточенным на конус, называемый игольчатым клапаном. Последний имеет среднюю часть *4* большего диаметра, на нее сверху нажимает пружина *2*, упругость кото-

рой регулируется ввертной втулкой. Нефть входит по каналу справа при нагнетающем ходе нефтяного насоса давление ее увеличивается и действует на заплечик 4 игольчатого клапана, приподнимает клапан, отчего нефть, распыленная при проходе по винтовым каналам 7 распылителя 6, вбрызгивается в запальный шар двигателя.

## ГЛАВА ТРЕТЬЯ.

### Зажигание, охлаждение и смазка двигателей внутреннего сгорания.

#### 1. Способы зажигания у двигателей внутреннего сгорания.

В двигателях внутреннего сгорания существуют следующие способы зажигания (воспламенения рабочей смеси):

1) теплотой сжатия, 2) запальным жаром, 3) посредством электрической искры — электрическое зажигание. Первый способ не требует никаких устройств и осуществляется у нефтяных двигателей Дизеля и им подобных, у которых всасываемый чистый воздух сжимается до давления 35 атмосфер, при этом воздух раскаляется до температуры 650°, при которой нефть, вбрызгиваемая в сжатый воздух, воспламеняется сама собой без особых зажигательных приспособлений.

Зажигание запальным шаром применяется у нефтяных двигателей, также всасывающих чистый воздух, но сжимающих его до меньшего давления — 12 атм. и температуры 350°, каковой недостаточно для самовоспламенения жидкого горючего, поэтому цилиндрические крышки устраиваются вместе с пустотелым запальным шаром.

Запальный шар во время работы находится в состоянии темно-бурого каления, внутрь запального шара вбрызгивается форсункой жидкое топливо и воспламеняется, встречая накаленные стенки шара.

Внутренность шара сообщается с камерой цилиндра. При пуске двигателя в ход шар разогревается особой лампой до вишневого каления.

Электрическое зажигание является самым сложным оно совершается электрической искрой, производимой в нужный момент (около начала рабочего хода) посредством приборов электрического зажигания. Электрическим зажиганием снабжаются все бензиновые, спиртовые, газогенераторные двигатели и легкие керосиновые. Зажигание теплотой сжатия применяется у всех типов двигателей Дизеля и им подобных. Зажигание запальным шаром имеют нефтяные двигатели, кроме дизелей, и тяжелые керосиновые двигатели.

#### 2. Способы и существенные части электрического зажигания.

Для всякого способа электрического зажигания необходимы следующие существенные части;

а) Источник электрического тока производящий электрическую искру. Таковым источником могут быть: 1) батарея сухих гальванических элементов, 2) батарея аккумуляторов или 3) магнитоэлектрическая машинка называемая магнето. Смотря по напряжению даваемого тока, магнето разделяются на магнето высокого напряжения и на магнето низкого напряжения.

б) Прерыватель (автоматический размыкатель) электрического тока. Электрическая искра появляется всегда в момент размыкания электрического тока, поэтому необходимо особое приспособление для размыкания тока в нужный момент.

в) Прибор, производящий электрическую искру в цилиндре — электрическая свеча или отрывной воспламенитель. Если источник тока — высокого напряжения или хотя и низкого, но ток затем превращается в ток высокого напряжения (посредством индукционной катушки), то искра может проскакать в момент прерывания тока между двумя неподвижными электродами, разделенными воздушным промежутком — подобный электрический зажигательный прибор представляет собой „свеча“. Если же ток низкого напряжения, то искра между



двумя неподвижными разделенными электродами проскочить не может, а потому один из электродов делают подвижным, соприкасающимся с другим неподвижным и отрывающимся от него в тот момент, когда в цилиндре должна появиться электрическая искра; подобный электрический зажигательный прибор называется „отрывным воспламенителем“.

Сообразно сказанному различают два основных способа электрического зажигания:

1) зажигание высокого напряжения или „на свечи“;

2) зажигание низкого напряжения или „на отрыв“.

У современных двигателей главным образом признается зажигание высокого напряжения или магнето.

г) Распределитель тока, распределяющий ток для зажигания по цилиндрам, чтобы в каждом цилиндре двигателя проскакивала искра в определенный момент, а в другие цилиндры в этот момент ток не шел. При зажигании высокого напряжения распределитель обычно включается во вторичную цепь (высокого напряжения) и распределяет ток по свечам.

Примечание. Одноцилиндровые двигатели в распределителе не нуждаются.

д) Ручной выключатель тока для быстрой остановки двигателя.

е) Проводка тока, состоящая из изолированных проводников, соединяющих различные приборы электрического зажигания.

Кроме перечисленных существенных частей при зажигании высокого напряжения от источника тока низкого напряжения применяется:

ж) Индукционная катушка, называемая также бобиной и служащая для преобразования тока низкого напряжения в ток высокого напряжения.

Примечание. Магнето высокого напряжения обычно устраиваются вместе с прерывателем и распределителем тока, а также выполняют роль индукционной катушки.

Таким образом все существующие устройства электрического зажигания могут быть сведены к следующим пяти случаям: Зажигание низкого напряжения: 1) от батареи аккумуляторов или сухих элементов, 2) от магнето низкого напряжения. Зажигание высокого напряжения: 3) от батареи аккумуляторов или элементов с индукционной катушкой, 4) от магнето низкого напряжения с индукционной катушкой, 5) от магнето высокого напряжения.

### 3. Электрические единицы. Электрический ток.

Непрерывное движение электричества по проводнику от источника тока называется электрическим током. Ток в проводнике обнаруживается приближением к проводнику магнитной стрелки, которая при этом отклоняется из своего нормального положения. При этом стрелка отклоняется в ту или другую сторону, смотря по тому, в какую сторону по проводнику течет ток. Если ток в проводнике направлен все время в одну сторону, он называется постоянным, если же меняет свое направление — переменным. Движение электричества по проводнику (медной или иной металлической проволоке или кабелю) может быть уподоблено движению воды по водопотоку: чем больше напор (разность уровней) или давление воды, тем энергичнее ее течение, точно так же, чем больше напряжение электричества движущегося по проводнику, тем сильнее его движение.

Напряжение тока иногда также называют электродвижущей силой. Единицей напряжения электричества считается вольт, а измерение напряжения производится специальным прибором вольтметром.

Точно так же существует единица для определения качества электричества, протекающего по проводнику в единицу времени; количество это называется силой тока, а единица для его измерения — ампером.

Наконец, ток испытывает известное сопротивление движению при своем прохождении по проводнику. Единицей электрического сопротивления служит

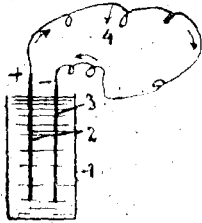
ом — это сопротивление прохождению тока ртутного столба 1,06 м длиной с сечением 1 кв. мм при 0°. Сопротивление проводника зависит от его материала, от длины и обратно пропорционально его сечению, т.-е. чем тоньше проволока, тем большее сопротивление она представляет. Между напряжением, силой и сопротивлением тока существует связь, выражаемая формулой Ома:

$$\text{Сила тока (в амперах)} = \frac{\text{электродвиж. сила (в вольтах)}}{\text{общее сопротивление (в омах)}}$$

$$J = \frac{E'}{R} \text{ или } E = JR.$$

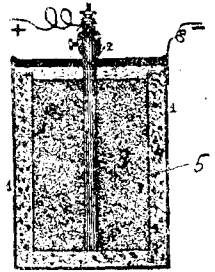
#### 4. Гальванические элементы: мокрые и сухие; батареи их.

Простейшим гальваническим элементом будет стеклянный сосуд с разбавленной серной кислотой, в которой погружено две пластинки (черт. 39): медная 2 и цинковая 3. Если их соединить проводником 4, то по нему пойдет ток, что можно обнаружить магнитной стрелкой. Действительное направление тока нам неизвестно, но принято считать его от неразъедаемой кислотой пластинки — медной к разъедаемой — цинковой. Первая называется положительным полюсом или



Черт. 39. Схема гальванического элемента.

анодом и обозначается знаком +; вторая отрицательным полюсом или катодом и обозначается знаком —. Из применяемых мокрых гальванических элементов; описание которых дается в курсах физики и электротехники, наиболее применяемым (у электрических звонков) является элемент Деллашье. Мокрые элементы неудобны для судовых или автомобильных двигателей, так как жидкость на качке из них выливается, поэтому применяются сухие элементы. Они (черт. 40) состоят обычно из угольного — 2 и цинкового — 5 электродов, вставленных в эбо-



Черт. 40. Разрез сухого элемента.

нитовую или картонную коробку, с массой из перекиси марганца и опилок, пропитанных раствором нашатыря, производящей то же химическое действие на электроды, что и жидкость мокрого элемента; сверху коробка заливается для непроницаемости смолой (зачернено на чертеже), из которой выставляются лишь концы электродов; благодаря опилкам в элементе поддерживается влажность. Сухие элементы имеют напряжение до 1,4 вольта.

Для электрического зажигания применяются несколько элементов, соединенных между собою проводниками — такое соединение называется батареей.

Для целей зажигания элементы соединяются последовательно, т.-е. отрицательный электрод первого элемента с положительным второго, отрицательный второго, с положительным третьего и т. д. оставшиеся свободными + одного крайнего элемента и — другого являются полюсами батареи. При таком соединении напряжение ток на полюсах батареи возрастает во столько раз, сколько элементов в батарее; если же элементы соединить параллельно, т.-е. одним проводником между собой все плюсы, а другим все минусы, то напряжение не изменится, а увеличится лишь сила тока (амперы) во столько раз, сколько в батарее элементов.

#### 5. Аккумуляторы.

Аккумулятором называется прибор подобный гальваническому элементу, но не производящий электричество, а сохраняющий в себе электричество, которым его заряжают, и расходующий его по мере нужды.

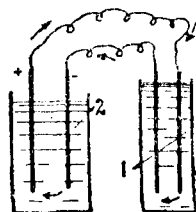
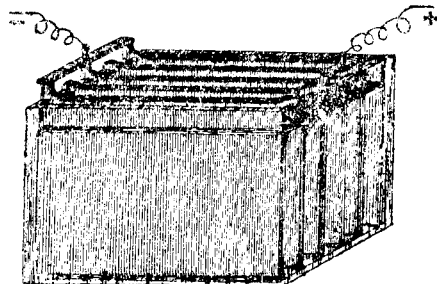
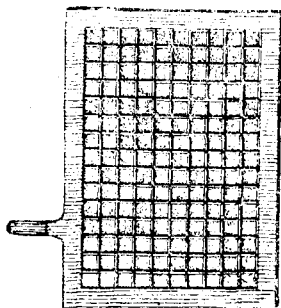
Накопление электричества аккумулятором называется его зарядкой; а расходование — разрядкой.

Аккумулятор обычно представляет стеклянный или эбонитовый сосуд, наполненный раствором серной кислоты, в которой погружены решетчатые свинцовые

пластинки, соединяемые последовательно между собой; клетки пластины заполняются перекисью свинца или другой массой специального состава. Такая пластина показана на черт. 41, а собранный аккумулятор на черт. 42.

Сущность зарядки аккумулятора показана на черт. 43 и состоит в следующем: от источника постоянного тока гальванической батареи, динамомашины, пропускают ток через аккумулятор, соединяя  $+$  источника тока с  $+$  аккумулятора (или аккумуляторной батареи), а  $-$  источника тока с  $-$  аккумулятора. После зарядки отнимают источник тока и соединяют проводником  $+$  и  $-$  аккумулятора, тогда ток потечет в обратном направлении, чем при зарядке, т. е. от  $+$  к  $-$  аккумулятора.

При зарядке на положительных пластинах аккумулятора отлагается перекись свинца, при разрядке же происходит обратная реакция: перекись свинца теряет часть своего кислорода и превращается в окись.



Черт. 41. Пластина аккумулятора.

Черт. 42. Аккумулятор в собранном виде.

Черт. 43. Схема зарядки аккумулятора.

Каждый только что заряженный аккумулятор имеет напряжение 2,2 вольта; ниже 1,9 вольта аккумуляторы разряжать не следует, так как это вредно отражается на пластинах.

На моторных лодках для зажигания двигателя обычно применяют батарею из двух аккумуляторов помещенных в общем ящике и соединенных последовательно, общее напряжение 4, + — 4 вольта.

Обычно заряжают аккумуляторы от сети постоянного тока даваемого динамомашинной. Зарядка длится несколько часов.

Емкость аккумулятора или батареи выражают в ампер-часах.

## 6. Электрическая цепь.

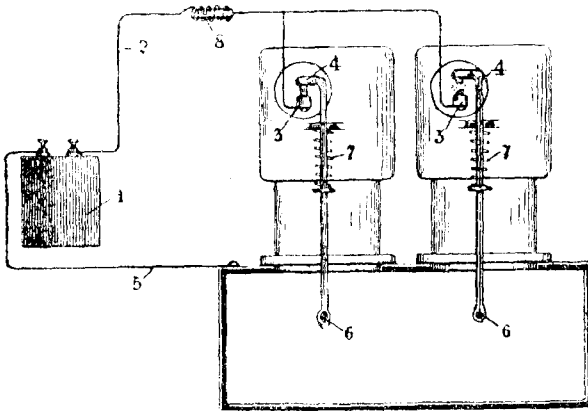
Если мы соединим проводником полюсы источника тока, последний течет по проводнику, называемому внешней цепью. Во внешнюю цепь могут быть включены различные приборы: выключатели, измерительные приборы, лампочки, свечи, сопротивления; в электрической проводке двигателей обычно обратный провод батареи или магнето заменяется массой двигателя. Внешняя цепь вместе с источником тока изображается на схемах проводки. При зажигании высокого напряжения существуют всегда две цепи: первичная или высокого напряжения и вторичная или высокого напряжения, которые могут быть между собой не соединены. При размыкании тока в первичной цепи, соединенной с источником тока, во вторичной, благодаря индукции, возбуждается ток высокого напряжения.

## 7. Зажигание низкого напряжения па отрыв.

Применяется у некоторых небольших двигателей, напр., лодочных, существенные части его (черт. 44): 1) источник тока — аккумуляторная батарея 1 (или магнето низкого напряжения); 2) соленоид  $S$  — пучок проволоки мягкого

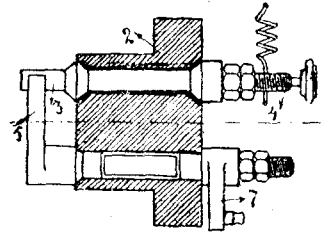
железа, обмотанный, изолированный проводником тока и служащий для увеличения напряжения до 100 вольт; 3) отрывной воспламенитель 3—4 и 1) механизм, приводящий в действие отрывной воспламенитель 6—7.

Ток из батареи 1 по проводу 2 идет через соленоид 8, далее поступает через отрывные воспламенители, когда они сомкнуты, в массу двигателя, из которой по обратному проводу 5 возвращается в батарею.



Черт. 44. Зажигание низкого напряжения 2-х цилиндрового двигателя.

Отрывной воспламенитель (черт. 45) состоит из неподвижного электрода 3 и поворотного 5. Первый зажимом 7

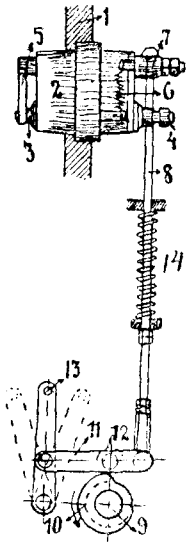


Черт. 45. Отрывной зажиматель.

соединен с проводкой тока и потому изолирован от корпуса клапанной коробки цилиндра втулкой 2, не проводящей электричества, электрод 3 не изолирован от массы, так как из него в нее идет ток вместо обратного провода.

Действие отрывного воспламенителя основано на том, что при низком напряжении тока искра может проскакивать между двумя электродами только, когда ток между ними размыкается, т.е. когда палец поворотного электрода 3 отходит от неподвижного электрода 2.

Приводный механизм (черт. 46) состоит из кулачной шайбы 10 на распределительном валу 9, набегающей на ролик 12 рычага 11, кулак подымает рычаг 11 и тягу 8, сжимая пружину 14 и прижимая электрод 5 к электроду 3, когда же уступ кулачной шайбы соскакивает с ролика 12, тяга 8, распираемая пружиной с силой, мгновенно отскакивает книзу, открывая контакт 5 от контакта 3, размыкая между ними ток; в этот момент между ними проскакивает искра. Рычаг 13, несущий ось вращения рычага 11, служит для изменения момента зажигания: при переводе его вправо, ролик соскакивает с кулака раньше и вспышка наступает раньше, при переводе влево — наоборот.



Черт. 46. Приводный механизм отрывного зажигания.

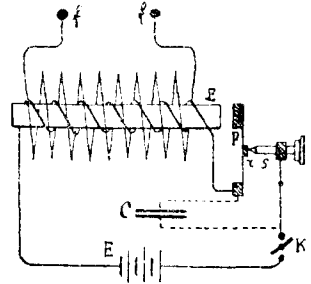
### 8. Индукционная катушка.

Индукционная катушка (спираль Румкорфа) служит для превращения тока низкого напряжения в ток высокого напряжения таким образом, что размыкание тока низкого напряжения в первичной цепи катушки возбуждает ток высокого напряжения во вторичной цепи.

Существенные части индукционной катушки: 1) сердечник, 2) толстая обмотка, 3) тонкая обмотка, 4) магнитный прерыватель, 5) разрядник, 6) конденсатор. Сердечник представляет собой пучок мягких железных проволок, вложенный в деревянную катушку, поверх которой навивается сначала первичная обмотка 2 из небольшого числа витков изолированной медной проволоки толщиной около 1 мм.

Первичная обмотка изолируется бумагой, поверх навивается тонкая обмотка из очень большого числа витков общей длиной до 1000 м, каждый слой изолируется парафином и вся катушка заливается парафином.

Действие катушки следующее (черт. 47): от плюса батареи аккумуляторов или элементов  $F$  ток идет в толстую обмотку, намотанную на сердечник  $l'$  из железных проволоч. входит в молоточек магнитного прерывателя  $P$  и через регулировочный болтик ( $r, \delta$ ) возвращается в минус батареи. При прохождении тока по тонкой обмотке сердечник намагничивается и притягивает молоточек, размыкая цепь, вследствие чего во вторичной цепи индуцируется мгновенный индукционный ток, дающий искры в разряднике  $f_1 f_2$ . При прерывании первичного тока сердечник размагничивается, отчего молоточек снова отскакивает к регулировочному болтику, замыкая ток, снова происходит намагничивание сердечника и размыкание тока и т. д. Таким образом, происходит непрерывное размыкание и замыкание тока и колебание молоточка, издающего характерное жужжание.



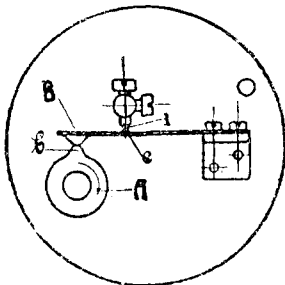
Черт. 47. Схема индукционной катушки.

Контакты регулировочного болтика и молоточка наплатнены для уменьшения разъедания искрой; для уменьшения искрения контактов в первичную цепь введен также конденсатор  $C$ , состоящий из нескольких оловянных листочков с парафиновыми прослойками; действие конденсатора состоит в том, что он, обладая значительной электроемкостью, поглощает особые токи размыкания, вызывающие искрение контактов. Устройство конденсатора рассмотрено далее.

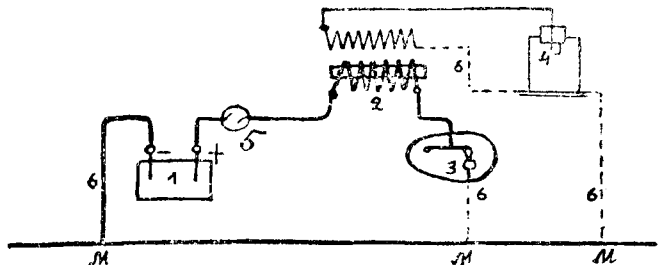
Напряжение тока во вторичной обмотке достигает 10000 — 15000 вольт, оно тем больше, чем больше число витков тонкой обмотки. Применяемые для электрического зажигания двигателей индукционные катушки заключаются в деревянный или металлический ящик, из которого наружу выходят лишь зажимы и магнитный прерыватель. Концы вторичной обмотки соединяются не с разрядником, а с проводкой, в которую включены свечи. В таком виде индукционная катушка называется бобиной.

### 9. Зажигание высокого напряжения от батареи и катушки.

Существенные части такого зажигания будут: 1) батарея, 2) индукционная катушка, 3) механический прерыватель, 4) свечи, 5) выключатель и 6) распределитель тока (кроме одноцилиндровых двигателей).



Черт. 48. Механический прерыватель тока.



Черт. 49. Зажигание высокого напряжения через катушку одноцилиндрового двигателя.

Механический прерыватель применяется потому, что частота колебаний электромагнитного прерывателя не соответствует числу вспышек в цилиндрах, зависящему от числа оборотов двигателя. Механический прерыватель изображен на черт. 48, он имеет молоточек  $B$  и регуляторный винтик  $L$ , как у электромагнитного прерывателя, но колебания молоточка происходят благодаря кулаку  $\nu$

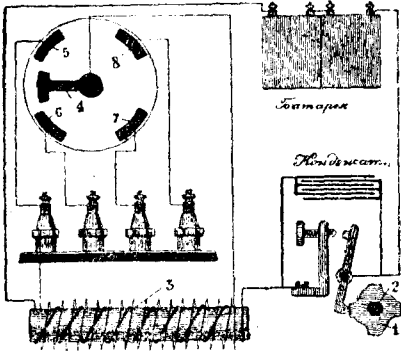
на вращающейся оси прерывателя, молоточек соскакивает с кулака, колеблется, размыкает и замыкает ток.

Обратные провода как в первичной, так и во вторичной цепи заменены массой двигателя. При механическом прерывателе катушка может не иметь электромагнитного прерывателя.

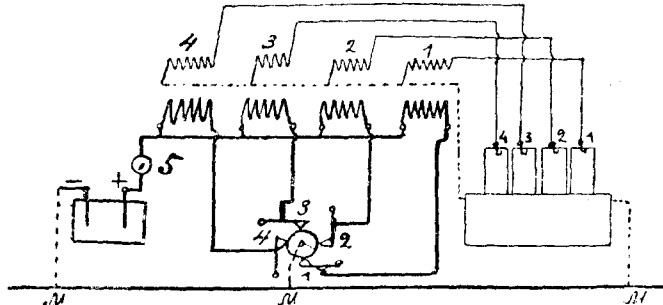
Проводка для одноцилиндрового двигателя показана на черт. 49, на нем обозначают: 1 — батарея, 2 — индукционная катушка, 3 — механический прерыватель, 4 — свеча, 5 — ручной выключатель, 6,6 — обратные провода на массу из первичной и вторичной цепей.

Проводка для 4-цилиндрового двигателя с одной катушкой показана на черт. 50, здесь во вторичную цепь катушки включен вращающийся контакт 4 распределителя тока между цилиндрами. Контакты 5—8 вделаны в эбонитовую непроводящую тока массу распределителя, от них идут провода к свечам; вращающийся контакт 4 по очереди зажигания касается контактов и посылает ток в свечи. 2 — распределительный вал, 1 — кулачковая шайба, действующая на молоточек механического прерывателя тока.

На черт. 51 показана схема зажигания высокого напряжения 4-х цилиндрового двигателя с 4 индукционными катушками. Здесь распределитель тока включен в первичную цепь и, таким образом, в то же время служит прерывателем.



Черт. 54. Зажигание высокого напряжения двухцилиндрового двигателя с одной катушкой.



Черт. 51. Зажигание высокого напряжения 4-х цилиндрового двигателя с 4 катушками.

### 10. Магнето.

Магнето или магнето-электрической машинкой называется прибор, дающий благодаря электромагнитной индукции переменный индукционный ток, при чем для получения магнитного поля к магнето применены искусственные магниты. Существенными частями магнето высокого напряжения служат: 1) вращающийся якорь с двумя обмотками — толстой и тонкой, как у индукционной катушки, 2) прерыватель тока первичной цепи, 3) распределитель тока во вторичной цепи, 4) магниты с полюсными наконечниками, 5) зубчатая передача для вращения якоря и распределителя.

В некоторых системах магнето якорь делается неподвижным, а вокруг него для возбуждения индукционного тока вращаются две цилиндрические заслонки. — или же качающимся.

Якорь или заслонки получают вращение от колесчатого или распределительного вала посредством зубчатой передачи.

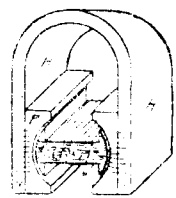
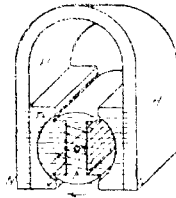
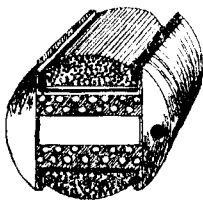
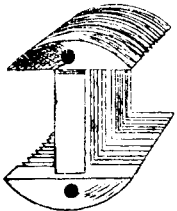
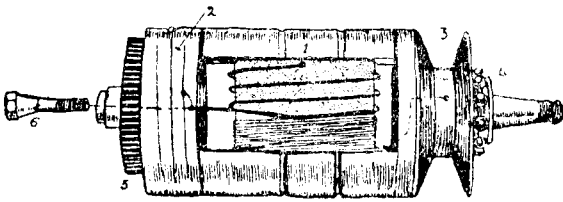
Магниты имеют подковообразную форму, их бывает 2 или 3, они скрепляются винтами и установлены на медном или алюминиевом цоколе. К нижним концам магнитов и внутри привернуты полюсные наконечники, расточенные концентрично якорю, который вращается между ними с небольшим зазором.

Якорь (черт. 52—54) делается расслоенным из тонких железных листов для уменьшения вредных токов Фуко и имеет двутавровое сечение, в вырезках которого располагаются толстая, а на ней тонкая обмотки, играющие ту же роль,

что и в индукционной катушке. Якорь вращается в шарикоподшипниках 1, на одном из его концов располагаются конденсатор и прерыватель тока, на другом коллектор 3 и угольный контакт для вторичного тока. Распределитель располагается сбоку наверху и получает вращение посредством зубчатой передачи от якоря.

Магнето существует несколько систем, самые употребительные и известные магнето Бош.

Сущность действия магнето высокого напряжения состоит в том, что толстая обмотка якоря, вращаясь в магнитном поле и пересекая магнитные силовые линии, то приближается к ним, то удаляется, от этого в ней индуктируется переменный ток низкого напряжения. Этот ток, в свою очередь, будучи непрерывно размыкаем и замыкаем прерывателем, индуктирует в тонкой обмотке вторичный переменный ток высокого напряжения, служащий для зажига-



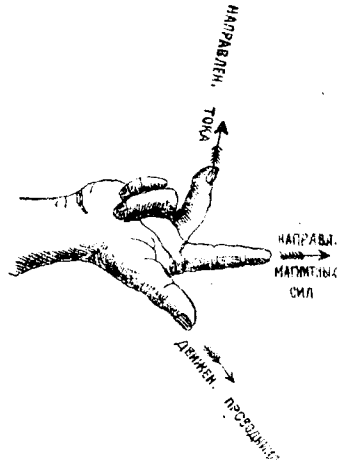
Черт. 52—54. Якорь магнето.

Черт. 55—56. Схема магнето.

гания, что и применяют в магнето. Магнитным полем является пространство между северным N и южным S полюсами магнита (черт. 55—56); от северного полюса к южному действуют параллельные между собой линии магнитных сил, называемые силовыми нитями.

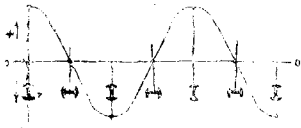
Действие магнето и динамо-машин основано на вращении в магнитном поле, создаваемом магнитами магнето или электромагнитами динамо-машины, якоря, на котором навита обмотка из изолированной проволоки.

В каждом витке якоря при вращении в магнитном поле создается индуктированный ток, который со всех витков якоря известным образом собирается на зажимы магнето или динамо-машины. Направление индукционного тока при движении проводника в магнитном поле может быть обнаружено правилом правой руки (черт. 57); если согнуть первые три пальца правой руки под прямым углом друг к другу так, чтобы большой палец указывал направление движения проводника, а указательный — направление силовых линий, то направление среднего пальца укажет по какому направлению идет индуктированный ток. Для определения тока в якоре магнето динамо-машины обычно пользуются правилом Максвелла; при движении кольца проводника в магнитном поле, если смотреть на кольцо по направлению магнитных линий, в кольце индукционный ток направлен против часовой стрелки, когда число охватываемых кольцом, при его движении, силовых линий увеличивается и по часовой стрелке, когда число охватываемых кольцом силовых линий уменьшается.



Черт. 57. Правило правой руки для определения направления индукционного тока.

Из правила Максвелла следует, если брать различные положения кольца обмотки при вращении в магнитном поле, что: 1) индуктированный ток получается переменный, достигая за один оборот якоря два раза нулевого значения и два раза наибольшего положительного и отрицательного. Если вычислить силу тока для разных углов поворота якоря и построить линию ее изменения, получится кривая, изображенная на черт. 58. Индуктированный ток достигает наибольшей величины, когда число охватываемых витками обмотки якоря силовых линий наименьшее (черт. 55—56) и, наоборот, ток наименьший — равен нулю, когда число охватываемых витками силовых линий, — наибольшее (черт. 55—56).



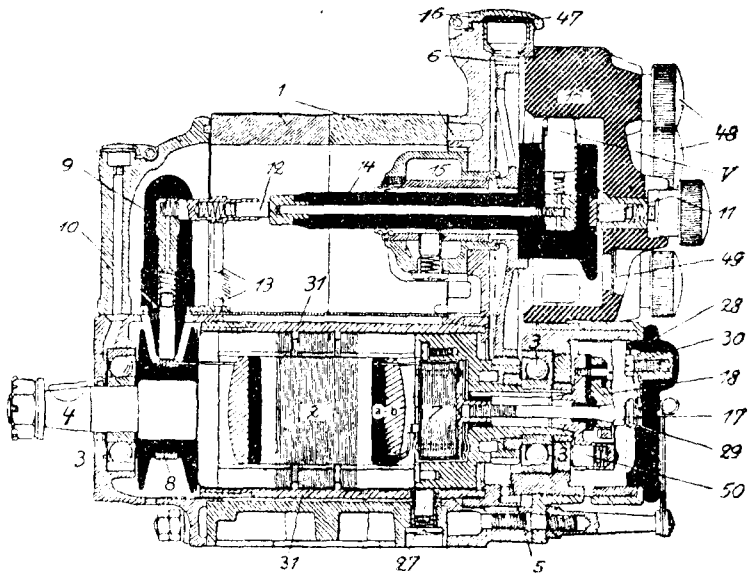
Черт. 58. Кривая переменного тока, даваемого магнето.

### 11. Устройство магнето высокого напряжения.

Магнето высокого напряжения системы Бош показано в разрезе на черт. 60. Корпус магнето отливается из бронзы или алюминия, металлы эти диамагнитные, т.е. непроницаемые для магнитного потока. Магниты 1 дугообразные и привертываются в количестве двух (или трех) к полюсным железным наконечникам, между которыми вращается якорь 31.

Внутренние стороны полюсных наконечников расточены по диаметру чуть большему, чем диаметр якоря, чтобы воздушный промежуток между якорем и полюсными наконечниками оставался повсюду одинаковым во избежание излишней утечки магнитного потока (см. также черт. 55—56). Внизу полюсные наконечники соединены между собой бронзовой или алюминиевой плитой, называемой цоколем.

Якорь вращается в шариковых подшипниках 3,3. Середина якоря занята двумя обмотками: толстой *а* и тонкой *б*, намотанными одна на другую и конденсатором 7; на правом конце якоря расположен прерыватель первичного тока 18,



Черт. 59. Разрез магнето Бош.

на левом — коллектор вторичного тока 8. Кроме того, на концах якоря насажены две шестерни — посредством одной, насаживаемой на конусной шейке 4, якорь получает вращение от двигателя, посредством другой 5 передает вращение шестерне 6 распределителя 16, расположенного сверху.

Первичная обмотка якоря состоит из изолированной проволоки красной меди толщиной от 0,6 до 0,8 мм, она наматывается в два-три слоя и имеет длину от 25 до 50 м (от 200 до 300 витков), напряжение индуктированного тока в ней всего около 10 вольт.

Вторичная тонкая обмотка из изолированной проволоки толщиной всего около 0,1 мм наматывается во много слоев, длина ее бывает большей частью 1000 м, т.е. около 1 версты—число витков вторичной обмотки составляет от 5000 до 6000, а напряжение тока достигает приблизительно до 10000 вольт.



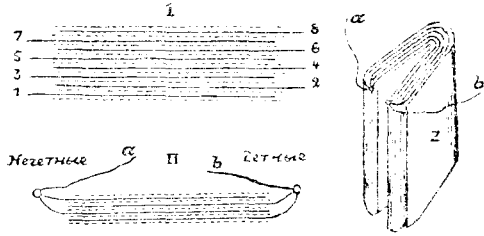
Обе обмотки до наматывания на якорь изолируются еще погружением в изолирующий раствор.

Между слоями тонкой обмотки прокладывается в качестве изолировки пергаментная бумага или хлопчатобумажная лента, пропитанная изолировочным составом.

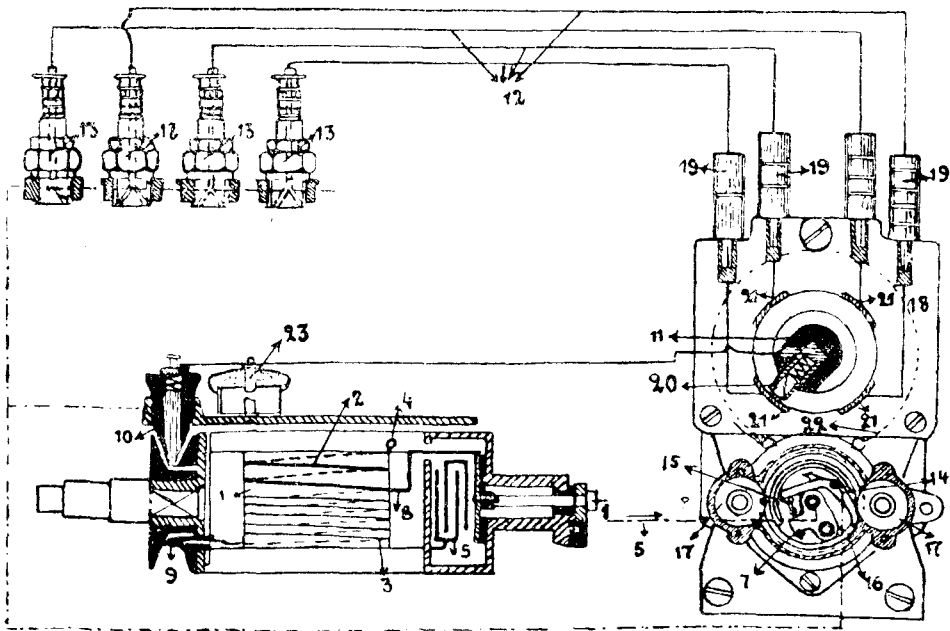
В первичную цепь магнето включается конденсатор, который большей частью помещается в якоре и вращается вместе с ним.

Конденсатор (черт. 60—61) состоит из стопки  $Z$  листочков оловянной бумаги, при чем между каждой парой листочков проложена изолирующая прокладка из бумаги, пропитанной парафином.

Конденсатор представляет собою прибор для накопления статического электричества, подобно тому как аккумулятор накапливает гальваническое электричество. Для этого край нечетных листочков конденсатора сплавиваются с одним проводником  $a$ , край четных листочков с другим —  $b$ , тогда на одной группе листочков будет скопляться положительное электричество, а на другой — отрицательное.



Черт. 60—61. Конденсатор.



Черт. 62. Схема зажигания четырехцилиндрового двигателя от магнето высокого напряжения.

Конденсатор ставится для уменьшения искрообразования между контактами прерывателя, которое вызывается экстратоками размыкания и при отсутствии конденсатора ведет к быстрой порче наплатиненных контактов прерывателя. При наличии же конденсатора экстраток размыкания поглощается конденсатором, представляющим большую электрическую емкость, благодаря своей значительной поверхности сравнительно с первичной обмоткой, в которую он включен.

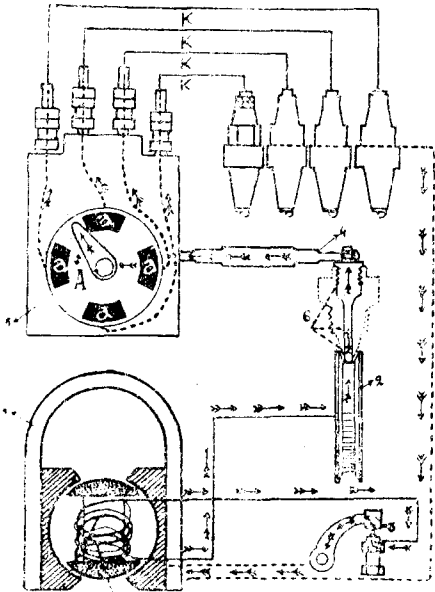
Путь тока в магнето высокого напряжения представлен на черт. 62.

При вращении якоря в магнитном поле, в первичной обмотке  $2$ —возникает переменный ток низкого напряжения.

Первичная обмотка одним концом 4 соединена с телом якоря и, следовательно, с массой двигателя, а другим через конденсатор 5 проводником 6 с прерывателем 7 и через него, когда его контакты не разомкнуты, с массой двигателя, в этом случае получается замкнутая первичная цепь.

Вторичная обмотка 3 одним концом соединена с первичной в месте 8 и, следовательно, через нее с массой двигателя.

Другой конец вторичной обмотки соединен с коллекторным кольцом 9, вращающимся вместе с якорем. При размыкании прерывателя тока в первичной цепи—во вторичной обмотке индуцируется ток высокого напряжения, идущий через коллекторное кольцо 9 в прижимающуюся к нему угольную щетку 10; проводник идущий к вращающемуся контакту распределителя 11 и от него поочередно через контакты 21 по проводам 12 каждой из свечей 13.



Черт. 63. Упрощенная схема зажигания высокого напряжения.

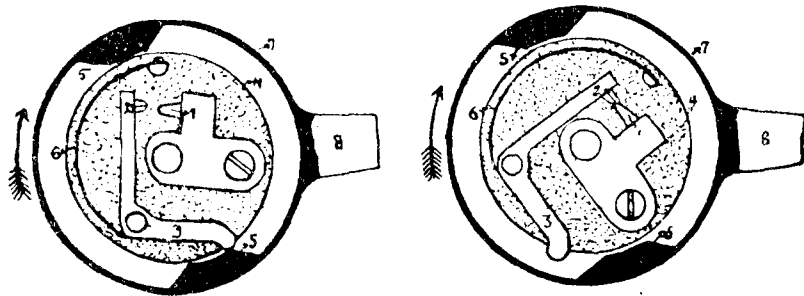
При этом ток, благодаря высокому напряжению, перескакивает через воздушный промежуток между электродами свечи и затем через ее наружный металлический корпус возвращается в массу двигателя и через нее и первичную обмотку входит снова во вторичную обмотку.

23 — предохранитель для тока высокого напряжения, чтобы он при чрезмерном повышении напряжения перескочил через воздушный промежуток между стержнями предохранителя, а не пробил бы изоляции на обмотке.

На черт. 63 дана более простая схема зажигания от магнето второго напряжения, понятная из чертежа.

Путь вторичного тока более подробно виден на чертеже 59; с коллектора 8, сидящего на изолированной втулке — зачернена — ток высокого напряжения идет через угольную щетку 10, ее пружину (обе в изолированной эбонитовой втулке 9) далее через неподвижной уголек 12 к металлической вращающейся оси распределителя (тоже в изолированной втулке 14) и с нее через вращающийся уголек 15 распределится на его контакты 11, заключенные в изолированной эбонитовой крышке 16 распределителя.

**Прерыватель.** Прерыватель тока показан отдельно на черт. 64 — справа в сомкнутом положении, слева — в разомкнутом. Шайба 4 прерывателя укреплена на конце оси якоря и вращается вместе с ней. Она несет на себе неподвижную наковаленку 1, электрически соединенную с осью якоря, проводящей первичный ток, и изолированную от массы магнето затем молоточек 3, электрически соединенный с массой, играющей роль обратного провода. Молоточек пружиной 6 прижимается так, что наплатиненные контакты наковаленки и молоточка — 1 и 2 остаются сомкнутыми.



Черт. 64. Прерыватель магнето.

Она несет на себе неподвижную наковаленку 1, электрически соединенную с осью якоря, проводящей первичный ток, и изолированную от массы магнето затем молоточек 3, электрически соединенный с массой, играющей роль обратного провода. Молоточек пружиной 6 прижимается так, что наплатиненные контакты наковаленки и молоточка — 1 и 2 остаются сомкнутыми.

Когда при вращении шайбы прерывателя с якорем отогнутый конец молоточка находит на один из выступов *Б*, контакты размыкаются, первичный ток прерывается, это происходит при максимуме тока в первичной цепи; в это время во вторичной цепи индуктируется ток высокого напряжения и в свече проскакивает искра.

У магнето с вращающимся якорем максимумов переменного тока за один оборот якоря — два (черт. 58), соответственно этому прерыватель имеет два выступа *Б* для размыкания тока.

Магнето с вращающимися вокруг неподвижного якоря заслонками дает 4 максимума тока за 1 оборот и 4 искры, соответственно этому их прерыватель имеет 4 кулачка.

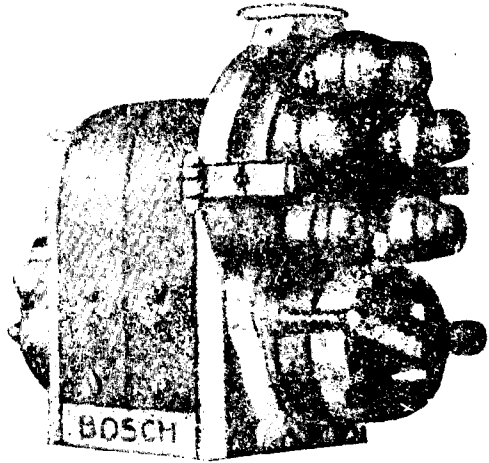
Ручка *В*, прикрепленная к поворотному футляру *А* с выступами *Б*, служит для изменения момента зажигания поворотом ручки.

Распределитель тока. Распределителем называют прибор магнето, служащий для распределения вторичного тока по свечам в порядке всышек (обычно четные №№ цилиндров, потом нечетные). Действие и устройство распределителя было уже рассмотрено на черт. 62 и 63.

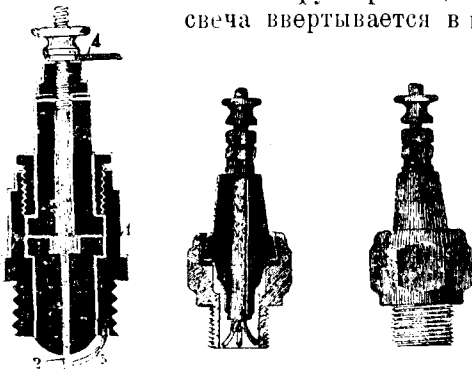
На черт. 65 представлен внешний вид магнето Бош. Вверху справа видна крышка распределителя с контактами для проводов, а под ней прерыватель, закрытый крышкой.

## 12. Свечи.

Свечи служат для воспламенения смеси в цилиндрах двигателей искрой от тока высокого напряжения и состоят из двух неподвижных электродов (черт. 66): внутреннего *В* и наружного *Б*; внутренний посредством зажима соединен с проводом *А*, идущим от соответствующей пластины распределителя и изолирован от корпуса цилиндра (массы двигателя), в которой ввернута свеча, фарфоровой или стеатитовой массой свечи (зачернена); наружный электрод, находящийся в камере сгорания, соединен всегда с металлическим футляром *Г*, снабженным резьбой, посредством которой свеча ввертывается в цилиндр; следовательно, наружный электрод находится всегда в металлическом соединении с массой двигателя.



Черт. 65. Магнето Бош.



Черт. 66. Разрез свечи.

Черт. 67. Свеча Бош.

Наружных электродов бывает от одного до трех, расположенных вокруг центрального электрода; воздушный промежуток между внутренним и наружным электродами, через который проскакивает искра, составляет обычно 0,4—0,5 мм. Свечей имеется очень много различных систем. На черт. 67 представлена одна из лучших систем свечей — Бош.

## 13. Двойное зажигание.

Для большей надежности зажигания и для более совершенного сгорания смеси в быстроходных автомобильных и авиационных двигателях устраивается двойное зажигание, которое состоит в том, что каждый цилиндр снабжается

двумя свечами, расположенными обычно диаметрально противоположно друг другу для равномерного воспламенения смеси; один ряд свечей в цилиндре обдувается одним магнето, другой — другим, таким образом, при неисправности одного магнето проеходят все-таки вспышки в цилиндрах от другого магнето.

#### 14. Смазка двигателя.

Смазка всех трущихся частей двигателя необходима не только для уменьшения трения, но также и для предупреждения истирания металлических трущихся частей. Роль смазки в трущихся частях, например, в подшипниках, заключается в том, что между валом и телом подшипника образуется промежуточная упругая пленка из смазочного материала, таким образом металл вала не касается непосредственно металла подшипника, а лежит на упругом слое масла и трение металла о металл заменяется внутренним трением масляных частиц друг о друга.

Для этой цели смазка должна притекать в трущиеся части в достаточном количестве и масло должно быть достаточной вязкости, так как слишком жидкое масло будет выдавливаться из подшипников и будет происходить его срабатывание.

Для целей смазки машин применяются животные жиры, растительное масло, минеральное масло.

Для двигателей внутреннего сгорания применяются, главным образом, минеральные масла, представляющие собой продукты вторичной перегонки нефти.

Для смазки цилиндров, при этом применяют специальное цилиндрическое масло и для смазки подшипников коленчатого вала и распределительного применяют машинное масло.

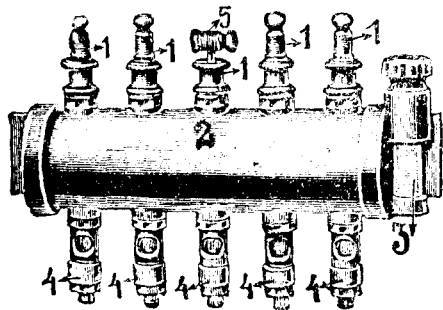
Необходимо употреблять только хорошее масло известных фирм, иначе получается нагар на поршнях и клапанах, кроме того загорают смазочные каналы, что влечет за собой опасный нагрев цилиндра и поршня.

Смазка осуществляется у двигателей внутреннего сгорания следующими способами: 1) от отдельных масленок или лубрикаторов, 2) центральная

от общей центральной масленки или лубрикатора, 3) разбрызгиванием, 4) под давлением от особого масляного насоса, 5) смешанное применение нескольких из вышеупомянутых способов. Смазка от отдельных масленок применяется только у некоторых тихоходных фабрично-заводских двигателей.

Смазка от центрального маслопровода состоит в том, что имеется общая масленка 2 (черт. 68) с отдельными капельниками 4, от которых идут маслопроводные трубочки к трущимся частям двигателя.

Черт. 68. Масленка для центральной смазки.



У каждого капельника имеется медная дощечка с названием смазываемой им трущейся части двигателя, затем откидные головки 5 (откинув откидную головку в горизонтальное положение прекращают подачу масла) и стеклянная трубочка, через которую каплет масло, для наблюдения за его подачей. Иногда центральная смазка бывает принудительная, когда масло нагнетается в капельники посредством рычажного и зубчатого привода.

Смазка разбрызгиванием применяется у некоторых быстроходных автомобильных и лодочных двигателей.

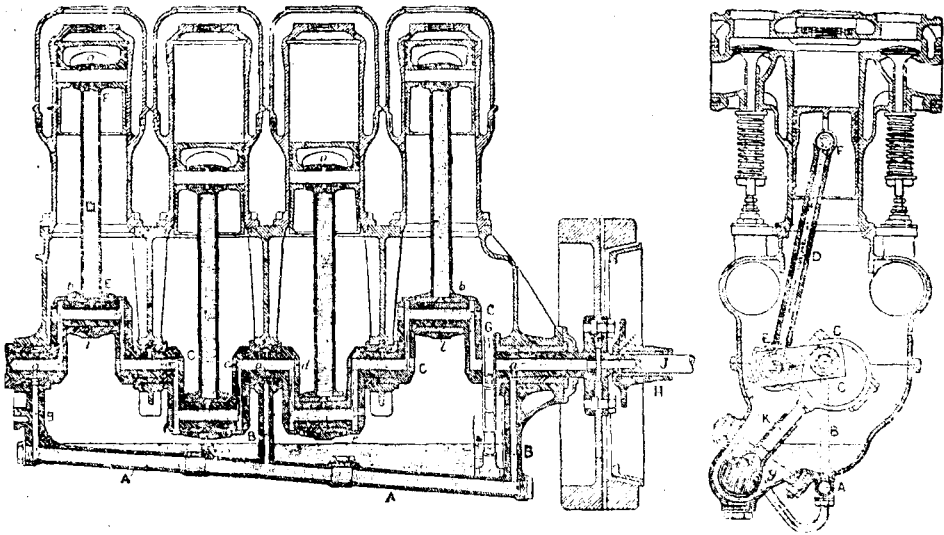
Она состоит в том, что нижняя часть картера образует поддон, куда налито масло, в котором при работе двигателя купаются мотылевые подшипники шатунов, сами смазываются и разбрызгивают его на трущиеся поверхности цилиндров и поршней.

Смазка под давлением или форсированная применяется у автомобильных и авиационных и у быстроходных двигателей Дизеля. Общее устройство ее показано в разрезе на черт. 69.

Необходимым прибором для ней является масляный насос *K*, который нагнетает под давлением масло в масляную магистраль *A*, из этой трубы масло поступает по патрубкам *B, B'* к подшипникам вала.

При этой системе коленчатый вал устраивается непременно пустотелым, т.е. самое тело вала и мотылевые шейки высверливаются внутри, кроме того, все внутренние пустоты вала соединены между собой через каналы, высверленные в щеках мотылей, а на концах закрыты нарезанными пробками, таким образом внутри всего вала получается сплошной проход для масла.

В шейках вала, лежащих в рамовых подшипниках, имеются поперечные высверленные каналы *a*, направленные по радиусам.



Черт. 69. Смазка под давлением автомобильного двигателя.

Когда эти каналы совпадают с каналами, высверленными в подшипниках, масло по ним проходит внутрь вала, отбрасывается центробежной силой внутрь мотылевых шеек и из них по радиальным каналам *e* поступает на трущуюся поверхность мотылевых подшипников *f*. Для поддержания надлежащего давления на нагнетательной масляной магнито устанавливается манометр.

При смазке под давлением пользуются одним и тем же количеством масла: отработанное масло с цилиндров и подшипников стекает в нижнюю часть картера, оттуда снова берется масляным насосом через фильтр, служащий для очистки масла, и только время от времени приходится добавлять свежее масло в замен угорающего. Иногда шатуны высверливаются и масло по их внутренности достигает поршневого пальца и смазывает верхние головки шатунов и поршней.

### 15. Охлаждение.

В виду высокой температуры внутри цилиндров, происходящей вследствие сгорания топлива, цилиндры двигателей внутреннего сгорания обязательно должны охлаждаться, так как иначе поршни и клапана быстро портились бы от высокой температуры.

Охлаждение только у некоторых авиационных двигателей и мотоциклеток устраивается воздушное, а у всех остальных двигателей внутреннего сгорания бывает водяное охлаждение.

При воздушном охлаждении на цилиндрах вытачиваются тонкие кольцевые ребра, рассеивающие тепло при соприкосновении с холодным воздухом.

Водяное охлаждение состоит в том, что цилиндры устраниваются с двойными стенками, пространства между ними составляют водяные рубашки, сквозь которые протекает вода.

### 16. Системы водяного охлаждения.

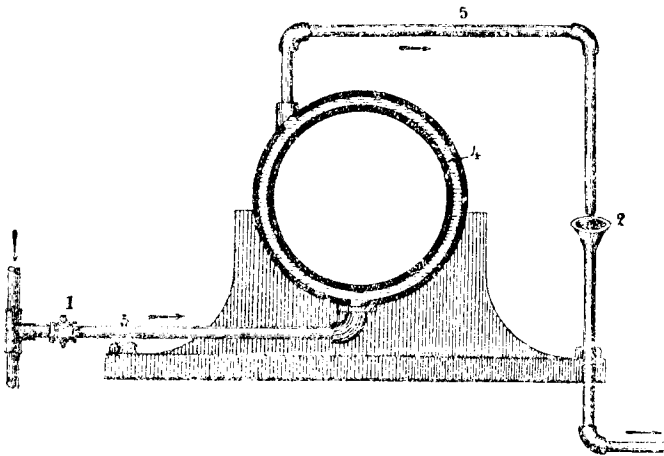
Системы водяного охлаждения в двигателе разделяются по способу подвода и отвода охлаждающей воды и пользования ею.

По способу пользования водой или пользуются одним и тем же количеством воды, применяя охлаждение воды, нагретшейся в водяных рубашках, или к водяным рубашкам непрерывно притекает свежая холодная вода, а нагретая отливается прочь.

По способу подвода и отвода воды—вода может поступать либо под напором от сети водопровода, либо нагнетаться водяным насосом, получающим движение от двигателя, либо циркулировать в рубашках и охлаждающем баке вследствие разности удельного веса столбов горячей и холодной воды—термосифонное охлаждение.

Таким образом, мы имеем следующие системы водяного охлаждения двигателей: 1) охлаждение на вылив от водопровода, 2) охлаждение термосифоном, 3) охлаждение от водяного насоса; А) на вылив, В) через радиатор, В) через бассейны или градирни.

Охлаждение на вылив от водопровода показано на черт. 70: вода через регулировочный кран 1 поступает снизу по трубе 3 в водяную рубашку двигателя,



Черт. 70. Охлаждение двигателя на „вылив“.

в то время как холодная вода из бака по приемной трубе стремится в рубашку; нагретая вода, поступившая в бак, охлаждается воздухом, окружающим бак с поверхности уровня, вследствие этого становится тяжелее и спускается вниз, уступая место притекающей из рубашки более теплой воде.

Таким образом, вода в баке непрерывно слоями спускается вниз и циркулирует между двигателем и баком. Иногда вместо одного бака ставится 2—3, соединенных между собой трубами.

Эта система охлаждения проста и дешева, но применима для стационарных двигателей не более 30 сил.

Охлаждение с радиатором схематически представлено на черт. 71, оно состоит в том, что вода, нагретая в водяных рубашках двигателя, по трубе 2 поступает в особый воздушный охладитель 3, называемый радиатором; охлажденная вода наливается на дно радиатора, принимается отсюда по трубе 4 центро-

тателя, горячая вода из рубашки уходит по трубе 5 с перерывом 2 для пробы температуры. Эта система самая простая и удобная, но вместе с тем и самая дорогая, если приходится платить за воду. При этом способе охлаждения надо считать расход воды от 1½ до 2 ведер воды на каждую силу в 1 час.

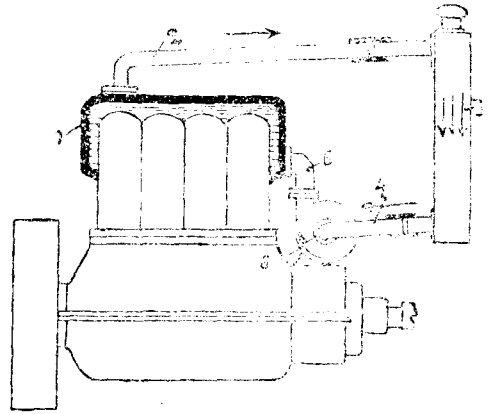
Термосифонное охлаждение основано на том, что вода, нагретая в водяной рубашке двигателя, становясь легче холодной, поднимается по отливной трубе в бак,

бежным водяным насосом 5, получающим вращение от двигателя, и по трубе 6 снова нагнетается в водяные рубанки двигателя, таким образом получается непрерывный круговорот воды между водяными рубанками и радиатором, позволяющий обходиться одним и тем же количеством воды с небольшим лишь пополнением, вследствие чего такое устройство является незаменимым для автомобильных и авиационных двигателей.

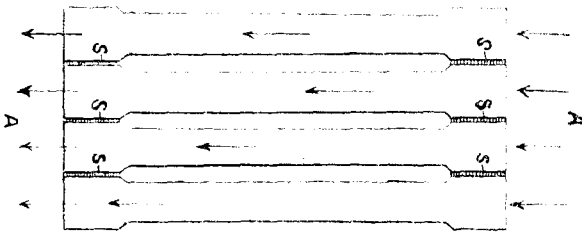
Радиаторы бывают с водяными и воздушными трубками. В первом случае радиатор состоит из двух камер — верхней и нижней, между которыми вставлены многочисленные сплюснутые и очень тонкие медные трубки. Вода проходит по трубкам и охлаждается снаружи воздухом, обтекающим снаружи радиатор.

Во втором — трубки расположены горизонтально и по ним проходит воздух, как показано на черт. 72; по промежуткам между трубками, расположенными в вертикальных плоскостях, проходит охлажденная вода.

Внешний перспективный вид трубок таких радиаторов, называемых сотами (потому что они напоминают пчелиные соты) представлен на черт. 73.



Черт. 71. Охлаждение двигателя посредством водяной помпы и радиатора.



Черт. 72. Путь воздуха по трубкам радиатора.

Охлаждение с радиатором применяется у части авиационных двигателей.

Для лучшего воздушного охлаждения радиатора, автомобильные двигатели большей частью снабжаются вентилятором, охлаждающим радиатор.

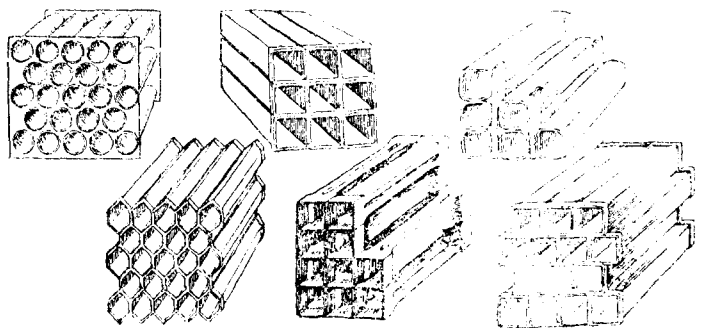
На больших силовых станциях для охлаждения нагретой зарубашечной воды устраиваются особые охладители, называемые градирнями и башенными охладителями.

Градирня обыкновенно представляет собой высокое сооружение, расположенное на наружном воздухе и открытое с боков. Внутренность градирни наполнена хворостом или расположенными с промежутками досками.

При этой системе охлаждения вода тратится лишь в незначительном количестве на испарение.

Охлаждение от водяного насоса на вылив применяется у больших двигателей в том случае, если рядом с двигателем имеются большие массы воды, например, у силовых станций, расположенных на берегу реки или пруда, или у судовых двигателей.

у всех автомобильных и большей



Черт. 73. Воздушные трубки сотовых радиаторов.

Нагревшаяся вода поступает в верхнюю часть градирни и, стекая по хвосту или доскам, раздробляется на многочисленные струйки, охлаждаемые наружным воздухом. Охлажденная вода из-под градирни стекает в особый бак, из которого снова берется насосом и посылается в рубанки двигателя.

Башенные охладители представляют собой высокие деревянные открытые с боков башни, действующие подобно градирням. Температура нагретейшей воды должна быть около 65° С. При слишком высокой температуре является опасность нагрева цилиндров, а при низкой, т.-е. при слишком обильном охлаждении, увеличивается чрезмерно количество тепла, отнимаемое охлаждающей водой, т.-е. уменьшается полезная работа двигателя.

## 17. Регулировка двигателей внутреннего сгорания.

Цель регулировки заключается в поддержании постоянного числа оборотов при определенной нагрузке двигателя.

Регулировка особенно важна для двигателей фабрично-заводских и электрических станций. По способу осуществления различают регулировку от руки и автоматическую от регуляторов, а по роду — количественную регулировку, качественную и пропусками зарядов.

Качественная регулировка состоит в том, что изменяют количество горючего, подаваемого к карбюратору или форсунке, при этом изменяется качество, т.-е. пропорция горючей смеси, работающей в цилиндре двигателя, количество же воздуха остается без изменения.

Количественная регулировка применяется у двигателей газообразного и легкого жидкого топлива. Она состоит в том, что особым заслончатым — дроссельным клапаном регулируют количество смеси, поступающей в цилиндр двигателя, смешанная регулировка представляет собой соединение качественной регулировки и количественной.

Регулировка пропусками состоит в том, что при увеличивающемся числе оборотов производят пропуски рабочих ходов двигателя или выключают на моменты подачу жидкого горючего топливным насосом, или устраивают перерывы в зажигании.

Регулировка двигателя может производиться вручную и от регулятора.

Регулировка вручную бывает обычно количественная. Автоматическая регулировка достигается при помощи особого механизма центробежного регулятора, последний располагается на особом регуляторном валике или же на коленчатом валу; регулятор получает вращение от двигателя и имеет вращающиеся вместе с ним шары или грузы, которые при нормальной работе стремятся своим весом или упругостью пружины приблизиться к оси вращения, при увеличении же числа оборотов шары или грузы вследствие увеличившейся центробежной силы раздвигаются и передвигают муфту на регуляторном валу, которая изменяет действие топливного насоса или действует на заслонку, регуливающую поступление смеси. Для регулировки двигателей применяют также маятниковые регуляторы, расположенные на валу самого двигателя.

## ГЛАВА ЧЕТВЕРТАЯ.

### Нефтяные двигатели Дизеля и с запальным шаром.

#### 1. Двигатели Дизеля.

Двигатели Дизеля носят название в честь известного германского инженера Рудольфа Дизеля, изобретшего свой двигатель в 1894 году.

Двигатели Дизеля строятся разнообразных размеров от 30 до 10000 сил, горизонтальные и вертикальные с числом цилиндров от 1 до 8.

Схема 4-тактного двигателя Дизеля показана на черт. 74, действие его следующее: за первый ход поршня 1 двигатель всасывает чистый воздух через всасывающий клапан 2 через трубу 15, за второй ход сжимает его до громадного



давления, доходящего до 35 атм., при этом воздух нагревается до температуры около 650° С.

В начале третьего хода поршня в цилиндр под давлением сжатого воздуха забрызгивается через нефтяной клапан 4 нефть, которая, встречая раскаленный воздух, воспламеняется, сгорает и дает рабочий ход поршня.

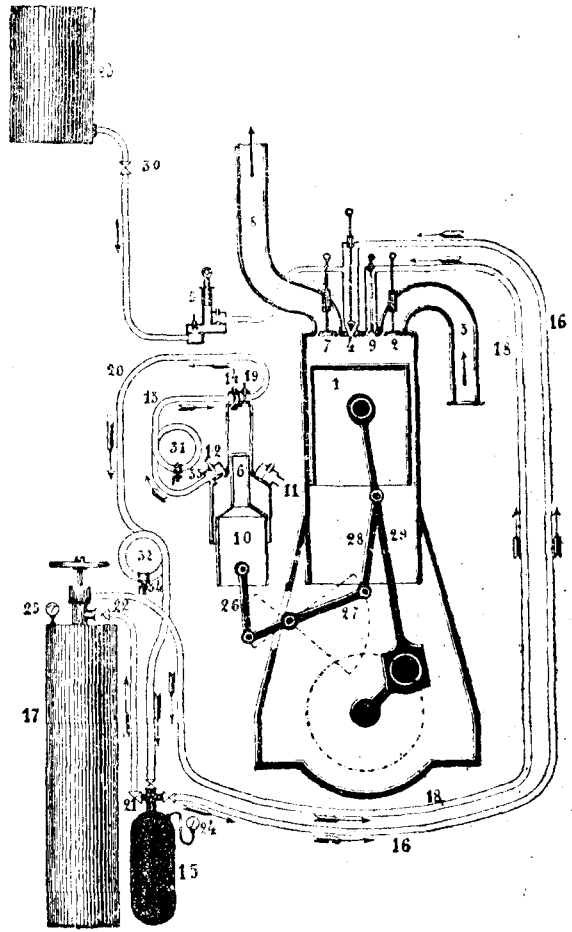
За четвертый ход поршня происходит выпуск отработанных газов через выпускной клапан 7 и выхлопную трубу 8. Каждый цилиндр имеет 4 клапана: всасывающий 2, нефтяной 4, выпускной 7 и пусковой 9. Во время работы двигателя нефтью работает первые три клапана, а пусковой бездействует.

Пуск двигателя в ход производится сжатым воздухом через пусковой клапан; нефтяной клапан в то время бездействует. Все клапана приводные и получают движение посредством качающихся рычагов от распределительного вала, расположенного наверху и сбоку цилиндров.

Всасывающий выпускной и пусковой клапана открываются внутрь цилиндра, нефтяной — наружу. Воздух, потребный для распыления нефти и для пуска двигателя в ход, доставляется особым воздухоматетельным насосом — компрессором 10, составляющим неотъемлемую принадлежность всякого двигателя Дизеля с воздушной пульверизацией нефти, но в последнее время получают также значительное применение бескомпрессорные двигатели Дизеля с механической пульверизацией нефти. Компрессор получает действие от самого двигателя.

Нефть к форсункам подается посредством особого нефтяного насоса 9, также получающего действие от двигателя.

Компрессор, изображенный на схеме — двухступенчатый, т.е. состоит из двух цилиндров тандем, большого 10 и малого 6 с поршнем, состоящим из общей отливки. В большом цилиндре — низкого давления — воздух сжимается до давления 7—8 атмосфер и поступает в малый цилиндр — высокого давления, в котором сжимается до окончательного давления 50—60 атмосфер. 11 и 12 — всасывающий и нагнетательный клапана цилиндра низкого давления, 14 и 19 — приемный и нагнетательный клапана цилиндра высокого давления. Так как воздух при сжатии нагревается, то на пути от Ц. Н. Д. к Ц. В. Д. он пропускается через холодильник низкого давления; 31 — змеевик, охлаждаемый снаружи водой, и на пути от Ц. В. Д. к воздушным резервуарам — через такой же холодильник 32. Общий поршень компрессора получает прямолинейно-возвратное движение от шатуна 29 двигателя посредством коромысла 27 и серег 26 и 28. Воздушных резервуаров, представляющих стальные толстостенные цилиндрические сосуды,

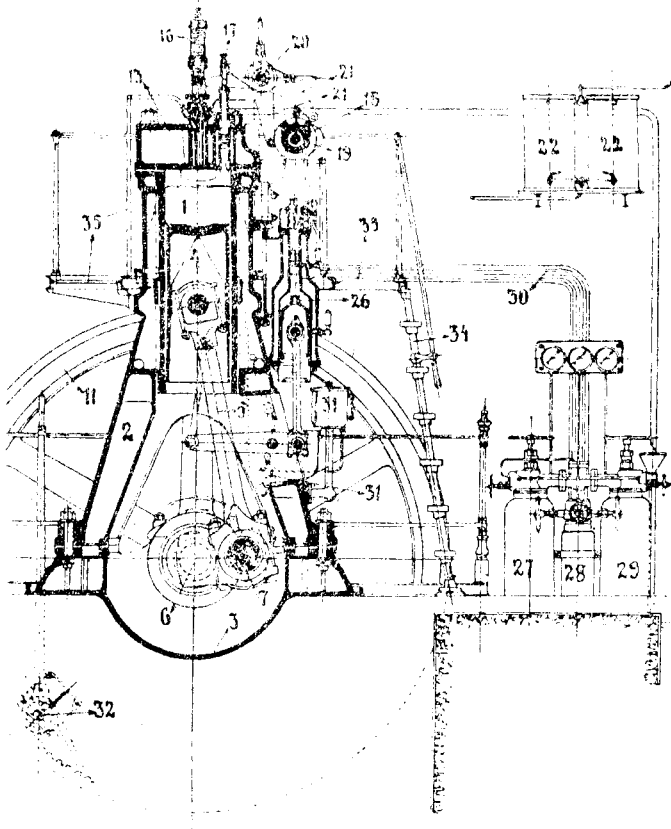


Черт. 74. Схема четырехтактного двигателя Дизеля.

должно быть не менее двух; пусковой резервуар 17, служащий для пуска двигателя в ход и подающий сжатый воздух по трубке 15 к пусковому клапану, далее рабочий или форсуночный резервуар 13, служащий для подачи сжатого воздуха к нефтяному клапану по трубке 16. Резервуары снабжены между собой перепускной трубкой 22 и манометрами 23 и 24. Нефть к насосу поступает по трубке 30 с краном из расходного нефтяного бака 23.

На черт. 75 изображен поперечный разрез и на черт. 76—продольный разрез одноцилиндрового стационарного двигателя Дизеля.

На черт. 75: 16—нефтяной клапан, 17—пусковой, 18—распределительный вал, 21, 21—клапаные рычаги, 20—рукоятка для спуска в ход.



Черт. 75. Поперечный разрез одноцилиндрового стационарного двигателя Дизеля.

устройство и действие которой объяснено ниже. 26—компрессор, 27, 28—нефтяные баки, 27 и 29—пусковые резервуары, 28—рабочий резервуар. На черт. 76 представлены в разрезе три клапана: нефтяной 16, всасывающий 15 и выпускной 14. Кроме того, здесь видны коленчатый вал 7, его подшипники 8 и 9, маховик 11 и шкив 12. Конец вала за маховиком и шкивом поддерживается третьим подшипником 10.

## 2. Устройство клапанов двигателя Дизеля.

Все четыре клапана помещаются в особых стаканах, вставляемых в отверстия в цилиндрической крышке и крепящихся к ней фланцами на шпильках.

Нефтяной клапан или форсунка

составляет очень важную часть двигателя, так как от ее правильного устройства и действия зависит экономичность двигателя.

Все устройство отлито из чугуна, изображено на черт. 77 и состоит из трех частей: нижней—стакана 1, входящего в цилиндрическую крышку, средней с набивочной коробкой и фонарем, куда входит конец клапанного рычага 17 и верхней, представляющей собой цилиндр 20, в котором помещена клапанная пружина 22.

Стакан форсунки внизу сделан на конус 6, которым садится на такое же коническое отверстие в крышке цилиндра. В верхней части стакана устроена набивочная коробка 25 для того, чтобы сжатый воздух, поступающий в форсунку, не мог проникнуть наружу. Фланцы стакана и крышки набивочной коробки притягиваются к крышке цилиндра двумя общими болтами 26.

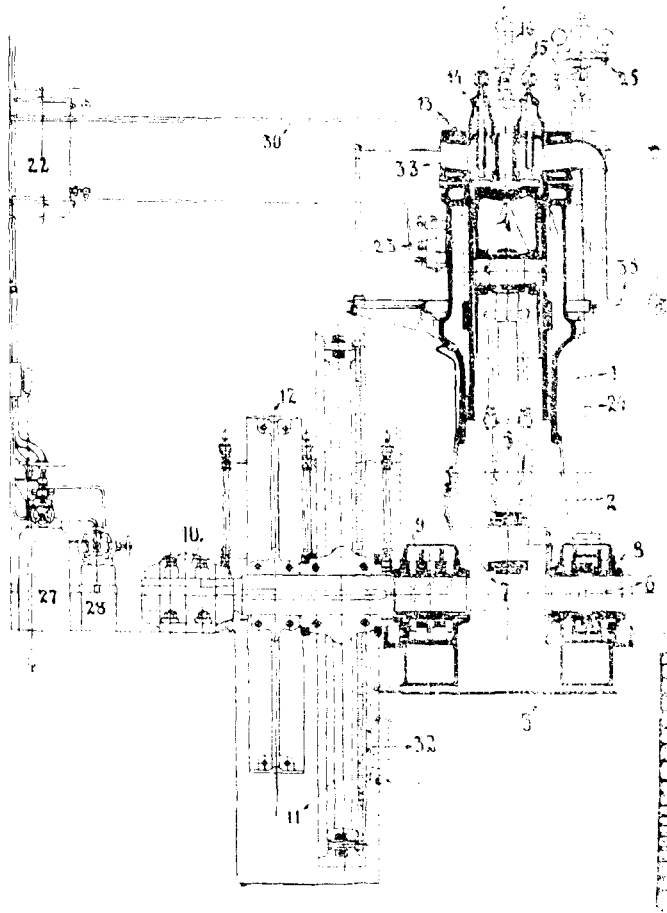
Сам нефтяной клапан представляет собой длинную иглу 4, нижний конец которой обточен на конус и закрывает собой отверстие, служащее для взрывзги-

ванна нефти в цилиндр, верхний же конец упирается в тарелку 21, на которой лежит клапанная пружина.

В средней части всего устройства на игольчатый стержень нефтяного клапана накрутены гайки 18, за которые клапанный рычаг 11 его поднимает и открывает.

Упругость клапанной пружины сверху регулируется болтиком 21 со стопорной гайкой, который упирается в верхнюю тарелку пружины: ввертывая болтик вниз — мы усиливаем упругость пружины, вывертывая — ослабляем. Игольчатый клапан открывается вверх, поэтому правый конец клапанного рычага 14, снабженный роликом для уменьшения трения, касается распределительного вала слева (см. также черт. 78) и когда кулак набегает на ролик, нижний конец рычага идет влево, а правый — вверх и за гайки 18 поднимает (открывает) игольчатый клапан.

В кольцевое пространство между внутренней поверхностью стенок стакана и игольчатым клапаном поступает по каналам 10 и 11 (см. горизонтальный разрез фланца стакана) нефть, а по каналам 12 и 13 — сжатый воздух. Последний давит на нефть и продавливает ее сквозь распылитель в нижней части стакана, представленной отдельно на черт. 78; здесь нефтяной и воздушный капалы обозначены цифрами 6 и 7. В пространстве между стенками стакана и игольчатым клапаном



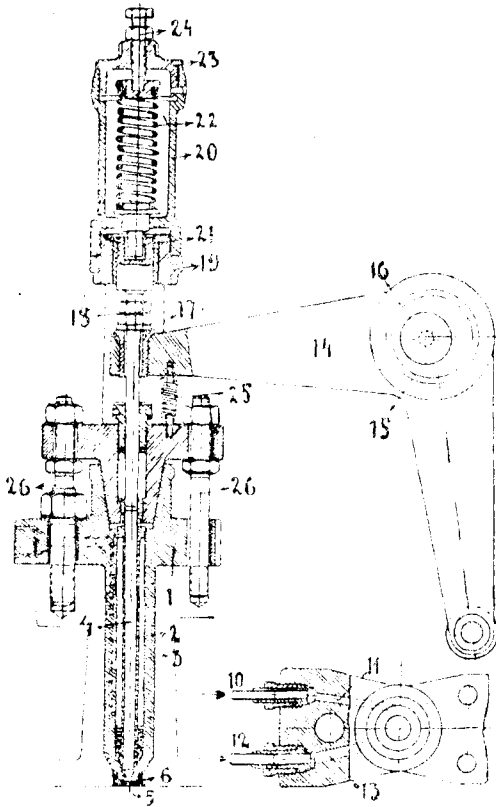
Черт. 76. Продольный разрез одноцилиндрового двигателя Дизеля.

вставлены дырчатые шайбы 5, удерживаемые распорными кольцами на некотором расстоянии друг от друга. Дырочки в соседних шайбах не совпадают диаметрами своих окружностей, чтобы создать для нефти в целях ее распыления более долгий и извилистый путь.

Распыленная шайбами нефтяная пыль проходит по бороздкам нижнего конуса 8 под игольчатый клапан.

Всасывающий клапан показан в разрезе на черт. 78а. Чугунный стакан А клапана вставлен на заплечик в соответствующее отверстие в цилиндрической крышке и имеет сбоку прорезь BE, сообщающуюся со всасывающей трубой. Сверху стакан крепится фонарем В, прикрепленным к цилиндрической крышке на двух шпильках. Клапанная пружина помещена между стаканом и тарелкой Т, устроенной в виде поршенька, скользящего в верхней направляющей части фонаря.

Тарелка крестится чекой *D*; при нажатии ударным болтиком на шток клапана, последний идет вниз, сжимая пружину и открывая клапан *B*.

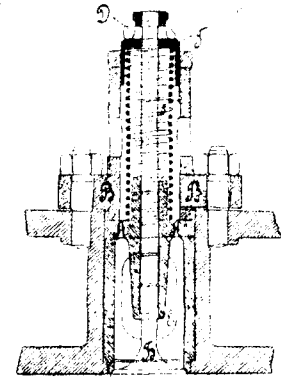


Черт. 77. Разрез нефтяного клапана двигателя Дизеля.

ных газов. С этой целью клапанный шток сделан пустотелым и внутрь его свободно вставлена тонкая трубка 2, в которую через патрубков 4 вступает охлаждающая вода. Дойдя до низу, вода охлаждает клапан 3 и снова нагревшись, уходит кругом трубки в патрубок 5.

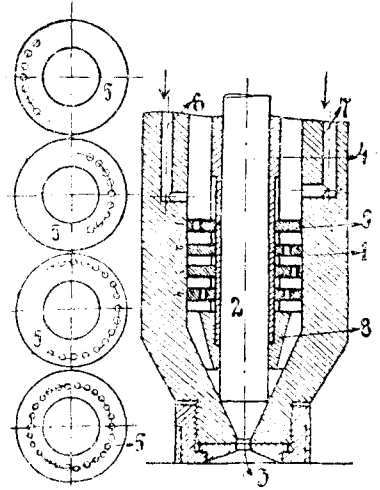
Пусковой клапан показан в разрезе на черт. 80: как видно, он отличается меньшими размерами и клапанная пружина вынесена наверх. Сжатый воздух к клапану поступает по патрубку 10, 12 — канавки для удержания масла, для лучшей смазки штока.

На черт. 81 показан клапанный привод двигателя Дизеля: как видно, передача от коленчатого вала 1 к распределительному 5 совершается посредством передаточного вала 3 и шестерен 2 и 4.



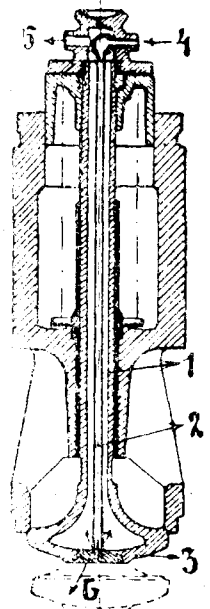
Черт. 78 а. Всасывающий клапан двигателя Дизеля.

На валу 3 обычно насаживается регулятор двигателя. 12, 13, 14, 15 — выпускной, всасывающий, нефтяной и пусковой клапана.



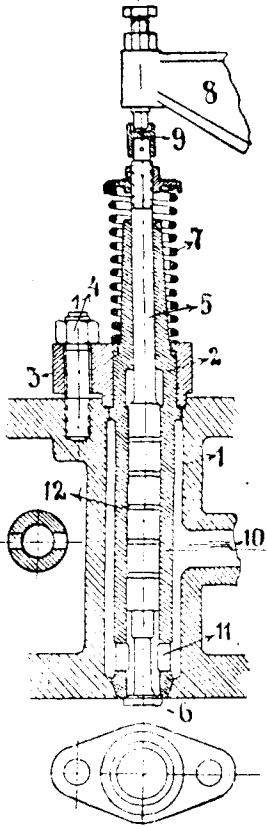
Черт. 78. Распылитель нефтяного клапана двигателя Дизеля.

На черт. 79 показан в разрезе выпускной клапан со своим стаканом. Главным его отличием является охлаждающее устройство, необходимое вследствие того, что клапан подвергается высокому нагреву от имеющих высокую температуру отработанных газов.

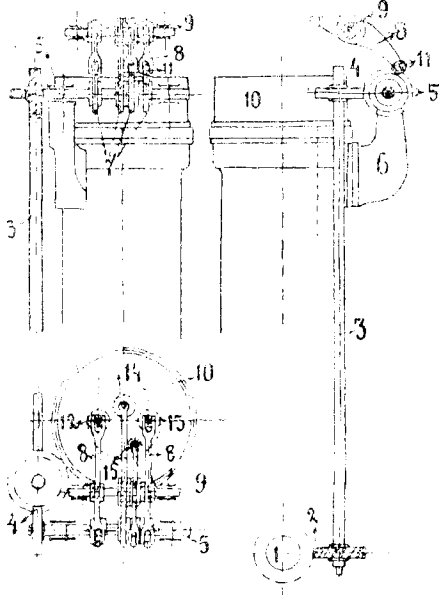


Черт 79. Охлаждаемый выпускной клапан двигателя Дизеля.

12, 13, 14, 15 —



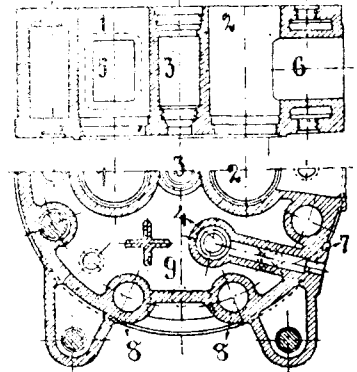
Черт. 80. Пускового клапана двигателя Дизеля.



Черт. 81. Клапанный привод двигателя Дизеля.

### 3. Цилиндр и крышка.

Двигатели Дизеля всегда имеют цилиндр, состоящий из двух частей (черт. 75): внутренней, называемой рабочей частью, и наружной.



Черт. 82. Цилиндровая крышка двигателя Дизеля.

Наружный цилиндр отливается или заодно с колоннами или станиной двигателя, или крепится в станине отдельно (у судовых двигателей). При подобном устройстве двигатель выходит более легким, рабочая часть отливается из твердого мелкозернистого чугуна и садится наверху заплечиком в заточку, сделанную для нее во внешнем цилиндре, в середине и внизу центруется поясками, отлитыми заодно с внешним цилиндром. Нижний конец рабочей части может свободно удлиняться от нагревания, рабочая часть впрессована во внешний цилиндр, между ее стенками и стенками внешнего цилиндра остается кольцевая полость, образующая водяную рубашку.

Цилиндр открыт сверху и к нему крепится на восьми массивных стальных шпильках крышка цилиндра.

Крышка (черт. 82) отливается из чугуна или стали, делается высокой и пустотелой. В крышке отлиты четыре фонаря для клапанов, три из них — 1, 2 и 3 для всасывающего, нефтяного и выпускного клапанов, расположены на диаметре крышки, а фонарь пускового клапана 4 сбоку. От клапанных фонарей внутри крышки идут каналы, оканчивающиеся на ее боковой поверхности отверстиями, к которым крепятся трубы: всасывающая, выпускная и трубка, подводившая сжатый воздух. По внутренним полостям крышки 9 между фонарями циркулирует охлаждающая вода, которая поступает сюда по соединительному каналу из водяной рубашки цилиндра.

### 4. Станина и вал.

У вертикальных заводских двигателей Дизеля станина состоит большей частью из отдельных колонн (ног), поддерживающих цилиндры и отлитых заодно с внешними цилиндрами (черт. 75); внизу колонны крепятся к машинной раме фланцами на болтах. У двигателей с несколькими цилиндрами рама состоит из двух продольных балок и нескольких поперечных, в которых расположены подшипники вала. Рама и колонны отливаются из чугуна, рама фундаментальными болтами крепится к каменному фундаменту двигателя.

На рис. 83 показан внешний вид четырехцилиндровых двигателей Дизеля в 550 сил; здесь видна конструкция колонн и крепление их к раме. У судовых двигателей Дизеля станна большей частью представляет коробчатый картер, к которому сверху крепятся цилиндры фланцами на болтах, а снизу картер фланцами на болтах крепится к раме.

У горизонтальных заводских двигателей Дизеля внешний цилиндр большей частью отливается заодно с рамой (черт. 96).

Валы двигателя Дизеля отковываются из стали, у быстроходных двигателей делаются выверленными внутри. Смазка подшипников вала бывает кольцевая или под давлением от масляного насоса.

Что касается расположения колен вала, то оно у многоцилиндровых двигателей обычно бывает: у трех и шести-цилиндровых двигателей под  $120^\circ$ , у четырех-цилиндровых под  $180^\circ$  или под  $90^\circ$ .

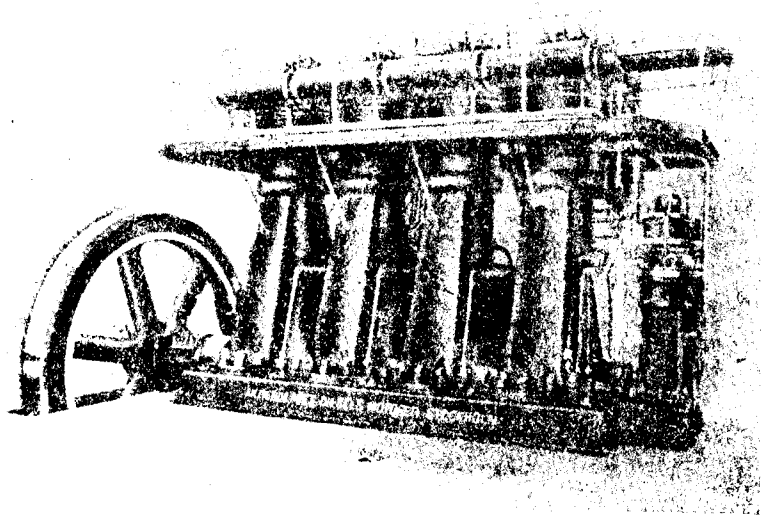


Рис. 83. Четырехцилиндровый стационарный двигатель Дизеля.

Маховики отливаются из чугуна и делаются обычно разъемными из двух равных половин, соединяемых болтами или клиньями.

Маховики насаживаются на вал на шпонках. Для трансмиссии иногда сам маховик служит шкивом, например, при канатной передаче, или же на валу рядом с маховиком насаживается передаточный шкив меньшего диаметра.

### 5. Передаточный механизм.

У большей части двигателей Дизеля шатуны непосредственно соединяются с поршневым пальцем (черт. 75 и 76), но у очень больших вертикальных двигателей Дизеля делается полный передаточный механизм, состоящий из поршневого штока с поперечной и ползуном и шатуна.

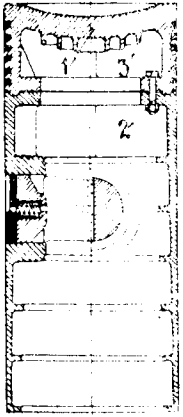
Поршни двигателей Дизеля отливаются из чугуна. На черт. 84 показан поршень в двух взаимно перпендикулярных разрезах. Вследствие значительного давления и высокой температуры, которой подвергается поршень, его отливают с толстыми стенками и снабжают большим числом поршневых колец во избежание прорыва газов. Обычно поршень снабжается шестью уплотняющими кольцами, которые помещаются или все наверху выше поршневого пальца или пять наверху, а одно внизу.

Поршни делаются очень длинными для того, чтобы предупредить истирание их и цилиндра от бокового давления. Днище поршня большей частью делается вогнутое в целях лучшего образования смеси и более полного сгорания топлива;

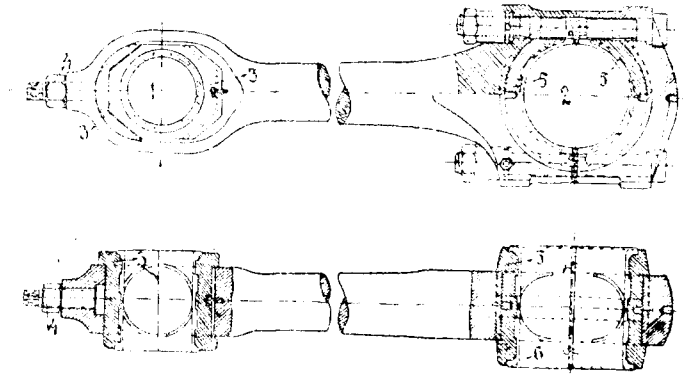
оно находится в самых невыгодных условиях, воспринимая на себя громадное давление и удар горячей нефти, поэтому подвержено порче от прогорания. Чтобы ее уменьшить, под днищем иногда отливается тонкие ребра 3, служащие для отведения тепла или же, как у некоторых судовых двигателей Коломенского завода, верхняя часть поршня с днищем и поршневыми кольцами делается съемной на болтах 2, тогда, в случае если она прогорела, ее заменяют новой, не меняя всего поршня.

Часть поршня с кольцами обтачивается по диаметру, меньшему цилиндра, остальная же часть вплотную прилегает к стенкам цилиндра и шлифуется к ним.

Для смазки головного подшипника шатуна поршневой палец делается пустотелым, а в стенках цилиндра сделаны два отверстия, к которым присоединены масло-нагнетательные трубочки от масляного насоса, когда при движении поршня



Черт. 84. Поршень двигателя Дизеля.



Черт. 85. Шатун двигателя Дизеля.

канал, высверленный в поршневом пальце, совпадает с упомянутыми отверстиями: масло нагнетается внутрь поршневого пальца и оттуда по радиальным каналам поступает и смазывает трущуюся поверхность подшипника верхней головки шатуна.

Поршневые пальцы делаются из твердой стали, закалываются и шлифуются. укрепляются во внутренних приливах поршня стопорными болтиками.

Шатуны (черт. 85) отковываются из стали. Тело шатуна делается слегка конической формы, верхняя головка делается большей частью закрытая, но снабжается внутренними бронзовыми вкладышами 3, нажимаемыми болтом 4; нижняя мотылевая головка бывает разъемная на двух болтах и имеет внутри два чугунных или бронзовых вкладыша 5, залитых бабитом 6 для уменьшения трения. Между вкладышами кладутся тонкие прокладки, которые постепенно вынимаются при износе подшипника.

## 6. Пуск двигателя Дизеля в ход.

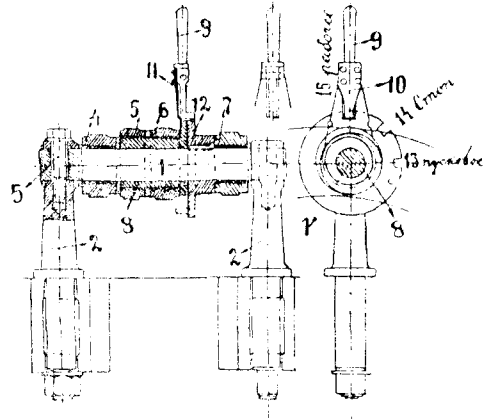
Пуск двигателя Дизеля в ход совершается всегда сжатым воздухом через пусковые клапана. С этой целью (черт. 86, 87, 88) у каждого цилиндра рычаги с и с' нефтяного и пускового клапанов сидят на общем эксцентрике, который можно поворачивать посредством пусковой рукоятки и ставить в три положения: 1) рабочее II или на нефть, когда ролик рычага нефтяного клапана с прикасается к своему кулаку на распределительном валу, а ролик рычага пускового клапана с' отошел от распределительного вала, и кулак проскакивает мимо ролика, не касаясь его; 2) положение остановки III, когда эксцентрик и пусковой рычаг повернуты в промежуточное положение, при котором оба ролика с и с' отошли от распределительного вала, они касаются своих кулаков, следовательно двигатель не может работать ни нефтью, ни воздухом и останавливается. 3) Пусковое положение I, когда пусковая рукоятка и эксцентрик поворачиваются настолько, что ролик рычага пускового клапана с' подходит вплотную

к распределительному валу и при нажатии кулаком ролика, пусковой клапан открывается и двигатель запускается сжатым воздухом, ролик же рычага нефтяного клапана сходит от распределительного вала настолько, что не касается своего кулака и открытия нефтяного клапана не происходит.

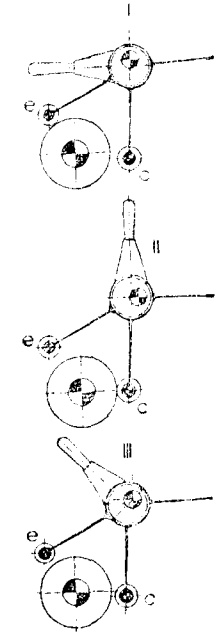
Таким образом, нефтяной и пусковой клапана никогда одновременно не работают, но благодаря тому, что ролики их рычагов прикасаются к распределительному валу с разных сторон, рычаги могут быть помещены на общем эксцентрике, который показан на черт. 89 цифрой 8.

На этом же чертеже видна ось 1 клапанных рычагов, закрепленная в стойках 2. Пусковая рукоятка 9 имеет щеколду 10, заскакивающую в вырезы на секторе, по которой она ходит, соответствующие трем выше рассмотренным ее положениям.

У двигателя Дизеля с несколькими цилиндрами вышеупомянутый поворот осей клапанных рычагов производится одновременно для нескольких цилиндров, при этом 4-х и 6-ти цилиндровые двигатели разбиваются на две равные группы. Каждая группа имеет свой пусковой рычаг, которым одновременно ставится



Черт. 89. Пусковое устройство двигателя Дизеля.



Черт. 86, 87, 88. Схема устройства для пуска двигателя Дизеля в ход.

клапана всех цилиндров группы в положения: рабочее, пусковое или остановки.

При пуске в ход сначала пускается сжатым воздухом одна группа цилиндров, если двигатель не заберет хода, то пускается другая. Как только двигатель забрал ход, сейчас же, во избежание излишнего расхода воздуха, переводятся на работу нефтью сначала одна группа цилиндров, потом другая.

При пуске открывается клапан на пусковом воздушном резервуаре, от которого сжатый воздух по трубкам поступает к пусковым клапанам цилиндра. Если двигатель—одноцилиндровый, его предварительно надо повернуть за маховик в положение, при котором ролик рычага пускового клапана нажимается кулаком на распределительном валу.

## 7. Реверсивные двигатели Дизеля с переменной хода.

Перемена хода у двигателей Дизеля применяется на судах и может осуществляться следующими способами: 1) передвижением кулачных шайб, имея для каждого цилиндра двойной комплект кулачных шайб для переднего и заднего хода, 2) переменными роликами клапанных рычагов, имея на внешнем конце каждого клапанного рычага два ролика—один для переднего хода, другой для заднего, 3) поворотом распределительного вала на угол, соответствующий углу между положениями кулаков для переднего и заднего хода посредством особой муфты на передаточном валу.

## 8. Перемена хода передвижением кулачных шайб.

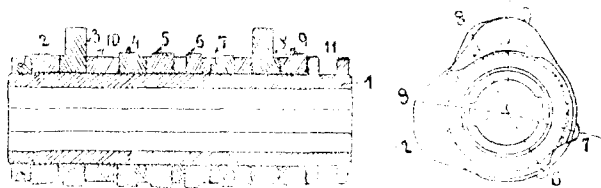
При этом способе для каждого цилиндра имеется двойной комплект кулачных шайб (черт. 90), посаженных на общей муфте 1. На муфте посажены шайбы 2, 4, 6 и 8 для выпускного, нефтяного пускового и всасывающего кла-



панов — для переднего хода и рядом с ними шайбы 3, 5, 7 и 9 для тех же клапанов, но для заднего хода.

Муфты всех цилиндров могут передвигаться одновременно посредством охватывающих их тяг с хомутами, последние прикреплены к общему валуку, который может передвигаться продольно посредством соединенного с ним рычага с рукояткой для перемены хода.

Чтобы переменить ход, кулачковая муфта передвигается настолько, чтобы кулачки одного хода вышли из-под роликов клапанных рычагов, а кулачки другого хода под них подошли. Так как при этом кулачки всасывающих и выпускных клапанов (2 и 8) могут задеть за прилегающие ролики клапанных рычагов, то необходимо перед передвижением кулачковых шайб отжать на момент ролики всасывающих и выпускных клапанов у всех цилиндров кверху от распределительного вала, что совершается отжатием внутренних концов клапанных рычагов и, следовательно, самих клапанов книзу.



Черт. 90. Передвижные кулачковые шайбы для перемены хода у двигателя Дизеля.

У небольших двигателей отжатие клапанов производится вручную посредством особого валика с рукояткой, проходящего над всеми цилиндрами; от этого валика у каждого цилиндра идут к штокам всасывающего и выпускного клапанов короткие рычажки, отжимающие клапана при повороте рукояткой продольного валика.

У больших судовых двигателей постройки Коломенского завода отжатие клапанов производится сжатым воздухом, для чего штоки всасывающего и выпускного клапанов оканчиваются поршеньками, ходящими в пневматических цилиндрах.

При перемене хода особой ручкой пускают на момент сжатый воздух в верхние части всех пневматических цилиндров, поршеньки с клапанами опускаются книзу, сжимая пружины, а ролики рычагов поднимаются кверху для свободного передвижения кулаков.

Ролики нефтяных и пусковых клапанных рычагов не нуждаются в отжатии, так как кулачковые выступы нефтяных и пусковых клапанов имеют незначительную высоту.

У больших судовых двигателей Коломенского завода не только отжатие клапанов, но и передвижение кулачковых шайб производится при помощи сжатого воздуха, для чего продольный валик, управляющий передвижением кулачковых шайб, соединяется с пневматическим цилиндром, посредством которого можно, пуская сжатый воздух в ту или другую полость цилиндра, передвигать кулачковые шайбы.

У судовых многоцилиндровых двигателей каждая половинная группа цилиндров имеет свои отдельные рычаги и привод для перемены хода и отжатия клапанов.

Полный маневр для перемены хода, напр., с переднего на задний, будет состоять из следующих операций:

1) Пусковым рычагом останавливают двигатель, выводя из действия и пусковые и нефтяные клапана.

2) Отжимают все всасывающие и выпускные клапана.

3) Рычагом для перемены хода передвигают все кулачковые шайбы так, чтобы кулачковые шайбы переднего хода вышли из-под роликов клапанных рычагов, а кулачковые шайбы заднего хода под них подошли.

4) Пусковым рычагом пускают двигатель сжатого воздуха на задний ход.

5) Пусковым рычагом переводят двигатель на работу нефтью.

Все эти операции при навыке и опытности машиниста занимают всего несколько секунд.

## 9. Нефтяной насос.

Нефтяной насос назначается для подачи нефти к форсункам. У двигателей с несколькими цилиндрами, обычно каждый цилиндр имеет свой отдельный насос для независимого регулирования подачи нефти к каждому цилиндру в отдельности; большей частью для группы цилиндров нефтяные насосы устроятся в общем корпусе, т. е. имеют общую приемную насосную и отливную камеры, но отдельные скалки и клапана для каждого цилиндра двигателя.

Нефтяной насос получает действие от распределительного вала, обычно посредством эксцентрика.

Нефтяной насос двигателя Дизеля должен удовлетворять следующим требованиям:

1) должен давать достаточное сильное нагнетание для преодоления давления скатого воздуха, действующего на нефть в форсунке;

2) при своих малых размерах благодаря ничтожному количеству нефти, вырыскиваемому за 1 рабочий ход поршня двигателя, насос должен быть надлежащим образом сконструирован и вполне надежен в действии, так как от его исправности зависит работа двигателя;

3) насос должен иметь регулировочное устройство, посредством которого можно в широких пределах изменять количество подаваемой к форсунке насосом нефти и, следовательно, число оборотов двигателя.

В целях осуществления последнего требования, действие нефтяного насоса двигателя Дизеля существенным образом отличается от действия обыкновенных нагнетательных насосов, именно, в то время, как у последних за нагнетательный ход — поршня или скалки, всасывающий клапан закрыт, а нагнетательный открыт, и нагнетание продолжается весь ход поршня, у нефтяного насоса Дизеля скалка его засасывает во время всасывающего хода в несколько раз больше нефти, чем требуется для подачи в форсунку за 1 рабочий ход, а затем во время нагнетательного хода скалки, большая часть засосанной нефти перепускается обратно в приемную полость насоса.

Такое устройство необходимо в силу того, что порция топлива, подаваемая за 1 рабочий ход, ничтожна; например, для двигателя Дизеля в 100 сил в цилиндре при 180 оборотах она равна 4 г, поэтому изменять для регулировки двигателя такое незначительное количество было бы крайне затруднительно.

При упомянутом же отводе большей части засосанной нефти обратно, регулировка производится изменением этого количества именно, если требуется меньший ход двигателя, больше нефти перепускается обратно, а меньше нагнетается к форсунке; когда требуется большая скорость двигателя, поступают наоборот.

Перепускание избытка нефти обратно совершается или при помощи воздействия регулятора на дополнительный клапан, перепускающий нефть из насосного пространства обратно в приемное, или же чаще всего воздействием регулятора на всасывающий клапан насоса, при чем во время нагнетательного хода скалки всасывающий клапан бывает некоторое время открыт и топливо выдвливается через него обратно в приемную полость насоса.

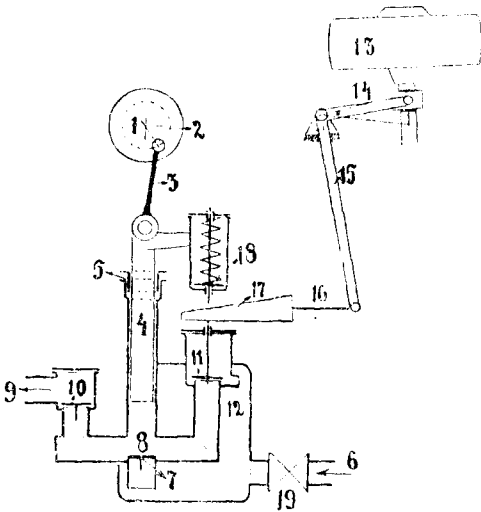
При первом способе (черт. 91) стержень добавочного клапана *11* упирается в клин *17*, который посредством тяги *16* и углового рычага *15*, *14* может продольно передвигаться от регулятора *13* и изменять подъем дополнительного клапана *11*.

При втором способе (черт. 92) принудительное задерживание всасывающего клапана *13* на части нагнетательного хода скалки *1* производится посредством поперечины *24* с регулировочным болтиком *15*, упирающимся в стержень всасывающего клапана *13*, поперечина получает попеременное движение вверх и вниз посредством тяги *22*, соединенной с рычагом второго рода *А*, получающим качательное движение от эксцентриковой тяги *1*, приводящей в движение скалку насоса (а иногда от особого эксцентрика).

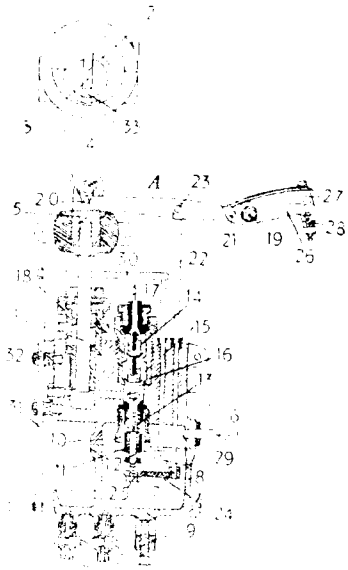
Между стержнем всасывающего клапана и ударным болтиком обязательно должен быть зазор; если бы этого зазора не существовало, то нагнетание совсем бы не происходило, так как всасывающий клапан, опускаясь во время нагнетательного хода, сел бы на свое гнездо и прекратил обратное перепускание нефти только тогда, когда кончился бы нагнетательный ход скалки. Таким образом, от величины упомянутого зазора зависит количество нагнетаемой насосом к форсунке нефти: чем больше этот зазор, тем раньше всасывающий клапан силой нагнетания прихлопнется к гнезду, а отставной клапан откроется и тем больше нефти поступит к форсунке и наоборот.

Изменение зазора и, следовательно, регулировка производится изменением точки подвеса 21, рычага 14, управляющего принудительным открытием всасывающего клапана.

С этой целью упомянутая точка подвеса располагается на конце короткого рычага, насаженного на особом валике 19, который действием центробежного регулятора может поворачиваться в ту или другую сторону и, следовательно, при этом



Черт. 91. Схема нефтяного насоса двигателя Дизеля с дополнительным перепускным клапаном.



Черт. 92. Нефтяной насос двигателя Дизеля с регулировкой посредством всасывающего клапана.

зазор между регулировочным болтиком и стержнем всасывающего клапана будет изменяться.

Нефтяные насосы Дизеля устроятся с двумя нагнетательными клапанами 16 и 17, расположенными один над другим для того, чтобы благодаря громадному давлению сжатого воздуха в форсунке нефть из нагнетательной трубки при всасывающем ходе скалки не просачивалась обратно в насосное пространство.

Для быстрой остановки двигателя нефтяной насос иногда снабжается особым приводом 31 — 30, посредством особой поперечины 23, упирающейся в закрепленную на стержне всасывающего клапана на муфту 11 и поднимающей всасывающий клапан, через что он остается открытым за все время нагнетательного хода, нефть к форсунке более не нагнетается и двигатель останавливается.

У судовых двигателей Дизеля, кроме регулировки, от регулятора валик 13 может поворачиваться и регулировка происходит от особого ручного привода для того, чтобы, когда судну потребуются дать средний малый ход, можно было изменить воздействием на насос в широких пределах число оборотов двигателя.

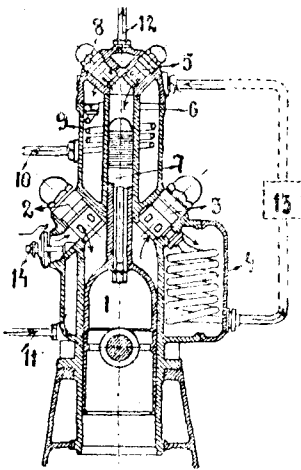
## 10. Компрессоры.

Компрессоры предназначаются для снабжения двигателей Дизеля сжатым воздухом и бывают двойного и тройного, а в некоторых случаях даже и четверного сжатия. По способу расположения и приведения в действие различают компрессоры, расположенные сбоку двигателя, получающие действие от его шатунов посредством коромысел и тяг, и компрессоры, расположенные по линии вала и получающие действие от отдельного кривошипа на валу.

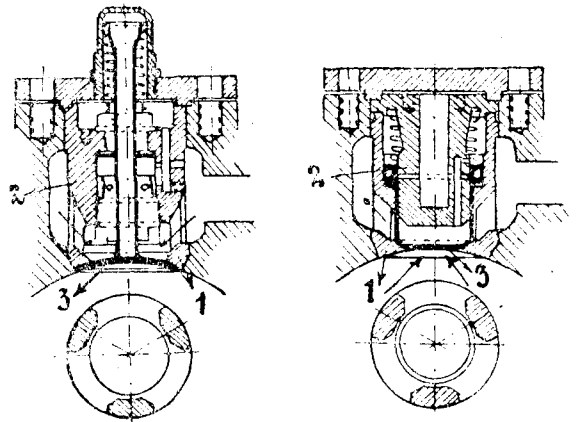
При первом устройстве цилиндры компрессора располагаются отдельно сбоку цилиндров двигателя и каждый из них получает действие от отдельного шатуна.

При втором устройстве цилиндры располагаются в общей отливке, один под другим—система тандем—с общим колоколообразным поршнем, получающим действие посредством поршневого пальца и шатуна от кривошипа вала (черт. 93).

Необходимыми принадлежностями компрессора являются холодильники и сепараторы. Первые представляют собой трубчатые змеевики 4 и 9, помещенные в водяной рубашке компрессора или в отдельном цилиндре, вокруг змеевика циркулирует холодная вода, охлаждающая нагретый после сжатия воздух, проходящий по змеевику.



Черт. 93. Компрессор двигателя Дизеля.



Черт. 94. Клапана компрессора.

Сепараторы представляют собой полости, отлитые за одно с цилиндрами компрессора или устроенные отдельно и служащие для продувания сжатого воздуха от воды и масла; первая получается от влажности воздуха, а масло попадает в воздух благодаря принудительной смазке цилиндра и поршня. Каждый цилиндр снабжается всасывающими и нагнетательными клапанами 2, 3, 5 и 8, открывающимися автоматически.

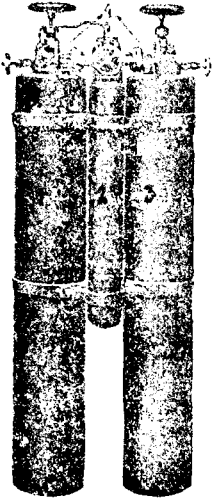
Иногда цилиндр двигателя снабжается несколькими всасывающими и нагнетательными клапанами, расположенными рядом. Кроме того компрессор снабжается особым регуляторным клапаном 11, которым регулируется от руки всасываемый воздух; если по манометру давление сжатого воздуха, подаваемого компрессором, слишком велико, прикрывают регуляторный клапан, если мало—открывают больше: воздух всасывается через закрытый патрубок, снабженный узкими прорезями, чтобы пыль не попадала в компрессор и не засоряла клапанов, клапана компрессора должны быть предметом особого внимания и наблюдения, они устраиваются весьма легкими и представляют собой стальные штампованные пластинки 3 (черт. 94): всасывающие со штоками, нагнетательные без штоков (справа) зачернены на чертежах.

Гнезда клапанов находятся в особых вставных чугунных стаканах. Нагнетательные клапана открываются не сразу, сначала нагнетательного хода поршня, а лишь тогда, когда давление сжатого воздуха достигнет в цилиндре низкого давления 7—8 атм., а в цилиндре высокого давления 60—70 атм.

## 11. Воздушные резервуары.

Воздушные резервуары служат для хранения сжатого воздуха, имеют форму высоких узких цилиндров (черт. 95) и выштампованы из цельного куска стали с приваренной головкой. Конструкция их должна быть выполнена крайне тщательно и надежно, иначе они будут представлять опасность взрыва, во избежание которого они подвергаются после постройки периодически гидравлическому испытанию на двойное рабочее давление.

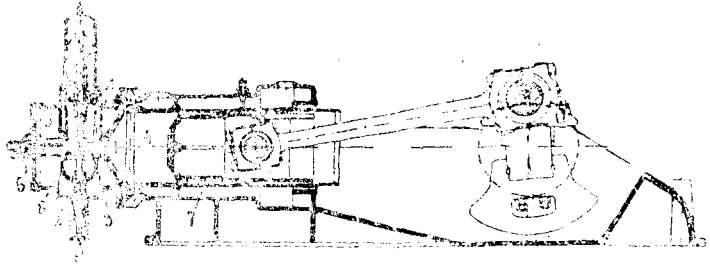
Воздушных резервуаров бывает несколько, или по крайней мере три: пусковой 1, рабочий 2 и запасный 3. Головки воздушных резервуаров снабжены запорными клапанами и соединительными трубами таким образом: один резервуар может быть соединен с другим. Давление воздуха в резервуарах показывается установленным на видном месте манометром.



Черт. 95. Воздушные резервуары.

## 12. Горизонтальные двигатели Дизеля.

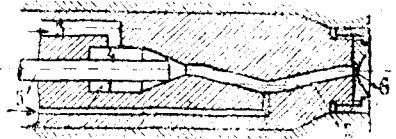
Горизонтальные двигатели Дизеля строятся одноцилиндровые, двухцилиндровые тандем и четырехцилиндровые, двойные тандем с продольным или поперечным расположением распределительного вала.



Черт. 96. Горизонтальный двигатель Дизеля.

При первом расположении всасывающий и выпускной клапана располагаются сбоку головки цилиндра перпендикулярно оси цилиндра, при чем всасывающий клапан 1 (черт. 96) располагается вверх, а выпускной 2—вниз, что касается форсунки 6 и пускового клапана, то они располагаются либо сбоку цилиндрической головки, либо на ее конце. Что касается второго расположения, то при нем все 4 клапана расположены в цилиндрической крышке, как и у вертикального двигателя.

Горизонтальные двигатели Дизеля имеют более простое устройство форсунки и нефтяного насоса, форсунка у них делается открытой и изображена схематически на черт. 97; когда игольчатый клапан 5 закрыт, давление сжатого воздуха не действует на нефть, что достигается подводом нефти между гнездом игольчатого клапана и выходным отверстием форсунки. Благодаря такому устройству нефтяной насос не должен преодолевать давление сжатого воздуха и потому может быть сделан более простым. Горизонтальные Дизели системы Лицеямейера строятся у нас на заводе б. Бромлей в Москве и на Сормовском.



Черт. 97. Открытая форсунка двигателя Дизеля.

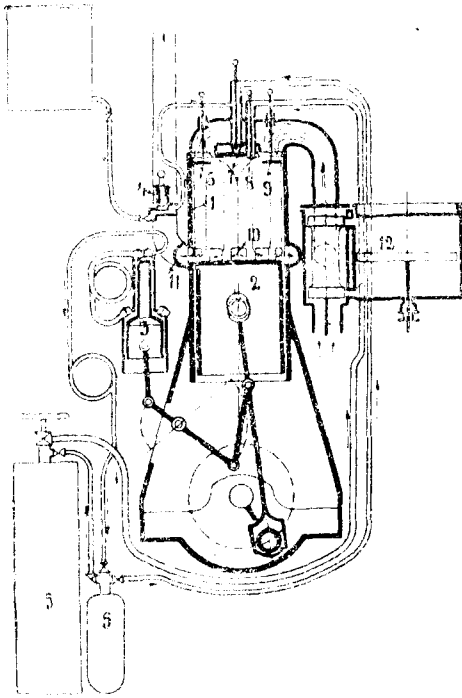
## 13. Двухтактные двигатели Дизеля.

Схема двухтактного двигателя Дизеля, аналогичная схеме четырехтактного двигателя, которая была дана на черт. 74, представлена на черт. 98.

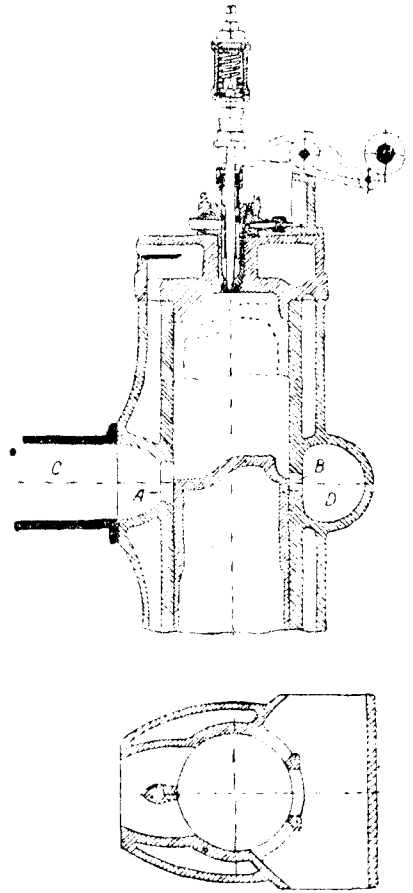
Действие двухтактного двигателя Дизеля следующее: когда поршень 2 находится на верхней мертвой точке, то в воздух, сжатый также как и у четырех-

тактного двигателя до давления 32—35 атм и раскаленный, форсунка 7 взбрызгивает нефть, которая воспламеняется и продукты горения, расширяясь, гонят поршень вниз. Когда поршень пройдет более половины своего хода, верхняя часть его покрывает выпускные окна 10, расположенные по окружности на половине высоты цилиндра и начинается выпуск.

Когда мотыль в дальнейшем движении вниз не дойдет немного до нижней мертвой точки, открываются расположенные в цилиндрической крышке продувочные клапана 6 и 9, через которые под небольшим давлением от особого продувочного насоса 12 поступает воздух и выгоняет из цилиндра через выпускные окна остатки продуктов горения; когда мотыль перейдет нижнюю мертвую точку и поршень



Черт. 98. Схема двухтактного двигателя Дизеля.



Черт. 99. Разрез цилиндра двухтактного двигателя Дизеля с боковой продувкой.

начнет двигаться вверх, сначала закроются продувочные клапана, затем поршень закроет выпускные окна и оставшийся над поршнем чистый воздух будет сжиматься, пока поршень не дойдет до верхней мертвой точки и не произойдет снова взбрызгивание нефти и не начнется новый рабочий ход. Таким образом, существенным отличием двухтактного двигателя Дизеля от четырехтактного является отсутствие выпускных клапанов, замененных выпускными окнами, отсутствие всасывающих клапанов, замененных продувочными клапанами или продувочными окнами и неперемное наличие продувочного насоса.

В остальном конструкция цилиндров, поршней, шатунов, валов, станин, компрессоров не отличается от устройства четырехтактного двигателя Дизеля. Двухтактные двигатели Дизеля строятся, главным образом, за границей, нескольких систем, так как известные крупные заводы выработали свои собственные типы. Различие их заключается главным образом в устройстве продувки: у одних продувочных насосов распределение воздуха совершается клапанами, у других—

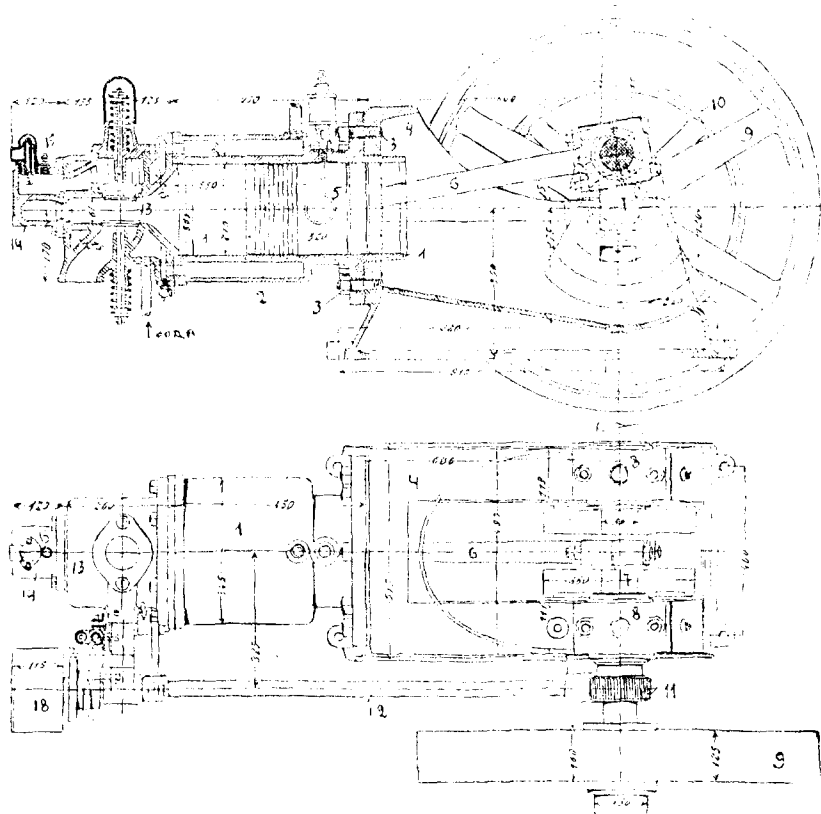
цилиндрическими золотниками, как у паровой машины. У современных двухтактных двигателей — двигателей завода Зульцера и других, совсем не делается продувочных клапанов, а они заменены продувочными окнами *B* (черт. 99), расположенными на полуокружности против выпускных окон *A*, как у двухтактных двигателей с запальным шаром: при таком устройстве в цилиндрической крышке остаются только два клапана: форсунка и пусковой.

Продувочные насосы получают действие от двигателя, устраиваются двойного действия и сжимают воздух до умеренного давления, всего 0,1—0,2 *m* выше атмосферного.

Преимущество двухтактных двигателей Дизеля, как всяких двухтактных, заключается в том, что они при том же диаметре цилиндра и ходе поршня и числе оборотов дают в два раза большую мощность (практически в 1,9 раза), вследствие чего при одинаковой мощности могут быть сделаны значительно меньших размеров и веса, что делает их особенно пригодными в качестве судовых двигателей, где экономия веса имеет большое значение.

#### 14. Нефтяные четырехтактные двигатели с запальным шаром.

Строятся большей частью горизонтальные, но бывают также и вертикальные. Запальный шар играет или только роль воспламенителя, если горючее впрыски-

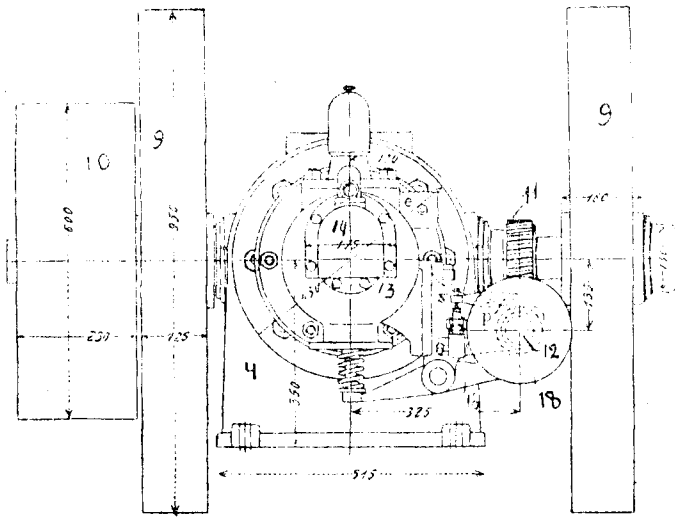


Черт. 100. Четырехтактный горизонтальный нефтяной двигатель с запальным шаром.

вается в конце сжимающего хода, или также роль испарителя, если горючее впрыскивается во время всасывающего или начала сжимающего хода.

Подобный пример представляет устройство горизонтального двигателя (черт. 100 и 101), у него кроме главного всасывающего клапана (сверху) имеется еще добавочный воздушный клапан *a*, открывающийся внутрь камеры, устроенной за запальной камерой *14*.

При всасывающем ходе поршни открываются оба всасывающих клапана и вспрыскивается нефть в упомянутую камеру через форсунку, на чертеже не показанную.



Черт. 101. Концевой вид горизонтального нефтяного двигателя с запальным шаром.

Нефть, попадая на внешнюю раскаленную стенку запального шара, испаряется, перемешивается с воздухом, поступающим через добавочный клапан, и образует обогащенную смесь, которая, в свою очередь, перемешивается с главным притоком воздуха, поступающим через главный всасывающий клапан. Последний таким образом впускает в цилиндр во время всасывающего хода уже смесь нормального состава, которая в конце сжимающего хода вгоняется внутрь запального шара

и воспламеняется от соприкосновения с его раскаленными стенками.

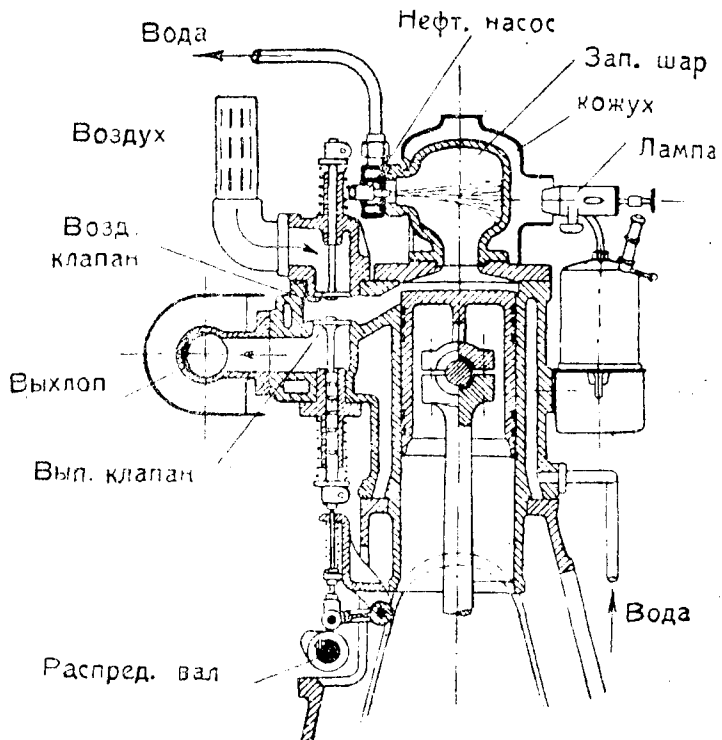
На черт. 102 показан разрез вертикального четырехтактного двигателя с запальным шаром.

У двигателей с запальным шаром цилиндрические крышки делаются отдельными: запальный шар отливается или вместе с крышкой из чугуна, но так как он всегда бывает раскален, а при этом чугушное литье недостаточно надежно, то часто его делают отдельным и отливают из стали.

Запальные шары у различных двигателей имеют разнообразную форму: в виде полного шара с узкой горловиной и языком, в который бьет струя нефти, то в виде полушара или вытянутой грушевидной камеры с закругленными стенками.

Топливо направляется при помощи форсунок, устройство которых уже было рассмотрено,

в различные места запального шара и форсунки устанавливаются под различными углами у различных типов двигателей: встречаются форсунки, расположенные



Черт. 102. Вертикальный нефтяной четырехтактный двигатель с запальным шаром.



горизонтально, направленные вертикально вниз и наклонно под углом вверх: последнее устройство встречается чаще всего.

Запальный шар прикрывается предохранительным колпаком, отлитым из чугуна (черт. 102), прикрепленным к цилиндровой крышке и имеющим отверстия для входа горелки лампы, нагревающей при пуске двигателя запальный шар, и, кроме того, с двух сторон окна с заслонками.

Между стенками запального шара и наружного колпака остается значительный воздушный промежуток.

Назначение колпака заключается, во-первых, в том, что он защищает моториста от ожогов около раскаленного запального шара, а, во-вторых, служит для регулировки его нагрева: если двигатель работает при большой нагрузке, и в цилиндре сжигается много топлива, запальный шар раскаляется больше, чем следует. тогда открывают заслонки на колпаке, чтобы наружный воздух несколько охладил запальный шар.

Наоборот, если двигатель работает долго вхолостую или при малой нагрузке, в цилиндре сгорает мало топлива и запальный шар недостаточно накален, то заслонки на колпаке закрываются.

Всасывающие клапана у небольших двигателей большей частью делаются автоматические без клапанного привода (черт. 102).

Регулировка двигателя производится воздействием центробежного регулятора на количество подаваемого нефтяным насосом нефти к форсунке.

У горизонтального вышеописанного четырехтактного двигателя регулировка совершается тем, что центробежный регулятор (черт. 100), расположенный также горизонтально на конце распределительного вала 12, при увеличивающейся скорости передвигает продольно косую кулачную муфту *n*, действующую на двухплечный рычаг *p* нефтяного насоса *s*, отчего угол качания рычага и ход скалки насоса изменяются.

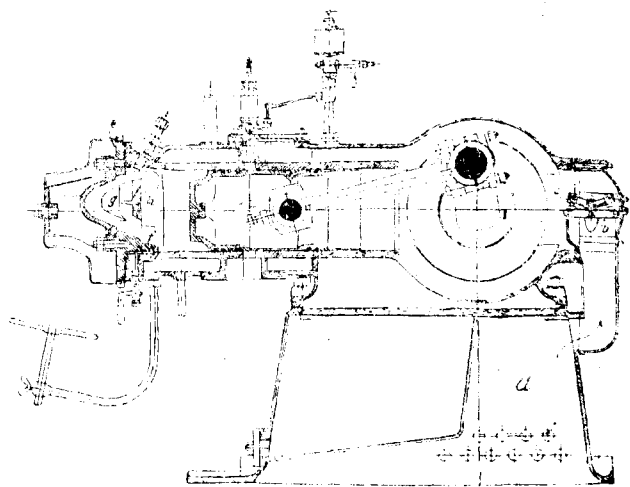
Горизонтальные двигатели с запальным шаром большей частью устраиваются небольшой мощности, одноцилиндровые, с двумя маховиками и шкивом (черт. 101), расположенными по обе стороны двигателя на концах коленчатого вала.

### 15. Двухтактные нефтяные двигатели с запальным шаром.

Примером такого горизонтального двигателя может служить двигатель „Русь“, одноцилиндровый 12 сил, изображенный в разрезе на черт. 103. Он имеет цилиндр, отлитый заодно с водяной рубашкой и кривошипной камерой, весь блок крепится болтами с возвышенной литой чугунной коробчатой станиной, крепящейся в свою очередь болтами к фундаменту.

Цилиндровая крышка сделана отдельной и к ней привернута запальная камера *g* закругленной конической формы.

Кривошипная камера особым каналом сообщается с внутренностью пустотелой станины, из которой всасывает воздух, поступающий в станину через отверстия *a* на боковой стенке.



Черт. 103. Горизонтальный двухтактный нефтяной двигатель „Русь“.

В упомянутом канале устроены автоматические воздушные клапана *b*, в открывающиеся внутрь кривошипной камеры, когда поршень производит в ней разрежение.

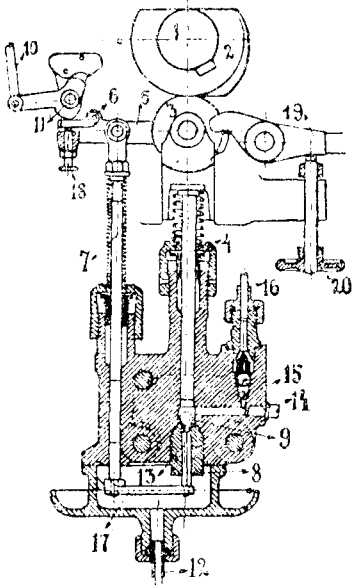
Часть станины внутри (на чертеже—левая) усилена отлитыми с ней заодно перегородкой и дном и залужит нефтяным баком.

Всасывающий клапан кривошипной коробки состоит из кожаной пластинки, прижимаемой к клапанной решетке спиральными пружинками.

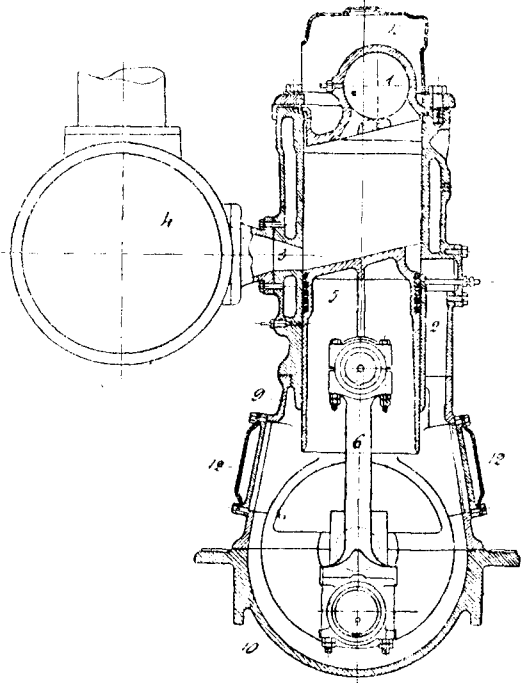
Цилиндр на середине длины имеет два окна: сверху впускное, сообщающееся каналом с кривошипной коробкой, а снизу выпускное, сообщающееся с выпускной трубой.

Двигатель „Русь“ имеет нефтяной насос *1*, устройство и способ регулировки которого подобны нефтяному насосу двигателя Дизеля. Этот насос изображен отдельно в разрезе на черт. 104.

Скалка насоса *4* получает действие от кулачной шайбы *2*, насаженной на конце коленчатого вала *1*, обратный (всасывающий) ход скалки совершается посредством спиральной пружины.



Черт. 104. Нефтяной насос двигателя „Русь“.



Черт. 105. Поперечный разрез нефтяного двухтактного двигателя системы Болиндера.

Насос имеет отсечный стержень *7* с задержником *13*, удерживающим всасывающий клапан *9*, открытым на части нагнетательного хода так же, как и у насоса Дизеля.

Отсечный стержень подвешен к рычагу *5* скалки, при чем ось вращения рычага приходится на ребро закаленной поворотной призмы *11*.

Призма соединена рычагом и тягой *10* с муфтой регулятора двигателя.

При увеличившейся скорости вращения регулятор поворачивает призму так, что рычаг, к которому подвешен отсечный стержень, поднимается и следовательно уменьшается зазор между задержником и всасывающим клапаном, последний остается открытым дольше и количество подаваемой насосом нефти уменьшается.

Насос имеет шариковые клапана—один всасывающий *9* и два нагнетательных *15* и снабжен рычагом *19* с ручкой (справа), конец рычага может нажимать на скалку и служит: 1) для подкачки нефти вручную при пуске двигателя в ход и 2) для выключения насоса, ввертывая болт *10* с маховичком, упирающийся в ручку вследствие чего скалка насоса отжимается книзу и кулачная шайба перестает на нее действовать.

На черт. 105 представлен в разрезе вертикальный двухтактный нефтяной двигатель Болиндера. Поршень находится на нижней мертвой точке и справа

происходит впуск чистого воздуха по каналу 2 из картера и выпуск продуктов горения через окно 3 справа в глушитель 4. Всасывание воздуха в картер происходит через клапана 12, открывающиеся внутрь при восходящем ходе поршня.

Также двигатели устриваются с числом цилиндров от 1 до 4.

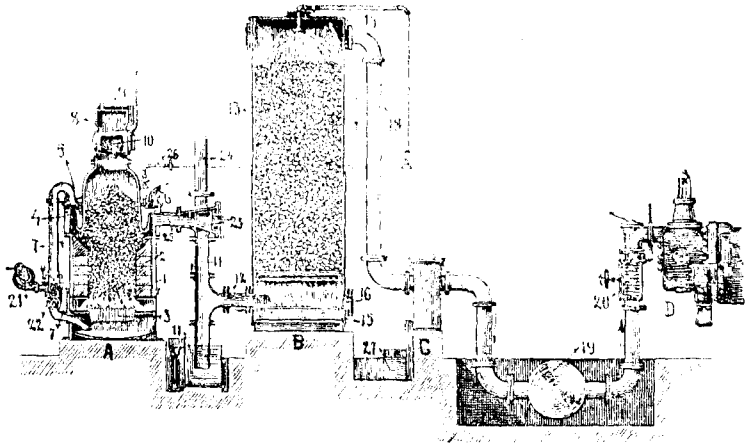
## ГЛАВА ПЯТАЯ.

### Газовые и газогенераторные двигатели.

#### 1. Газогенераторы.

Полная газогенераторная установка состоит из газогенератора, мокрого очистителя газа или скруббера, сухих очистителей и газогенераторного двигателя. Генератор обычно представляет собой вертикальную цилиндрическую печь, склепанную из листового железа или отлитую из чугуна и выложенную внутри огнеупорным кирпичом. Внизу шахты устроена колосниковая решетка, на которой лежит топливо, заполняющее генератор, и происходит горение. Для получения горючей окиси углерода горение обязательно должно быть неполное, т. е. со сгоранием  $C$  в  $CO$  и медленное, что и достигается, во-первых, высоким слоем горючего топлива над колосниковой решеткой, во-вторых, ограниченным доступом воздуха.

Генераторы по своему устройству разделяются на всасывающие и нагнетательные. У первых давление внутри генератора, трубопроводов и очистителей ниже атмосферного, так что образующийся газ всасывается двигателем при всасывающем ходе поршня; воздух, необходимый для горения в генераторе, также всасывается в него вследствие разрежения внутри генератора. У нагнетательных генераторов воздух нагнетается в генератор вентилятором, так что в генераторе имеется некоторый избыток давления. Нагнетательные генераторы обладают тем важным недостатком, что из них может происходить утечка генераторного газа, представляющая собою двойную опасность: 1) взрыва от смешения газа с окружающим воздухом и 2) отравление людей угарным газом, зато нагнетающие генераторы более пригодны для образования газа из смолистого топлива. В технике, главным образом, применяются всасывающие генераторы вследствие их безопасности. Полная установка газовсасывающего генератора изображена на черт. 106.



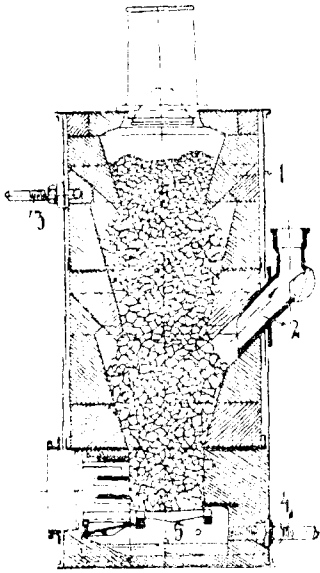
Черт. 106. Установка со всасывающим газогенератором.

В верхней части генератора А помещается загрузочная коробка 8 для заправки топлива; она имеет обязательно двойной затвор 9 и 10 чтобы не происходило утечки газа, и окружающий воздух во время засыпки топлива. Ниже ее расположены газоотводная труба 25 и испаритель 5 для получения водяного пара, представляющий обычно кольцевое корыто, отлитое из чугуна и расположенное в верхней части шахты; от испарителя идет труба 7 вниз в поддувало А. Вода в испаритель поступает по особой водопроводной трубке 26; от сильного жара внутри генератора вода превращается в пар, который,

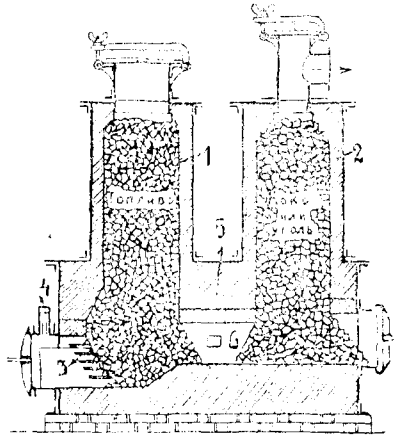
смешиваясь с воздухом, подводимым патрубком 6, всасывается вследствие разрежения в генераторе под колосниковую решетку 3. Здесь пар, встречая раскаленный слой топлива, распадается на свободный водород и на свободный кислород. Водород, обладая высокой теплотворной способностью—29.000 калорий, является ценным продуктом в генераторном газе, так как сильно увеличивает его теплотворную способность. Газ, получаемый из генератора, сильно нагрет и содержит в себе механическую примесь из пыли и частиц топлива, а также вредную примесь сернистых газов, образующихся при горении серы, заключающейся в некоторых сортах топлива (в каменном угле), поэтому генераторный газ нуждается в охлаждении и очистке. Охлаждение и промывка газа от сернистых газов совершается в мокром очистителе — „скруббере“ 13. Последний представляет собой высокий цилиндр, склепанный из листового железа. Скруббер наполнен почти доверху коксом, лежащим на решетке, немного выше дна скруббера; вверху над скруббером расположена дождевая воронка, из которой вода, поступающая от водопровода 11, падает мелко раздробленными струйками и стекает между кусками кокса вниз. Навстречу водяным струйкам поднимается газ, подводимый под решетку по трубе 12. Кокс действует как фильтр, задерживая пепел и пыль, а вода охлаждает газ, промывает его от сернистых газов и осаждает твердые частички, примешанные к газу на дно скруббера, откуда и удаляют грязь по мере накопления через особый сток. Вода из скруббера через газоотводную трубу стекает в колодезь 17, откуда сифоном удалится прочь. Нижний конец газоотводной трубы обязательно должен находиться под водой, играющей роль водяного затвора для газа. Из скруббера газ по трубе 18 поступает в сухой очиститель 6, представляющий железный ящик, наполненный очищающей массой — древесными опилками или железной стружкой и служащий для отделения смолистых примесей от газа. После сухого очистителя газ проходит через регулятор давления 19, уравнивающий колебания давления во всей системе после чего уже вполне очищенный газ поступает к всасывающему клапану 20 двигателя 10. Задувка генератора происходит посредством ручного вентилятора 21; при пуске генератора трехходовой кран 23 перекрывается на трубу 24, чтобы воздух и смесь воздуха с начинающимся образующимся газом уходили в атмосферу. Существует много различных систем генераторов, но устройство их более или менее одинаковое и различия существуют лишь в деталях, касающихся чистки, промывки, осушки, очистки газа от дегтя и т. д. В промышленности главное значение имеют генераторы, позволяющие пользоваться дешевыми сортами топлива.

Хорошее топливо для генераторов должно удовлетворять следующим условиям: иметь удобную форму в виде небольших одинаковых кусков, не должно содержать серы, образующей вредные для людей и машины газы и дегтя, загрязняющего двигатель. Этим условиям лучше всего отвечают антрацит и кокс, служащие поэтому наиболее применимым топливом для генераторов. Для других дешевых сортов топлива выработаны специальные типы генераторов. Для получения газа из смолистых каменных углей применяют генераторы с двумя поясами горения (черт. 107) — нижним над колосниками и верхним над отводной трубой 2 для газа. К обоим поясам по трубкам 3 и 4 подводится воздух, необходимый для горения. В верхнем поясе топливо нагревается и начинает гореть, выделяя из себя тяжелые смолистые примеси и образуя кокс, сползающий к нижнему поясу. Смолистые примеси, опускаясь через раскаленный кокс, горящий в нижнем поясе, под действием высокой температуры разлагаются и превращаются в горючие газы. Под колосниковой решеткой устроено водяное корыто 5, служащее испарителем; от сильного лучеиспускания горящего на колосниках топлива вода испаряется и пар вместе с воздухом поступает под колосники, давая в генераторе Довсоновский газ. Описанный генератор — всасывающе-нагнетающий, это значит, что вентилятор ставится на газоотводной трубе между генератором и скруббером, работая все время и всасывая газ из генератора, нагнетает его через скруббер и другие очистители в двигатель. Существуют

генераторы, которые могут работать не на одном только сорте топлива, а на многих разнородных дешевых топливах, к числу таковых принадлежит генератор „Рише“ (черт. 108), он—вагнетающего типа и имеет два пояса горения, расположенные в отдельных шахтах. Свежее топливо загружается в первую шахту 1 и горит на ступенчатых колосниках 3; воздух, необходимый для горения, нагнетается вентилятором по трубе 4. Образовавшийся генераторный газ, в котором, в зависимости от состава топлива, могут быть тяжелые и смолистые примеси, по соединительному каналу 6, куда через особое окно подается дополнительный воздух, необходимый для



Черт. 107. Газогенератор с двумя поясами горения для смолистого топлива.



Черт. 108. Двойной газогенератор системы Рише для смолистого топлива.

горения во втором поясе, переходит во вторую шахту 2, заполненную раскаленным коксом, и имеющую внизу свой пояс горения, в котором уже происходит окончательное сгорание смолистых примесей. Таким образом кокс во второй шахте не служит топливом, а только, будучи раскален, заставляет сгорать смолистые примеси в газе, поэтому расход кокса при его медленном прогорании ничтожный: от

2½ до 6 грамм на силу-час. Генератор „Рише“ может работать на сырых опилках, березовых и сосновых дровах, торфе, подсолнечной лузге, каменном угле и резаной ржаной соломе.

## 2. Газовые двигатели.

Газовые двигатели устраиваются для работы на газогенераторном доменном светильном газе, также на натуральном нефтяном и на газе коксовальных печей. Наибольшее применение имеют газогенераторные двигатели; светильным газом работают только небольшие двигатели в мелкой промышленности от сети городского газового освещения. Газовые двигатели устраиваются горизонтальные, иногда вертикальные, одноцилиндровые и с несколькими цилиндрами. Газовые двигатели бывают четырехтактные и двухтактные, простого и двойного действия. Газогенераторные двигатели обычно устраиваются четырехтактные и простого действия.

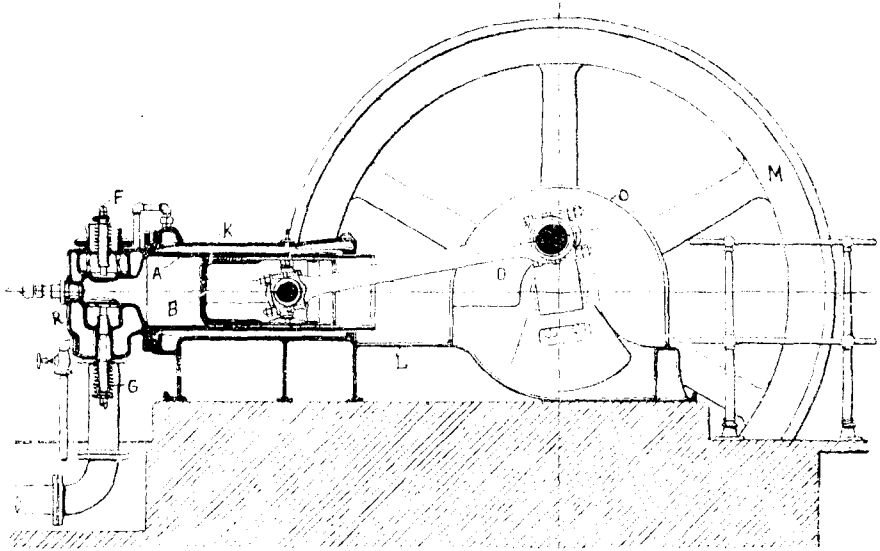
На черт. 109—в продольном разрезе и на черт. 110—в поперечном представлен весьма распространенный одноцилиндровый четырехтактный газовый двигатель Кертинга.

Сверху расположен всасывающий клапан снизу выпускной. Всасывающий клапан *F* (черт. 110) приводится в действие от распределительного вала *C* посредством нижнего рычага *X*, тяги *I* и верхнего рычага *Z*. Выпускной клапан *G* управляется рычагом *Y*.

Двигатель регулируется центробежным регулятором *S*, действующим посредством рычага и тяги на заслончатый клапан *J*, подводящий смесь к всасывающему клапану.

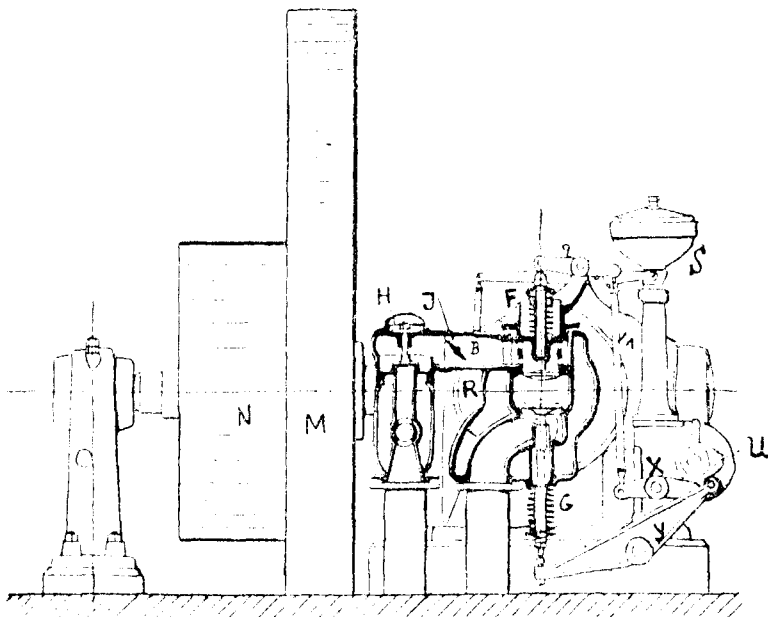
Клапан *M*—автоматический и служит для приготовления смеси газа с воздухом,—он представлен отдельно в разрезе на черт. 111.

Автоматический клапан изображен на половину справа — открытым, на половину слева — закрытым. Он прикрывает своей серединой всасывающую трубу,



Черт. 109. Продольный разрез газового двигателя Кертинга.

а краями — кольцевую щель *b*, по которой поступает воздух. Регулировка газа — качественная, производится краном *e*, а количественная регулировка смеси — заслонкой *e*.



Черт. 110. Поперечный разрез газового двигателя Кертинга.

На черт. 112 и 113 изображен в продольном и поперечном разрезе большой четырехтактной газовой двигатель двойного действия.

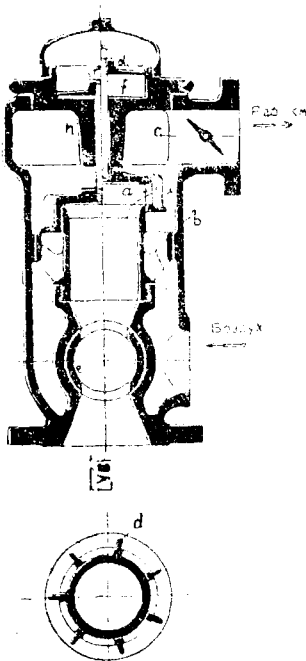
У него на каждом конце цилиндра расположено по всасывающему и выпускному клапану; таким образом, в то время, как в одной половине цилиндра происходит всасывание или рабочий ход, в другой происходит сжатие или выпуск.

Клапаны получают действие от распределительного вала, расположенного параллельно оси цилиндра; от эксцентриков 1, посаженных на распределительном валу, действие клапанам передается посредством тиг 5, 5.

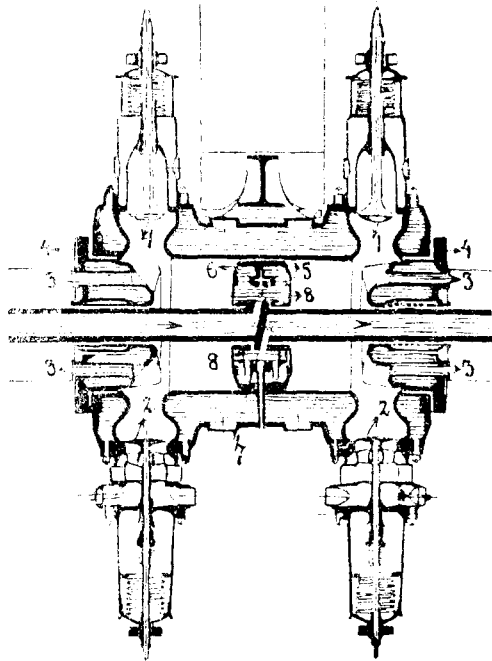
Газ и воздух поступают в клапанную коробку всасывающего клапана по отдельным патрубкам 4 и 6 и смешиваются в смесительной камере, образуя взрывчатую смесь, воспламеняемую электрической свечей. На черт. 112 втулки 3, 3 как раз предназначаются для свечей.

Из этого же чертежа видно, что в днищах цилиндра устроены наливочные коробки для поршневого штока. Поршень и его шток охлаждаются водой, путь которой показан стрелками.

Газовые двигатели имеют как качественную, так и количественную регулировку, при качественной изменяется впуск либо газа, либо воздуха, а при количественной — всей смеси.



Черт. 111. Автоматический смесительный клапан двигателя Кертинга.

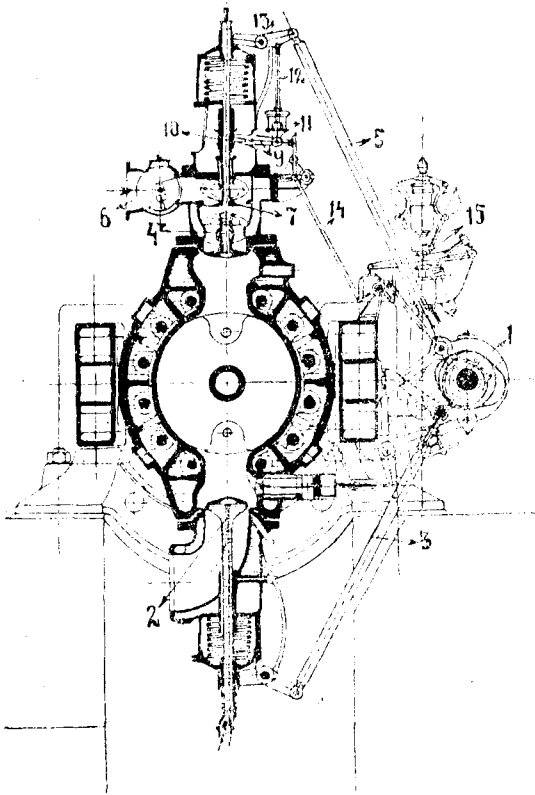


Черт. 112. Продольный разрез газового двигателя двойного действия.

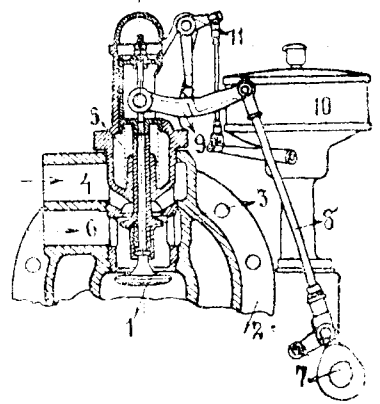
У больших двигателей всасывающий клапан устраивается всегда двойной (черт. 114) и состоит из клапана 1 всасывающего в цилиндр смесь, на штоке этого клапана сидит клапан 2, всасывающий газ в смесительную камеру, где он смешивается с воздухом. Оба клапана открываются общим клапаным приводом; регулятор 10 двигателя регулирует сразу открытие обоих клапанов (количественная регулировка от регулятора), следующим образом: рычаг 9, один конец которого получает действие посредством клапанной тяги 8 от распределительного вала 7, а другой — управляет открытием всасывающего клапана, имеет переднюю ось вращения в вырезе углового рычага 11, приводимого в действие центробежным регулятором 10 двигателя. Когда, вследствие увеличивающейся скорости двигателя, грузы регулятора раздвинутся и муфта его поднимается, она, посредством рычага 9 и тяги, передвигает угловой рычаг 11, служащий опорой для клапанного рычага в таком направлении, что плечо рычага и ход клапана, а, следовательно, и впуск смеси или газа уменьшается; при уменьшающейся же скорости происходит наоборот. Зажигание у современных газовых двигателей делается электрическое отрывное или на свечи.

Двухтактные газовые двигатели двойного действия устраиваются горизонтальные сдвоенные или tandem. Схема первого двигателя изображена на черт. 115.

Он имеет двойные всасывающие клапана 1,1, расположенные на концах цилиндра и выпускные окна 2, расположенные на середине цилиндра но окружности, соединенные с общей выходной трубой; двигатель имеет два насоса: газовый 4 служащий для нагнетания в цилиндры газа продувочный 6, доставляющий воздух для продувки и зарядки цилиндра. Распределение газа и воздуха в насосах производится цилиндрическими золотниками 9,9, от

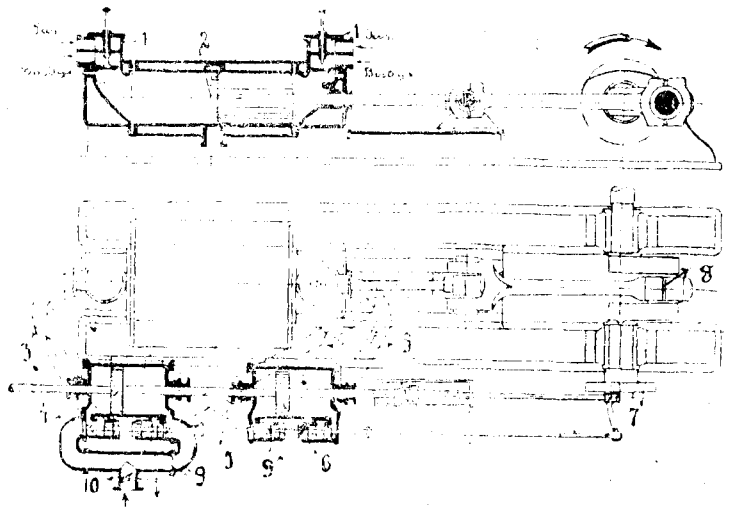


Черт. 113. Поперечный разрез газового двигателя двойного действия.



Черт. 114. Двойной всасывающий клапан газового двигателя.

золотниковой коробки каждого насоса идут трубы 3,3 — с газом и 5,5 — с продувочным воздухом к обоим концам цилиндра — к всасывающим клапанам. Когда в какой-нибудь полости цилиндра совершается рабочий ход и поршень открывает окна для выпуска, открывается всасывающий клапан и через него продувочный насос нагнетает воздух, выгоняющий из цилиндра остатки продуктов горения. Когда произойдет полный выпуск и продувка и поршень двинется обратно, закрывая выпускные окна, через всасывающий клапан происходит нагнетание газа и воздуха; сжатая смесь воспламеняется электрической искрой.



Черт. 115. Двухтактный газовый двигатель.



### 3. Мощность двигателей и ее измерение.

Мощностью двигателя называется произведенная им работа в единицу времени, обыкновенно в 1 секунду. Для измерения мощности служит или единица работы — 1 килограммометр или более крупная и чаще применяемая 1 (лошадиная) сила, равная 75 килограммометрам в 1 секунду.

Таким образом, если за известный промежуток времени определена работа двигателя в килограммометрах, то это количество, чтобы получить мощность в силах, делят на 75 и на количество секунд, в течение которых производилась работа.

Единицей электрической мощности — малой служит ватт (или ватт), а большой киловатт — 1000 ватт.

Лошадиная сила = 736 ватт, поэтому, чтобы перевести мощность, выраженную в киловаттах на мощность, выраженную в лошадиных силах, надо число киловатт помножить на 1000 и разделить на 736; при переводе сил на киловатты поступают обратно.

Чтобы узнать электрическую мощность динамо-машины или электродвигателей постоянного тока в киловаттах — достаточно вольты помножить на амперы и произведение разделить на 1000.

У двигателей внутреннего сгорания и паровых машин различают мощность, развиваемую в цилиндрах на поршнях и передаваемую на вал.

Первая называется индикаторной мощностью, так как определяется прибором — индикатором, дающим работу в цилиндре, вторая называется полезной, действительной или тормозной мощностью, указывая на действительную полезную работу, получаемую на валу и измеряемую тормозами или другими сопротивлениями которыми нагружают вал.

Индикаторная мощность и мощность на валу выражаются в одинаковых единицах. Но индикаторная мощность всегда больше мощности на валу — так как часть работы при передаче от поршней к валу теряется на преодоление сопротивлений трения трущихся частей двигателя: поршней, подшипников шатунов вала, клапанных приводов, шестерен, насосов и т. д.

Отношение полезной мощности к индикаторной называется механической отдачей двигателя и выражается в сотых или процентах. Например, если механическая отдача двигателя равна 0,80 это значит, что из всей работы, развиваемой в цилиндрах двигателя 80% передается на вал, а 20% теряется при передаче на трение всех трущихся частей двигателя.

Индикаторную мощность можно определять снимая индикаторные диаграммы у установленного уже двигателя, работающего на фабрике, электрической станции, теплоходе и т. д.

Мощность на валу определяется обычно по окончании постройки двигателя на испытательной станции и требует специальных приборов, которые трудно приспособить к установленному и работающему двигателю. С другой стороны трудно, а иногда и невозможно, снимать индикаторные диаграммы с малых и очень быстроходных двигателей. Поэтому у больших стационарных и судовых двигателей, например, Дизеля, мощность определяется или снимая индикаторные диаграммы, или же соединяя двигатель с динамо-машиной и определяя электрическую мощность последней; у малых же двигателей всех автомобильных и авиационных определяется мощность на валу.

Определение мощности на валу производится обычно посредством приборов, называемых тормозами, а также посредством других сопротивлений. Тормоза бывают или колодочные, или канатные, или же вместо тормозов трения применяют гидравлические сопротивления, например помещая конец вала двигателя в бак с водой и насаживая на конец вала лопатки, которые при вращении в воде испытывают сопротивление, поглощающее работу двигателя.

Авиационные двигатели испытываются с воздушным винтом, для этой цели двигатель помещается на тележке, привязанной к полу мастерской, посредством пружинного динамометра.

Когда двигатель завушен, воздушный винт развивает силу тяги и стремится двинуть тележку вперед, но тому препятствует пружина динамометра, которая при работе двигателя и винта растягивается и показывает силу тяги, по которой определяют мощность двигателя.

Определение тормозной мощности основано на том, что вся развиваемая двигателем полезная работа на валу будет поглощаться трением на колодках тормоза, следовательно определив работу трения, можно определить и мощность двигателя на валу.

#### 4. О нагрузке двигателя.

Если двигатель разобщен или уединен от тех машин и приводов, для которых он предназначен и работает, то такая работа двигателя будет без нагрузки или в холостую; при этом работа, развиваемая двигателем, тратится только на преодоление внутреннего трения двигателя.

Сопротивление вращению тех валов, машин, приборов, которые должны приводить в действие двигатель, называется нагрузкой двигателя.

Мощность, при которой двигатель работает наиболее экономично, называется нормальной мощностью.

Для того чтобы повысить мощность двигателей, надо увеличить количество подаваемого в цилиндры горючего; мощность, при которой двигатель в единицу времени сжигает наибольшее количество горючего и при этом не сбавляет числа оборотов, называется максимальной мощностью или перегрузкой.

Перегрузка вредно отзывается на двигателе внутреннего сгорания: цилиндры сильно нагреваются, горение ухудшается вследствие недостатка воздуха, клапана быстро загрязняются сажей и расход топлива увеличивается, поэтому перегрузка двигателя допустима лишь на короткое время и в этом отношении двигатель внутреннего сгорания значительно хуже паровой машины, которая допускает большую перегрузку и на продолжительное время без всякого вреда для себя, если только от котла хватает пару.

Если двигатель развивает мощность меньше нормальной, то двигатель работает с недогрузкой; при этом расход топлива на силу час по сравнению с расходом при нормальной мощности увеличивается.

#### 5. О расходе топлива.

Расход топлива двигателя служит показателем его экономичности и потому должен проверяться время от времени и измеряться при испытании двигателя.

Полный расход топлива двигателя не дает еще точного суждения об экономичности двигателя, потому что при определении расхода топлива двигатель может работать с недогрузкой и развивать малую мощность, поэтому надо знать расход топлива на силу-час. Для этой цели узнают расход топлива двигателем за 1 час и одновременно с измерением топлива определяют мощность двигателя в силах, затем делят полный расход топлива в 1 час на число сил двигателя.

При этом надо оговорить, дается ли расход топлива на 1 действительную силу (на валу) или на 1 индикаторную, что зависит от того, каким способом определялась мощность двигателя — индикатором или тормозами, понятно, что расход топлива на 1 действительную силу будет больше чем на 1 индикаторную, так как число действительных сил двигателя меньше, чем число индикаторных.

Расход топлива в двигателях при нормальной нагрузке на 1 действительную силу-час составляет для бензиновых двигателей от  $\frac{3}{4}$  до 1 фунта, для керосиновых от 0,85 до 1 фунта, для нефтяных двигателей низкого скатия от  $\frac{3}{4}$  до 1 фунта, двигателей Дизеля около  $\frac{1}{2}$  фунта, спиртовых двигателей от 0,85 до 1 фунта.

Чем больше двигатель и развиваемая им нормальная мощность, тем, при той же самой конструкции двигателя, он расходует меньше топлива на силу-час и наоборот.

## 6. С какими частями моторист должен прежде всего ознакомиться при осмотре двигателей незнакомой системы.

1) При внешнем осмотре прежде всего по внешнему виду определяется 4-х тактный или 2-х тактный двигатель.

Присутствие всасывающих и выпускных клапанов в головке цилиндра и отсутствие выпускных каналов у середины цилиндра несомненно указывает на то, что двигатель 4-х тактный.

Затем можно определить, на каком топливе—газообразном, легком, жидком или тяжелом жидком—работает двигатель. Отсутствие электрического зажигания, а также наличие запального шара указывают на работу двигателя тяжелым топливом, наличие карбюратора и электрического зажигания указывают на работу легким топливом.

Газовые двигатели также имеют электрическое зажигание, их можно узнать по двум всасывающим трубам, из которых одна служит для всасывания воздуха, а другая для засасывания газа.

Определяются, какие трубы и клапана всасывающие и какие выпускные. Если имеется карбюратор, знакомится с ним, а также имеет ли он подогревание. Если двигатель имеет электрическое зажигание, с ним надо подробно ознакомиться, во-первых, найти и определить источник тока—батарея или магнето, затем каково устройство электрического воспламенителя—свечи или отрывные контакты, в последнем случае необходимо ознакомиться с приводом, посредством которого они получают движение от распределительного вала.

Надо познакомиться со всеми приборами для электрического зажигания, которые могут встретиться у данного двигателя, например, выключатель для быстрой остановки движения выключением электрического зажигания, индукционные катушки или bobины, служащие для получения тока высокого напряжения при работе от батарей и т. д. Наконец, надо уяснить себе электрическую проводку и составить ее схему. Далее надо ознакомиться с охлаждением двигателя, водяной помпой и приборами для охлаждения нагретшейся воды, если таковые имеются, с водяным трубопроводом.

После этого надо ознакомиться со всеми приборами для смазки, масляными помпами, если таковые имеются, с маслопроводами, зачертить их схему.

Если двигатель имеет воздушный насос или компрессор, надо определить его назначение, ознакомиться со всеми воздухопроводами, зачертить их схемы. Если двигатель имеет насос для нагнетания жидкого топлива, надо с ним ознакомиться, а также таким способом он получает действие от двигателя. Как расположен трубопровод для жидкого топлива, зачертить его схему.

Далее надо ознакомиться с устройством регулировки—имеется ли регулятор, где расположен и как устроен? Каким образом производится регулировка, действием ли на топливный насос, или на количество подаваемой смеси, газа и т. п.? Как устроена регулировка двигателя вручную и на какие части двигателя действует? Как устроено приспособление для изменения момента вспышки при электрическом зажигании? Ознакомиться, какие зубчатые передачи и передаточные валы существуют для передачи движения от вала двигателя к распределительным валам, водяным, топливным, воздушным, масляным и прочим насосам, регуляторам, счетчику оборотов и т. д. Наконец, надо уяснить себе и твердо ознакомиться с приборами и приводами, служащими для пуска двигателя в ход, остановки и перемены хода, если таковые имеются.

2) Внутренний осмотр. Внутреннее устройство большинства двигателей внутреннего сгорания сходно между собой и отличается простотой, поэтому при разборке достаточно ознакомиться с внутренностью одного цилиндра, внутренностью картера, с устройством поршня, шатуном, внутренним подшипником и маслопроводом. При разборке с целью знакомства достаточно ограничиться вскрытием люка на картере или цилиндровой крышки, если таковая имеется, главное же знакомство с двигателем дает внешний осмотр.

# СО Д Е Р Ж А Н И Е.

Стр.

## Глава первая. Общее устройство двигателей внутреннего сгорания.

1. Двигатели внутреннего сгорания и сущность их работы . . . . .	3
2. Главные части двигателя внутреннего сгорания . . . . .	6

## Глава вторая. Горение топлива и приготовление рабочей смеси у двигателей внутреннего сгорания.

1. Процесс горения . . . . .	11
2. Теплотворная способность . . . . .	11
3. Количество воздуха, необходимого для полного сгорания топлива . . . . .	12
4. Газообразное топливо . . . . .	13
5. Физические свойства сортов жидкого топлива . . . . .	13
6. Рабочая смесь . . . . .	15
7. Способы приготовления рабочей смеси . . . . .	15
8. Карбюрация и карбюраторы . . . . .	15
9. Подача топлива к карбюраторам . . . . .	18
10. Подача и распыление тяжелого жидкого топлива . . . . .	19

## Глава третья. Зажигание, охлаждение и смазка двигателей внутреннего сгорания.

1. Способы зажигания у двигателей внутреннего сгорания . . . . .	20
2. Способы и существенные части электрического зажигания . . . . .	20
3. Электрические единицы. Электрический ток . . . . .	21
4. Гальванические элементы, мокрые и сухие, батареи их . . . . .	22
5. Аккумуляторы . . . . .	22
6. Электрическая цепь . . . . .	23
7. Зажигание низкого напряжения на отрыв . . . . .	23
8. Индукционная катушка . . . . .	24
9. Зажигание высокого напряжения от батарей и катушки . . . . .	25
10. Магнето . . . . .	26
11. Устройство магнето высокого напряжения . . . . .	28
12. Свечи . . . . .	31
13. Двойное зажигание . . . . .	31
14. Смазка двигателя . . . . .	32
15. Охлаждение . . . . .	33
16. Система водяного охлаждения . . . . .	34
17. Регулировка двигателей внутреннего сгорания . . . . .	36

## Глава четвертая. Нефтяные двигатели Дизеля и с запальным шаром.

1. Двигатели Дизеля . . . . .	36
2. Устройство клапанов двигателя Дизеля . . . . .	38
3. Цилиндр и крышка . . . . .	41
4. Станина и вал . . . . .	41
5. Передаточный механизм . . . . .	42
6. Пуск двигателя Дизеля в ход . . . . .	43
7. Реверсивные двигатели Дизеля с переменной хода . . . . .	44
8. Перемена хода передвижением кулачных шайб . . . . .	44
9. Нефтяной насос . . . . .	46
10. Компрессоры . . . . .	48
11. Воздушные резервуары . . . . .	49
12. Горизонтальные двигатели Дизеля . . . . .	49
13. Двухтактные двигатели Дизеля . . . . .	49
14. Нефтяные четырехтактные двигатели с запальным шаром . . . . .	51
15. Двухтактные нефтяные двигатели с запальным шаром . . . . .	53

## Глава пятая. Газовые и газогенераторные двигатели.

1. Газогенераторы . . . . .	55
2. Газовые двигатели . . . . .	57
3. Мощность двигателей и ее измерение . . . . .	61
4. О нагрузке двигателя . . . . .	62
5. О расходе топлива . . . . .	62
6. С какими частями моторист должен прежде всего ознакомиться при осмотрах двигателей незнакомой системы . . . . .	63





КНИГА ДОЛЖНА БИТЬ  
ВОЗВРАЩЕНА НЕ ПОСЛЕ  
ПРАВИЛЬНОГО ВРЕМЕНИ

---

Книга должна быть  
возвращена не после  
правильного времени

NOV 14  
U. S. P.

© 1. 1-1901 P.  
1111 — P. 10 B.

JHC  

---

2156  
343

5

