

**Библиотека
ЭЛЕКТРОМОНТЕРА**

6п5.7
н 191

У.П. Назаренко

**ЭКСПЛУАТАЦИЯ
ВОЗДУШНЫХ
ПОРШНЕВЫХ
КОМПРЕССОРОВ**

ГОСЭНЕРГОИЗДАТ

С 1125647

У. П. НАЗАРЕНКО

ЭКСПЛУАТАЦИЯ
ВОЗДУШНЫХ ПОРШНЕВЫХ
КОМПРЕССОРОВ



ГОСУДАРСТВЕННОЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЕ ИЗДАТЕЛЬСТВО
МОСКВА 1963 ЛЕНИНГРАД

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ
Большам Я. М., Васильев А. А., Долгов А. Н., Ежков В. В.,
Каминский Е. А., Мандрыкин С. А.,
Смирнов А. Д., Устинов П. И.

ЭЭ-3-3
УДК 621.512.004

Даны основные сведения, необходимые при обслуживании воздушных поршневых компрессоров. Приводятся краткие сведения по устройству компрессоров. Подробно описан уход за компрессорами. Объяснены причины возможных неполадок при монтаже и работе компрессоров и методы обнаружения и устранения неполадок. Особое внимание уделено нормам и правилам рациональной организации забора и очистки всасываемого воздуха, охлаждению, смазке, контролю за работой компрессорных установок и технике безопасности при их обслуживании.

Брошюра предназначена для машинистов и электромонтеров, обслуживающих компрессорные установки.

Государственная публичная
библиотека
им. В. Г. Белинского
г. Свердловск

80

Н 19 Назаренко Устин Петрозич. Эксплуатация воздушных поршневых компрессоров. М.—Л., Госэнергоиздат, 1963.

64 с. с черт. (Б-ка электромонтера. Вып. 99)

Редактор Н. А. Афанасьев

Техн. редактор Н. А. Бульдяев

Сдано в набор 30/III 1963 г.

Подписано к печати 13/VI 1963 г.

Т 07369 Бумага 84×108¹/₃₂

3,28 п. л.

Уч.-изд. л. 3,7

Тираж 10 500 экз.

Цена 13 коп.

Зак. 157

Типография № 1 Госэнергоиздата. Москва, Шлюзовая наб., 10.

с. 1.125.647

1. СХЕМА КОМПРЕССОРНОЙ СТАНЦИИ И ЕЕ ОСНОВНЫЕ ЧАСТИ

Компрессорные машины изготавливаются промышленностью передвижного типа и стационарного.

Стационарные компрессорные машины устанавливаются в отдельных помещениях или зданиях, которые называются компрессорными станциями.

Компрессорная станция независимо от размеров и

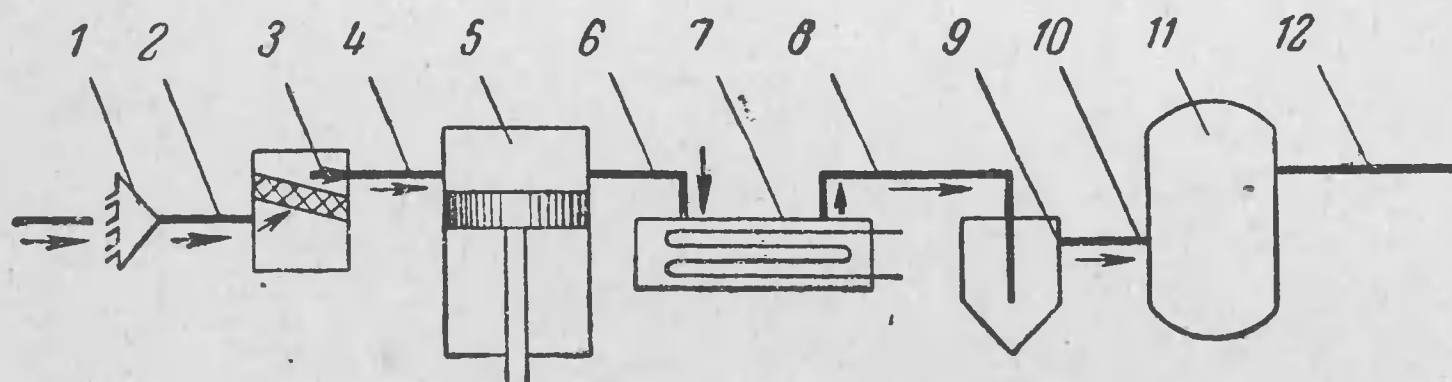


Рис. 1. Схема простейшей компрессорной станции.

1 — приемник атмосферного воздуха; 2 — трубопровод; 3 — фильтр; 4 — всасывающий трубопровод; 5 — компрессор; 6 — нагнетательный трубопровод; 7 — концевой холодильник; 8 — нагнетательный трубопровод; 9 — масловодоотделитель; 10 — нагнетательный трубопровод; 11 — воздухохранилище; 12 — магистральный трубопровод.

назначения состоит из следующих основных частей: а) компрессора; б) двигателя, приводящего в действие компрессор; в) камеры забора и очистки воздуха; г) всасывающих и нагнетательных трубопроводов; д) насосной установки, подающей воду на охлаждение компрессоров; е) воздухохранилища (ресивер); ж) арматуры и контрольно-измерительных приборов.

По суммарной производительности компрессорные станции можно разделить: малые — производительностью до $100 \text{ м}^3/\text{мин}$, средние — от 100 до $500 \text{ м}^3/\text{мин}$ и большие — более $500 \text{ м}^3/\text{мин}$.

На рис. 1 изображена типичная схема компрессорной станции. Воздух поступает из атмосферы через фильтр по всасывающему трубопроводу к компрессору. Компрессор приводится в действие электродвигателем при помощи ременной передачи. Если компрессор и двигатель имеют одинаковое число оборотов, то их валы соединяются при помощи муфты. Если же число оборотов компрессора выше числа оборотов двигателя, то их валы соединяются через зубчатую передачу (редуктор).

Сжатый в компрессоре воздух по нагнетательному трубопроводу направляется в воздухохоборник и далее по воздухопроводу к потребителю.

Воздух из поршневого компрессора поступает толчками и при отсутствии воздухохоборника передавался бы потребителю толчками, неся за собой влагу и масло. Таким образом, воздухохоборник (ресивер) служит не только для сглаживания толчкообразной подачи воздуха потребителю, но он также является емкостью, в которой оседают влага, содержащаяся в воздухе, и масло, увлеченное воздухом из цилиндра компрессора.

2. КЛАССИФИКАЦИЯ КОМПРЕССОРОВ

Машины всасывающие, сжимающие и перемещающие воздух, называются воздуходувными. Возхоуодувные машины в зависимости от создаваемого давления разделяются на вентиляторы, создающие давление не выше 0,1 *ати*, воздуходувки — давление не выше 3,0 *ати*, компрессоры — давление выше 3 *ати*.

По принципу работы компрессоры разделяются на поршневые, ротационные, центробежные и осевые.

В поршневом компрессоре (рис. 2) воздух в цилиндре сжимается поршнем, совершающим поступательно-возвратное движение.

В ротационном компрессоре (рис. 3) воздух сжимается в камерах, образующихся между стенками цилиндра и пластинками вращающегося ротора. По принципу действия ротационный компрессор аналогичен поршневому с той только разницей, что поступательно-возвратное движение поршня заменено вращательным. Сжатие в этих компрессорах производится путем механического уменьшения объема, занимаемого воздухом. В турбокомпрессоре (рис. 4) воздух сжимается под действием центробежной силы, развивающейся при вращении рабочих колес, снабженных лопатками. Направление потока воздуха в этом компрессоре — радиальное. В осевом компрессоре воздух сжимается между лопатками вращающегося колеса и стенками направляющего аппарата. Поток воздуха в осевом компрессоре направлен вдоль его оси.

Производительность компрессоров, выпускаемых промышленностью, не превышает: поршневых — 500 $\text{м}^3/\text{мин}$, ротационных — 500 $\text{м}^3/\text{мин}$, центробежных — 4 000 $\text{м}^3/\text{мин}$, осевых — 15 000 $\text{м}^3/\text{мин}$.

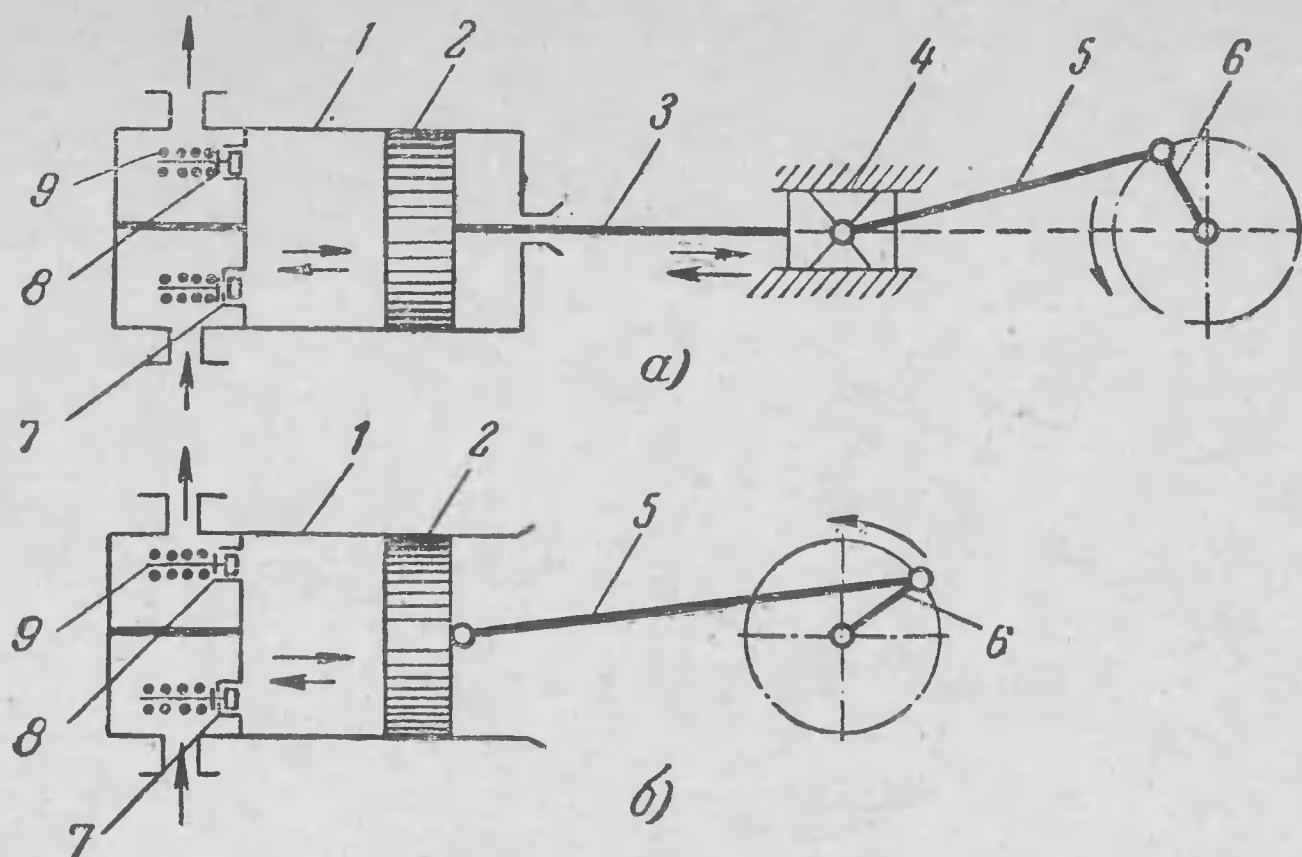


Рис. 2. Схема работы одноступенчатого поршневого компрессора простого действия.

a — с крейцкопфом; *б* — без крейцкопфа.

1 — цилиндр; 2 — поршень; 3 — шток; 4 — крейцкопф; 5 — шатун; 6 — кривошип; 7 — всасывающий клапан; 8 — нагнетательный клапан; 9 — пружина.

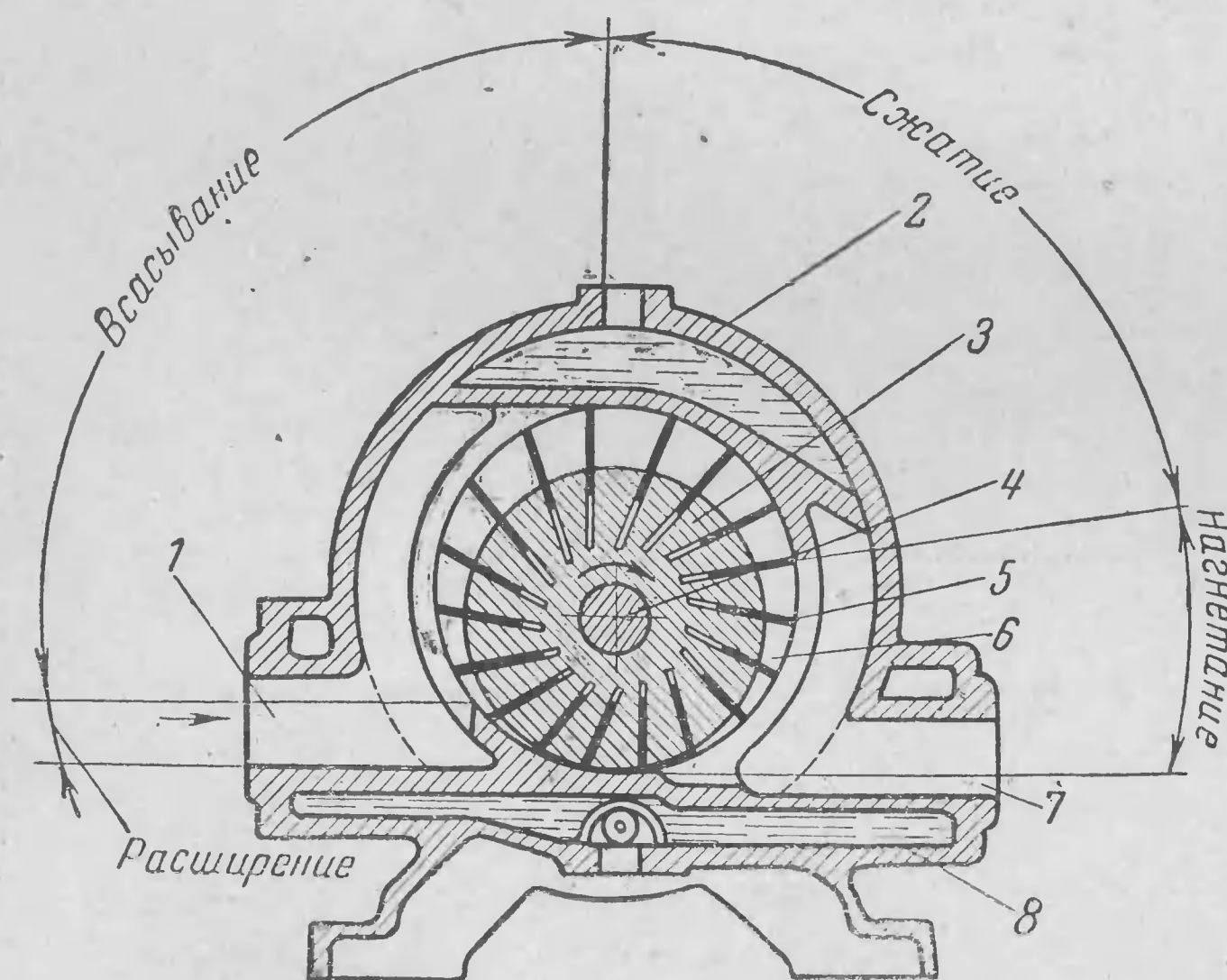


Рис. 3. Схема ротационного компрессора.

1 — всасывающий патрубок; 2 — корпус компрессора; 3 — ротор; 4 — ось ротора; 5 — пластины ротора; 6 — камера сжатия воздуха; 7 — нагнетательный патрубок; 8 — водяная рубашка.

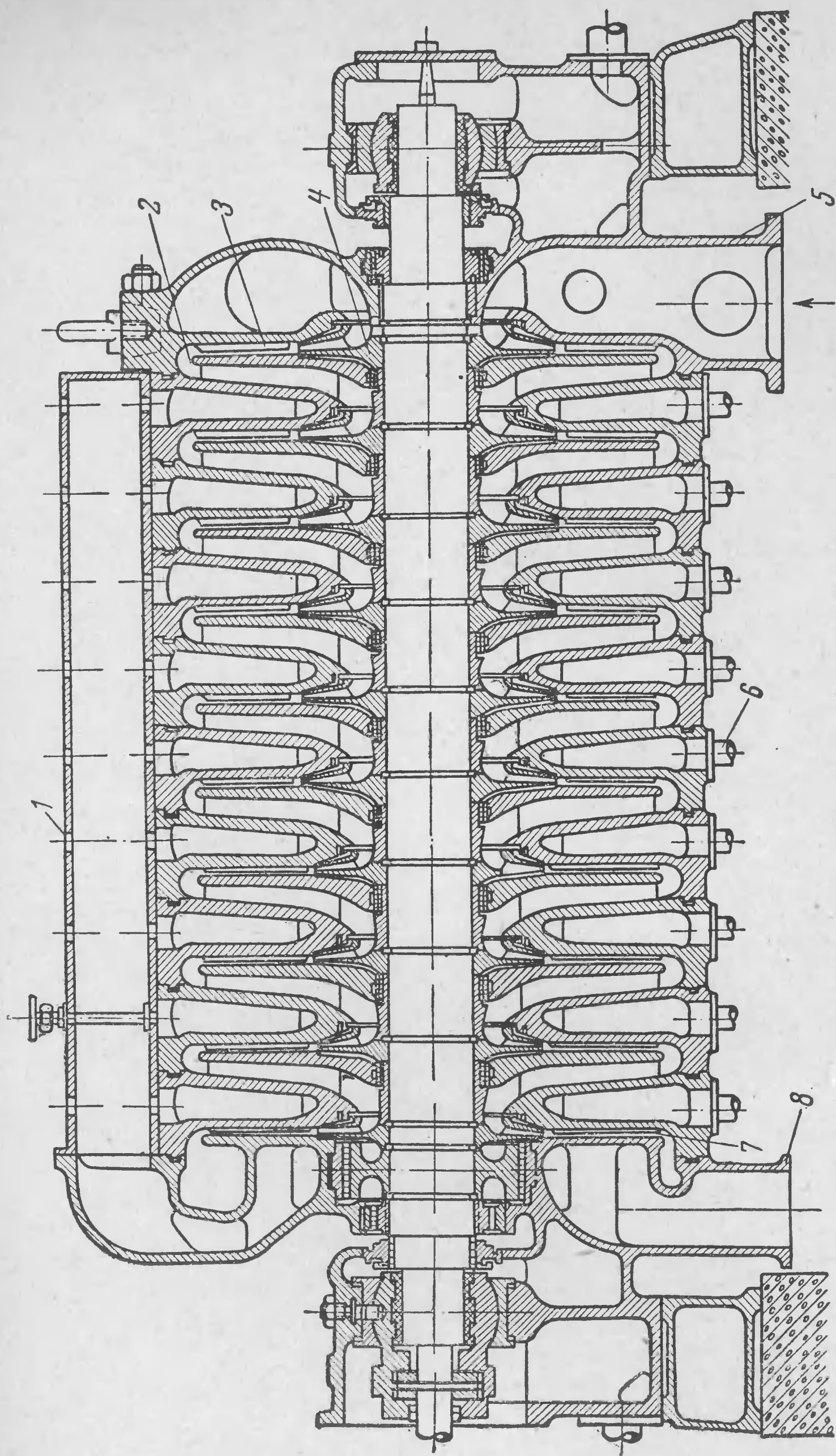


Рис. 4. Продольный разрез турбокомпрессора производительностью 15 000 м³/ч.

1 — место отвода охлаждающей воды; 2 — обратный канал; 3 — диффузор (направляющий аппарат); 4 — рабочее колесо; 5 — всасывающий патрубок; 6 — место подвода охлаждающей воды; 7 — диффузор последнего колеса; 8 — нагнетательный патрубок.

3. ПОРШНЕВЫЕ КОМПРЕССОРЫ. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

Принцип действия. Поршневой компрессор простейшей конструкции (рис. 2) состоит из цилиндра и поршня, совершающего поступательно-возвратное движение. Цилиндр с одной стороны открыт, с другой закрыт крышкой, в которой помещаются всасывающий и нагнетательный клапаны. Всасывающий клапан открывается в сторону цилиндра, а нагнетательный клапан открывается в сторону нагнетательного трубопровода.

При ходе поршня вправо от крышки между поршнем и крышкой цилиндра создается разрежение, и в цилиндр через автоматически открывающийся всасывающий клапан поступает воздух, так как давление воздуха в цилиндре меньше атмосферного. Это всасывание воздуха будет производиться в течение всего хода поршня. Когда поршень окажется в правом крайнем положении, весь объем цилиндра будет заполнен воздухом.

При обратном движении поршня воздух в цилиндре сжимается, его давление становится выше атмосферного, которое и закрывает всасывающий клапан. Сжатие в цилиндре будет происходить при закрытых клапанах до тех пор, пока давление в цилиндре не станет выше давления в нагнетательном трубопроводе. В это время нагнетательный клапан, обычно прижатый к своему седлу давлением из нагнетательного трубопровода, открывается и сжатый воздух выталкивается в воздухохранилище (ресивер), после чего процесс повторяется. Итак, за два хода поршня, соответствующие одному обороту вала, происходит полный рабочий процесс компрессора, называемый циклом компрессора.

Компрессор, в котором при ходе поршня в одном направлении происходят всасывание, а при обратном — сжатие и его выталкивание в нагнетательный трубопровод, называется компрессором простого действия. Недостатком этого компрессора является то, что из двух ходов поршня только один полезный.

Компрессор, в котором цилиндр с обеих сторон закрыт крышками, снабженными всасывающими и нагнетательными клапанами и по одну сторону поршня происходит всасывание, а по другую — сжатие и нагнетание, называется компрессором двойного действия. В этом компрессоре каждый ход поршня является полезным. Эти компрессоры по сравнению с компрессорами

простого действия (при одинаковых размерах цилиндра и оборотах) более выгодны, так как дают большую производительность.

Индикаторная диаграмма. Работу, совершаемую поршнем в цилиндре компрессора, можно изобразить в виде графика, называемого индикаторной диаграммой. Индикаторная диаграмма показывает зависимость между объемом V цилиндра (изменяющимся при движении в нем поршня) и давлением P .

На рис. 5 приведены индикаторные диаграммы работы, совер-

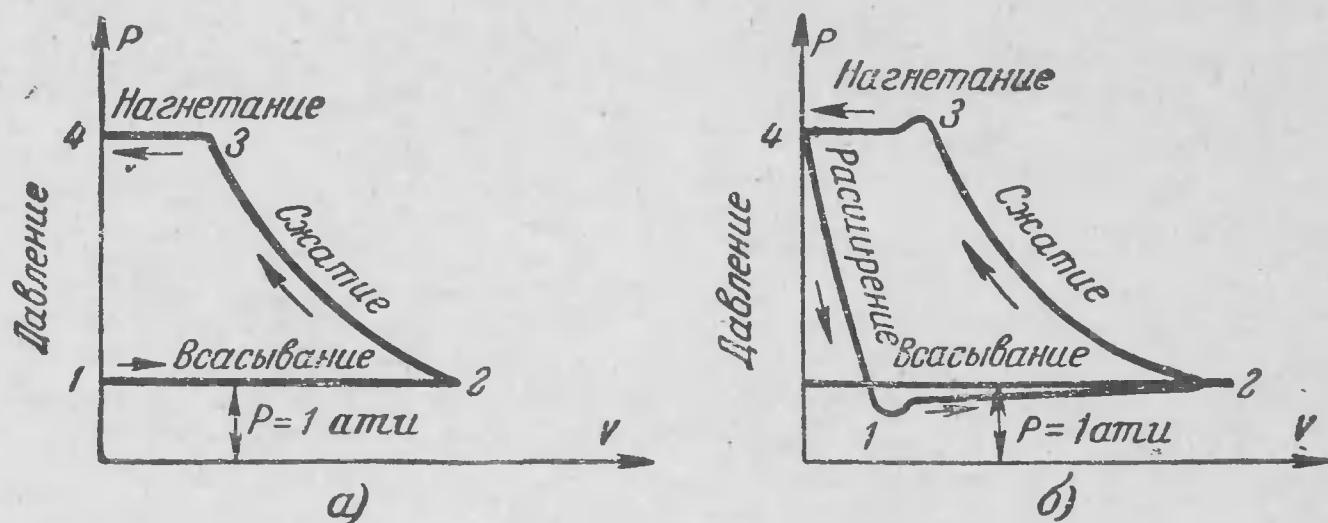


Рис. 5. Индикаторные диаграммы.

а — теоретический цикл работы компрессора; б — действительная диаграмма работы поршневого компрессора.

шаемой компрессором за один оборот вала для теоретического и действительного циклов компрессора. В теоретическом или идеальном компрессоре отсутствует сопротивление всасывающих и нагнетательных клапанов, трубопроводов и вредное пространство. Вредное пространство компрессора складывается из зазора между поршнем и крышкой, из пространства, занимаемого каналами, соединяющими всасывающие и нагнетательные клапаны с цилиндром, а также из пространства между поршнем и цилиндром до поршневых колец.

Действительная индикаторная диаграмма работы компрессора отличается от теоретической в силу наличия вредного пространства, понижения давления при всасывании, повышения температуры при всасывании атмосферного воздуха, влажности воздуха, неплотности в клапанах, поршнях, сопротивления клапанов и т. п. (см. также ниже § 4).

Эти отличия состоят в следующем:

а) Усилие для открывания всасывающего и нагнетательного клапана обусловлено на индикаторной диаграмме действительного процесса работы компрессора образованием небольших «крючков» (точки 1 и 3).

б) Линия нагнетания 3—4 воздуха имеет несколько выпуклый вид, объясняемый усилием, затрачиваемым поршнем на удержание нагнетательного клапана в открытом состоянии.

в) Линия всасывания 1—2 в действительном процессе работы компрессора лежит ниже прямой, соответствующей работе компрессора при теоретическом процессе. Это объясняется тем, что давление при всасывании меньше атмосферного.

п) Линия расширения 4—1 во вредном пространстве при ходе поршня справа от крышки показана на диаграмме выпуклой линией. После закрытия нагнетательного клапана оставшийся воздух во вредном пространстве расширяется и давление в нем падает не сразу, а постепенно до некоторого предела, при котором давление в цилиндре будет меньше давления атмосферного воздуха.

Степень сжатия компрессора. Повышение температуры сжатого воздуха возрастает с увеличением давления. Вследствие этого в цилиндре компрессора температура воздуха может при значительном повышении давления достигнуть величины, при которой смазывающее масло теряет свои свойства, может воспламениться и послужить причиной аварии компрессора.

Предельная степень повышения температуры сжатого воздуха в цилиндре одноступенчатого компрессора зависит от величины вредного пространства и величины давления воздуха, т. е. от степени сжатия. Степень сжатия показывает, во сколько раз уменьшился объем воздуха в цилиндре после его сжатия. Другими словами, можно сказать, что степень сжатия есть отношение давления нагнетаемого воздуха к всосанному.

Температурный предел сжатия в компрессоре определяется температурой вспышки смазывающего масла. Кроме того, с увеличением степени сжатия повышается температура воздуха и снижается производительность компрессора вследствие того, что сжатый воздух при возвратном движении поршня займет в цилиндре больший объем и всасывающий клапан будет открываться позже. По этим причинам степень сжатия в одноступенчатом компрессоре не должна приниматься выше 5—6.

Многоступенчатое сжатие. Для получения сжатого воздуха высокого давления сжатие его производится не в одном цилиндре, а постепенно в нескольких цилиндрах или ступенях (рис. 6). Перед поступлением в следующий цилиндр (ступень) воздух компрессора охлаждается в промежуточном холодильнике до возможно низкой температуры. Это сжатие воздуха называется многоступенчатым.

Многоступенчатое сжатие имеет следующие преимущества перед одноступенчатым: улучшается коэффициент подачи (см. ниже), увеличивается безопасность смазки цилиндров и уменьшается работа сжатия. Недостатки многоступенчатого сжатия: конструктивная сложность компрессора, увеличение потерь давления возду-

ха при его прохождении через промежуточные холодильники.

Классификация поршневых компрессоров. В зависимости от способа действия, величины создаваемого давления, производительности, рода сжимаемого газа и пр. можно привести следующую классификацию компрессоров:

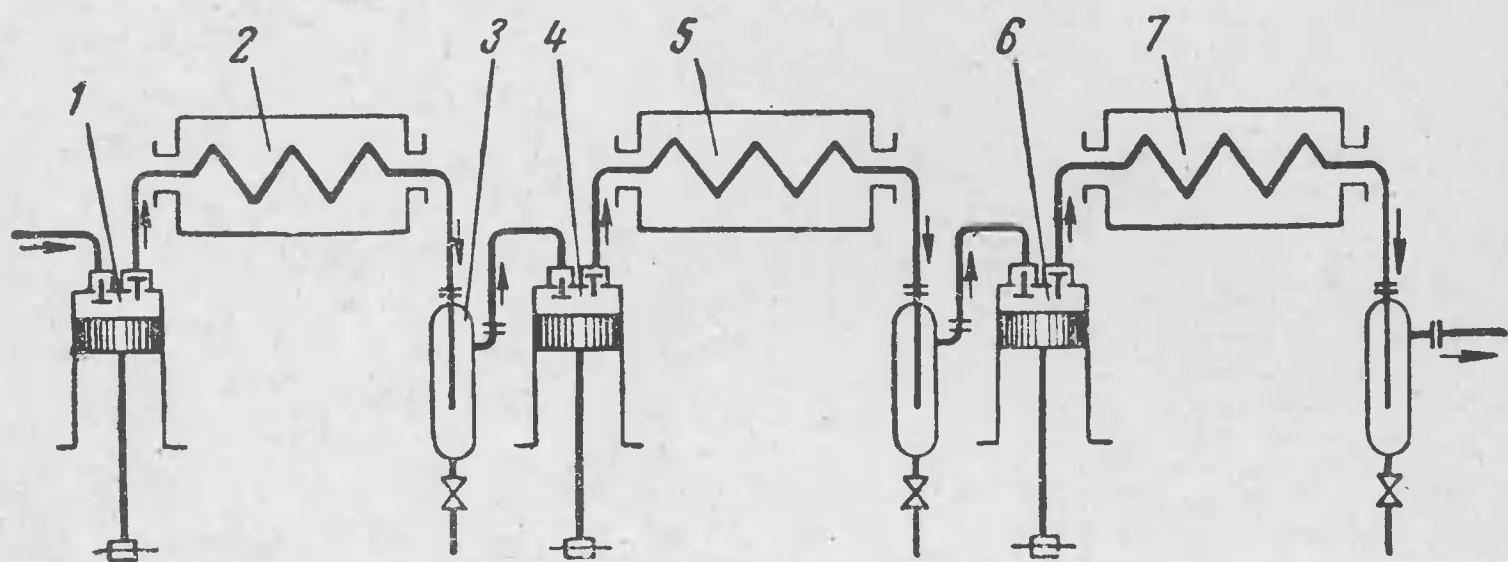


Рис. 6. Схема трехступенчатого компрессора.
1—4—6 — цилиндры первой, второй и третьей ступеней; 2—5—7 — промежуточные холодильники после каждой ступени компрессора; 3 — маслоотделитель.

1. По способу действия: простого и двойного действия.
2. По расположению цилиндров (рис. 7) горизонтальные, вертикальные и угловые. Угловые разделяются на прямоугольные, V-образные, W-образные и звездообразные.
3. По числу ступеней сжатия: одноступенчатые, двухступенчатые и многоступенчатые.
4. По производительности: малые — до $10 \text{ м}^3/\text{мин}$, средние — с 10 до $100 \text{ м}^3/\text{мин}$ и крупные — свыше $100 \text{ м}^3/\text{мин}$.
5. По создаваемому давлению: низкого давления до 10 ат. изб. , среднего давления — от 10 до 100 ат. изб. , высокого давления — от 100 до 1000 ат. изб. , сверхвысокого давления — выше 1000 ат. изб.
6. По конструктивному выполнению: однорядные и многорядные: крейцкопфные и бескрейцкопфные; с дисковым, тронковым и дифференциальным поршнем.
7. По роду сжимаемого газа: воздушные, кислородные, азотные, этиленовые, аммиачные и т. д.
8. По числу оборотов: тихоходные — до 200 об/мин , среднеходные — до 450 об/мин , быстроходные — свыше 450 об/мин .
9. По способу охлаждения: с воздушным охлаждением; с водяным охлаждением.
10. По количеству цилиндров: одноцилиндровые и многоцилиндровые.
11. По роду привода: приводной и газомоторный.

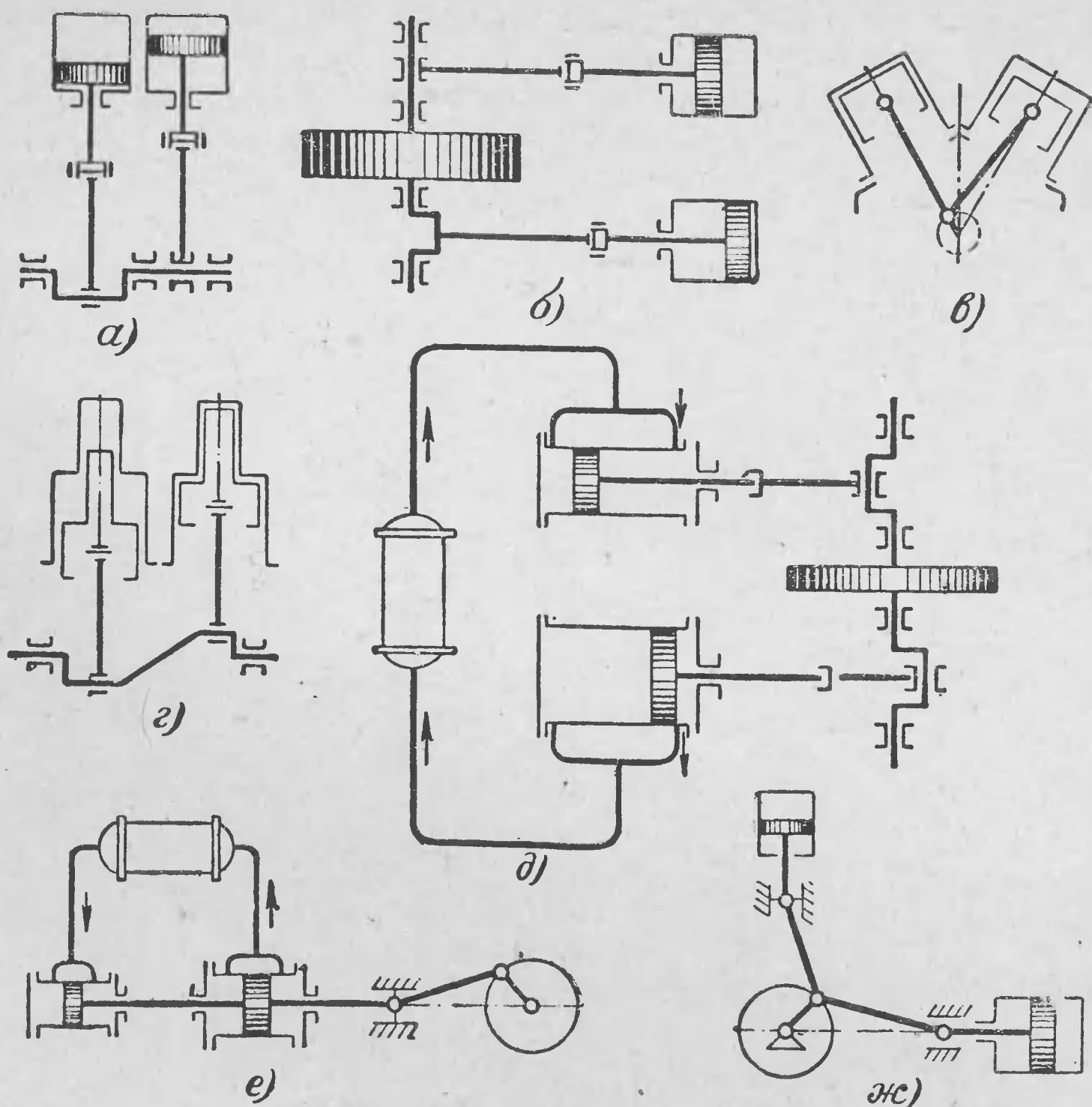


Рис. 7. Типичные схемы расположения цилиндров компрессоров.

а — одноступенчатый компрессор двойного действия с вертикальным расположением цилиндров; б — одноступенчатый компрессор двойного действия с горизонтальным расположением цилиндров; в — компрессор простого действия с V-образным расположением цилиндров; г — компрессор с дифференциальными поршнями; д — двухступенчатый компрессор с параллельным расположением цилиндров (компаунд); е — двухступенчатый компрессор с последовательным расположением цилиндров (тандем); ж — двухступенчатый компрессор с цилиндрами, расположенными под прямым углом.

4. ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЬ ПОРШНЕВЫХ КОМПРЕССОРОВ

Производительность поршневого компрессора измеряется количеством всасываемого воздуха в кубических метрах в единицу времени (мин, ч).

Умножение площади поршня, выраженной в квадратных метрах, на длину его хода в метрах дает объем, описываемый поршнем при его движении из одного крайнего положения в другое. Теоретически весь этот

объем заполняется атмосферным воздухом, который при обратном движении поршня сжимается и выталкивается в нагнетательный трубопровод.

При умножении полученного объема на число оборотов компрессора в минуту получается полная теоретическая производительность компрессора простого действия.

В компрессоре двойного действия работают обе стороны поршня, но площадь одной стороны поршня меньше другой на площадь сечения штока. Поэтому производительность компрессора двойного действия меньше удвоенной производительности компрессора простого действия, имеющего те же размеры.

Действительная производительность компрессора меньше теоретической, так как не весь объем цилиндра используется полезно. В компрессоре, кроме вредного пространства, на количество засасываемого атмосферного воздуха влияют: сопротивление всасывающего клапана, неплотности поршня при нагнетании и нагрев воздуха в цилиндре. Поэтому действительное количество засасываемого компрессором воздуха меньше возможного использования объема цилиндра.

Отношение поданного объема воздуха при температуре и давлении всасывания к засосанному объему называется коэффициентом подачи компрессора и обозначается буквой λ (ламбда). Этот коэффициент является основной характеристикой нормальной работы компрессора.

Величина коэффициента подачи для машин, содержащихся в хорошем состоянии, находится в пределах 0,95—0,80 для крупных и 0,85—0,70 для мелких компрессоров.

Производительность компрессора может определяться не только в объемных единицах ($\text{м}^3/\text{мин}$), но и в весовых единицах или нормальных кубометрах. Под нормальным кубометром понимают вес 1 м^3 воздуха при $+20^\circ\text{C}$ и давлении 735,6 мм рт. ст.

Влияние отдельных факторов на величину производительности компрессора

Влияние всасывающего тракта. В процессе всасывания атмосферного воздуха компрессору приходится преодолевать ряд сопротивлений при проходе воз-

духа через фильтр, всасывающий трубопровод и клапаны. В результате давление воздуха при всасывании в цилиндр будет ниже атмосферного, поэтому весовая производительность компрессора уменьшится, так как при меньшем давлении вес воздуха в одном и том же объеме будет меньше. Для уменьшения потерь на преодоление перечисленных сопротивлений необходимо следить за чистотой воздушных фильтров и клапанов: всасывающий трубопровод должен иметь достаточные размеры, чтобы его сопротивление не превышало 40 мм вод. ст.

Вредное пространство. Действительная производительность компрессора всегда ниже теоретической, так как объем цилиндра не полностью используется для всасываемого воздуха: поршень в крайнем мертвом положении не подходит вплотную к крышке цилиндра, а образует между ними вредное пространство. Из этого пространства сжатый воздух не может быть вытеснен поршнем. Поэтому при обратном движении поршня он расширяется и препятствует поступлению в цилиндр атмосферного воздуха до тех пор, пока давление в цилиндре не будет меньше атмосферного. Величина вредного пространства не превышает 3—8% объема, описываемого поршнем компрессора.

Влияние величины вредного пространства на производительность одноступенчатого компрессора иллюстрируется табл. 1.

Т а б л и ц а 1

Вредное пространство, %	Избыточное давление, ат						
	1	2	3	4	5	6	7
0	100	100	100	100	100	100	100
1	0,99	0,98	0,97	0,96	0,95	0,94	0,93
2	0,98	0,96	0,94	0,92	0,90	0,88	0,86
4	0,96	0,92	0,88	0,84	0,80	0,76	0,72
6	0,94	0,88	0,82	0,76	0,70	0,64	0,58
8	0,92	0,84	0,76	0,68	0,60	0,52	0,44

Влияние температуры всасываемого воздуха. Атмосферный воздух до поступления в цилиндр нагревается от соприкосновения с нагретыми клапанными коробками и стенками цилиндра.

При нагреве воздух расширяется, удельный вес его уменьшается, что приводит к снижению весовой производительности компрессора. Значительному подогреву всасываемого воздуха способствуют неплотности всасывающих клапанов, так как часть сжатого воздуха из цилиндра при обратном ходе выталкивается во всасывающую трубу.

В отдельных случаях в результате подогрева всасываемого воздуха производительность компрессора может снизиться на 8—10%.

Влияние неплотностей в компрессоре. В поршневом компрессоре между деталями, разделяющими пространства с различным давлением воздуха, имеются зазоры, через которые сжатый воздух может перетекать из области высокого давления в пространства с меньшим давлением.

Такое перетекание сжатого воздуха объясняется наличием неплотностей поршня, поршневых колец, клапанов, сальников и запаздывания открытия и закрытия клапанов.

Эти неплотности могут являться следствием некачественного изготовления и монтажа, а также в результате износа деталей клапана, поршневых колец, износа цилиндра и несвоевременного ремонта.

Влияние влажности воздуха. Всасывание компрессором влажного атмосферного воздуха снижает весовую производительность компрессора. Кроме того, следует учитывать, что удельный вес влажного воздуха уменьшается за счет конденсации водяных паров в холодильнике, воздухоборнике, трубопроводах и водомаслоотделителях.

5. ТИПЫ (МАРКИ) ПОРШНЕВЫХ КОМПРЕССОРОВ

Современные промышленные предприятия используют для технологических целей производства сжатый воздух низкого, среднего и высокого давлений. Поэтому компрессорные установки на предприятиях оборудованы компрессорными машинами различных конструкций и марок.

Наиболее широкое распространение получили компрессоры, техническая характеристика которых приведена в табл. 2, 3, 4 и 5.

Таблица 2

Техническая характеристика передвижных воздушных поршневых компрессоров низкого давления

Марка компрессора	Общие сведения	Производительность, $\text{м}^3/\text{мин}$	Конечное давление, ат изб.	Число цилиндров	Диаметр цилиндров, мм		Ход поршня, мм	Скорость вращения, $\text{об}/\text{мин}$	Мощность двигателя, квт
					I ступень	II ступень			
КСЭ-3М	Вертикальный	3	7	2	230	135	120	730	20
ПКС-5	V-образный	5	6	4	200	125	120	735	61
ШВКС-5	То же	5	7	4	200	150	110	960	34
КСЭ-6М	„ „	6	7	2	230	135	120	730	40
ДК-9	Вертикальный	9	6	4	240	140	140	860	60

Таблица 3

Техническая характеристика стационарных воздушных поршневых компрессоров низкого давления

Марка компрессора	Общие сведения	Производительность, $\text{м}^3/\text{мин}$	Конечное давление, ат изб.	Число цилиндров	Диаметр цилиндров, мм		Ход поршня, мм	Скорость вращения, $\text{об}/\text{мин}$	Мощность двигателя, квт
					I ступень	II ступень			
ВУ-6/8	Вертикальный	6	8	4	220	120	100	960	40
2СА-4	То же	8,7	4	2	240	—	170	480	58
2СА-8	„ „	10	8	2	240	210	170	480	70
200В-10/8	„ „	10	8	2	350	200	200	730	80
2ВП-10/8	Угловой	10	8	2	305	190	125	750	75
160В-20/8	W-образный	20	8	6	270	200	160	730	160
2РВ-20/8	Вертикальный	20	8	2	400	230	200	500	120
2СГ-8	То же	25	8	2	300	210	250	365	190
5ВП-30/8	Угловой	30	8	2	470	300	220	500	197
В-300-2К	Вертикальный	40	7	2	570	340	300	333	250
ВП-50/8	Угловой	50	8	2	600	350	300	375	300
55-В	Горизонтальный	100	8	2	900	530	550	167	625

Техническая характеристика стационарных воздушных поршневых компрессоров среднего давления

Марка компрессора	Общие сведения	Производительность, $\text{м}^3/\text{мин}$	Конечное давление, атм изб.	Число цилиндров	Диаметры цилиндров, мм			Ход поршня, мм	Скорость вращения, $\text{об}/\text{мин}$	Мощность двигателя, квт
					I ступень	II ступень	III ступень			
2СА-25	Вертикальный	4,5	25	2	240	120	—	170	480	65
2СГ-50	То же	13	50	3	370	225	190	250	365	200
2СГ-25	» »	13	25	2	370	180	—	250	365	160
ВШ-3/40	» »	3	40	3	220	120	70	110	950	55

На рис. 8-10 даны примеры устройства компрессоров некоторых марок.

6. ОСНОВНЫЕ ЧАСТИ ПОРШНЕВЫХ КОМПРЕССОРОВ

Воздушный поршневой компрессор состоит из следующих основных частей: станины или рамы, цилиндров с крышками, поршней со штоками, коленчатого вала, ползунов или крейцкопфов, шатунов, всасывающих и нагнетательных клапанов, сальников, подшипников, поршневых колец, кривошипно-шатунного механизма и устройства для смазки.

Станина или рама компрессора является его опорной частью, на которой монтируются узлы и детали компрессора, и отливается для малых машин заодно с цилиндром, а для больших — отдельно от него. Станина ставится на фундамент и крепится к нему фундаментными болтами.

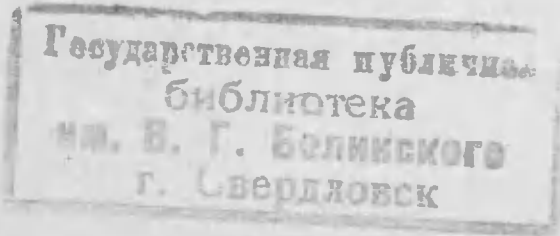
В вертикальных компрессорах низкого и высокого давлений рама устраивается в виде коробки, называемой картером. Подшипники для вала устанавливаются в гнездах картера, когда картер разъемный, по оси вала или в боковых крышках картера, если последний не имеет разъема по оси вала.

Станины и картеры компрессоров изготавливаются из обыкновенного серого чугуна.

С. 1.125.647

Таблица 5
Техническая характеристика стационарных воздушных поршневых компрессоров
высокого давления

Марка компрессора	Общие сведения	Производительность, м ³ /мин	Конечное давление, ат изб.	Число цилиндров	Диаметр цилиндров, мм						Ход поршня, мм	Скорость вращения, об/мин	Мощность двигателя, кВт
					I ступень	II ступень	III ступень	IV ступень	V ступень	VI ступень			
КУ-65 2Р-3/220	Вертикальный То же	1,1	220	4	172	90	62	32	—	—	170	500	55
		3	220	4	330	170	80	40	—	—	150	400	60
2РВ-3/350	" "	3	350	6	310	240	90	70	30	27	200	320	75
											100		
5Э-14/220 3Г-50/200	Горизонтальный То же	14	220	5	460	380	210	110	58	—	550	167	250
		50	200	5	920	720	380	220	110	—	800	125	1 200



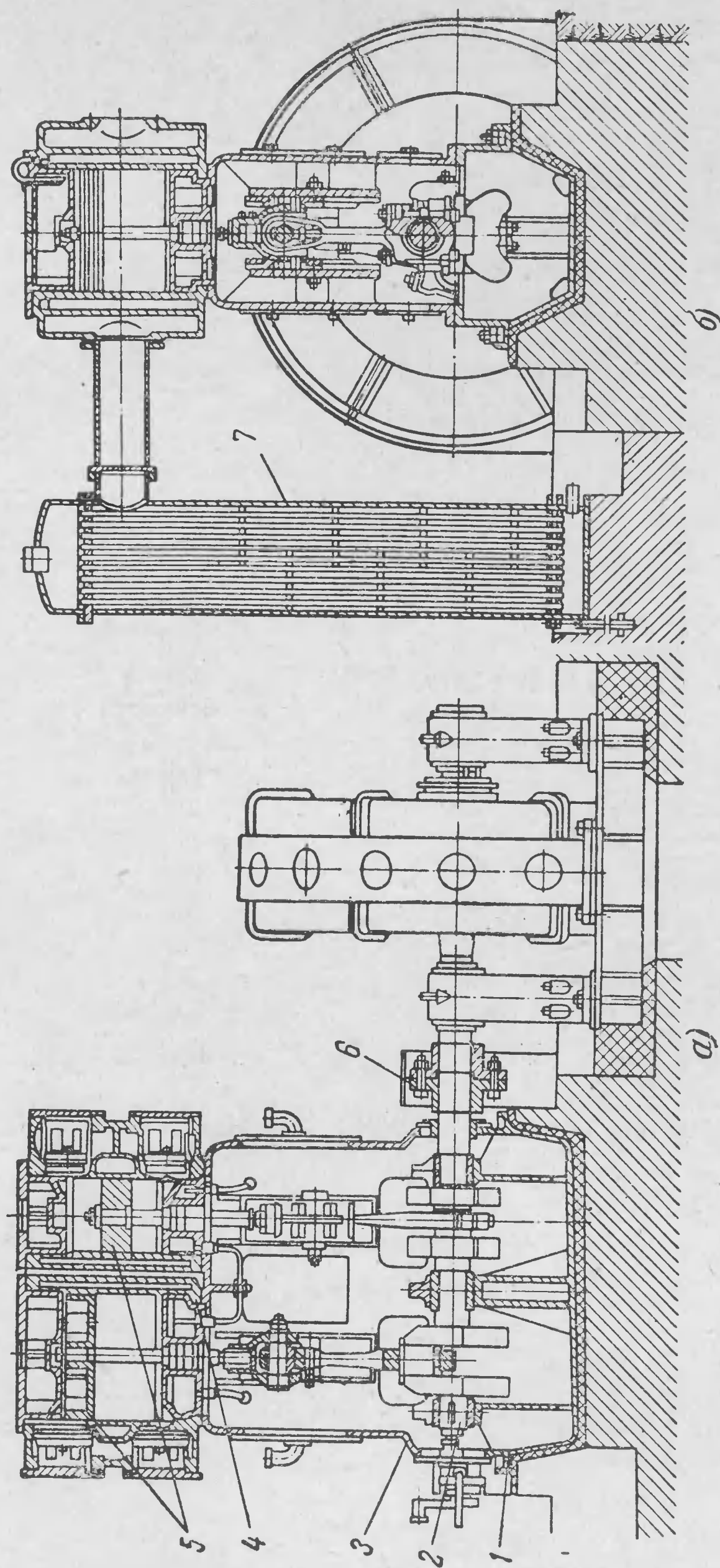


Рис. 8. Компрессор В-300-2К (воздушный, ход поршня 300 мм, двухступенчатый, крейскопфный).

а — продольный разрез; б — поперечный разрез.

1 — картер; 2 — коленчатый вал; 3 — станина; 4 — блок цилиндров низкого и высокого давлений; 5 — поршни цилиндры низкого и высокого давлений; 6 — муфта сцепления; 7 — промежуточный холодильник.

Цилиндры являются важнейшими деталями компрессора и по конструкции весьма разнообразны. Конструкция цилиндра определяется типом и назначением компрессора, величиной давления, производительностью,

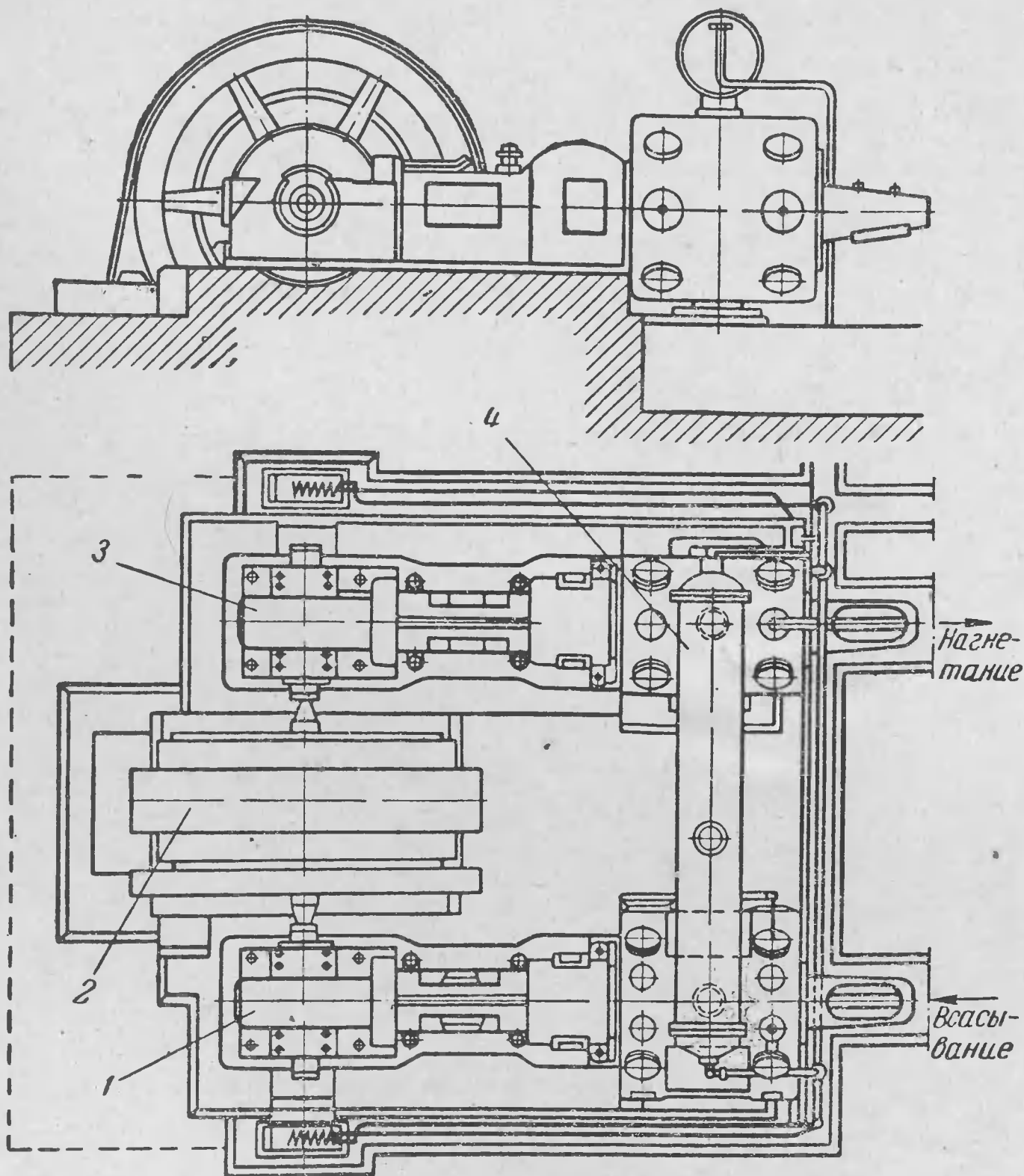


Рис. 9. Компрессор 55В (воздушный, ход поршня 55 см).

1 — цилиндр первой ступени; 2 — электродвигатель; 3 — цилиндр второй ступени; 4 — промежуточный холодильник.

устройством системы охлаждения (водяное, воздушное) и материалом, из которого цилиндр изготовлен.

Цилиндры поршневых компрессоров низкого и среднего давлений изготавливаются из мелкозернистого чугуна, а высокого давления — из стального литья или поковок углеродистой и легированной стали.

Часто цилиндр отливается заодно с водяной рубашкой, что нельзя считать правильным, так как при износе внутренней рабочей части цилиндра приходится производить его замену вместе с рубашкой. В некоторых компрессорах рабочую часть цилиндра выполняют отдельно в виде

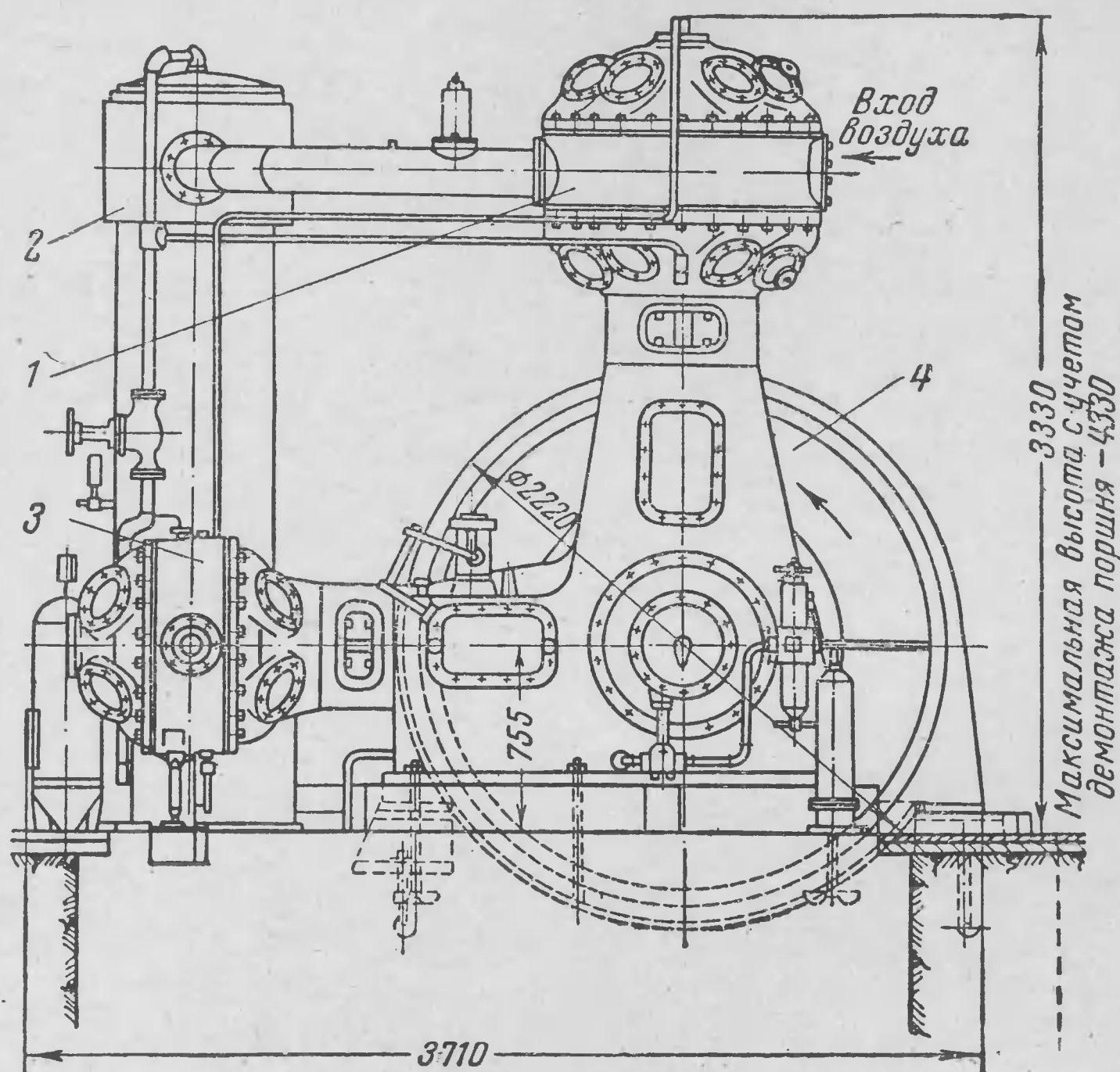


Рис. 10. Компрессор ВП-50/8 (воздушный, двухступенчатый, угловой, двойного действия).

1 — первая ступень компрессора; 2 — промежуточный холодильник; 3 — вторая ступень компрессора; 4 — электродвигатель.

втулки, запрессованной в цилиндр; при износе втулки ее можно вынуть и заменить новой.

Крышки цилиндров. Передняя крышка цилиндра компрессора двойного действия устраивается с отверстием для сальника, уплотняющего шток поршня. В некоторых типах компрессоров низкого давления в крышках устраиваются водяные рубашки и дополнительные камеры, служащие вредным пространством при регулировании производительности способом подключения дополнительных

камер (см. ниже § 7). Крышки, как и цилиндры, отливаются из мелкозернистого чугуна.

Поршни компрессоров разделяются: на **дисковые** простые, применяемые в крейцкопфных компрессорах; **тронковые** (в виде стакана), применяемые в бескрейцкопфных компрессорах; **дифференциальные** (ступенчатые), применяемые в многоступенчатых компрессорах высокого давления; **наборные**, применяемые в последних ступенях сжатия компрессоров высокого давления.

В компрессорах низкого и среднего давлений поршни изготавливаются из чугуна, а стержни дифференциальных поршней высокого давления — из стали.

Назначение поршня — всосать воздух в цилиндр компрессора, а затем сжать его и вытолкнуть из цилиндра в нагнетательный трубопровод.

Поршневые кольца. Для свободного движения поршня в цилиндре между их стенками устанавливается зазор. Для того чтобы не допустить утечек сжатого воздуха через этот зазор из полости сжатия в полость всасывания цилиндра компрессора, поршень снабжается поршневыми уплотнительными кольцами. Поршневые кольца являются весьма ответственными деталями поршневой группы и служат: а) для создания уплотнения между стенкой цилиндра и поршнем; б) для передачи тепла от поршня через стенку цилиндра в рубашку охлаждения; в) для равномерной смазки цилиндра компрессора; г) для удаления излишней смазки со стенок цилиндра.

По назначению поршневые кольца разделяются на уплотняющие (компрессионные) и маслослизывающие. Маслослизывающие поршневые кольца применяются в вертикальных компрессорах простого действия.

Как уплотнительные, так и маслослизывающие поршневые кольца вставляются в специально сделанные канавки в теле поршня и плотно прилегают к телу поршня и к стенкам цилиндра.

Поршневые кольца изготавливаются из чугуновой болванки мелкозернистой структуры и плотно прилегают к внутренним стенкам цилиндра благодаря собственной упругости. Кольца изготавливаются с замком, поэтому при нормальной их работе величина утечек сжатого воздуха определяется величиной зазора в замке кольца.

Крейцкопф (крестовая головка) или ползун применяется в кривошипно-шатунных механизмах компрессоров двойного действия и соединяется наглухо со штоком поршня и подвижно с шатуном. Крейцкопф движется прямолинейно в направляющих (параллелях) станины компрессора.

При работе компрессора на крейцкопф действуют переменные нагрузки — сжатие и растяжение.

Шатун подвижно соединяется с одной стороны с валом компрессора, а с другой — с крейцкопфом, соединенным неподвижно со штоком поршня, и превращает вращательное движение вала в возвратно-поступательное движение поршня. В вертикальных компрессорах с тронковыми поршнями шатун второй стороны соединяется с поршнем поршневым пальцем.

Шатун состоит из верхней головки, стержня и нижней головки. В верхней и нижней головках размещаются подшипники. Нижняя головка шатуна разъемная и соединяется болтами, называемыми шатунными. Верхняя головка шатуна неразъемная. Разъемная головка шатуна изготавливается с прокладками в разьеме, позволяющими увеличивать или уменьшать длину шатуна.

Шатунные болты служат для крепления соединения нижней головки шатуна с отъемной крышкой подшипника и являются наиболее ответственными деталями шатуна, так как при работе компрессора они испытывают очень большие напряжения. Шатунные болты изготавливаются из стали.

Поршневые пальцы. В вертикальных компрессорах с тронковыми поршнями шатун с поршнем соединяется при помощи поршневого пальца. Поршневые пальцы могут выполняться сплошными или полыми. В зависимости от положения в поршне и подшипнике верхней головки шатуна поршневые пальцы разделяются на свободно-плавающие и неподвижные. Первые свободно ходят в подшипнике шатуна и бобышках поршня, вторые — укреплены в шатуне.

Масло для смазки подшипников и пальцев подается под давлением через отверстие в шатунах или по трубкам, укрепленным на стержне шатуна.

Поршневые пальцы изготавливаются из стали.

Валы. Коренной вал компрессора является одной из самых дорогих и ответственных деталей, и его поломка

влечет за собой выход из строя всего компрессора на длительное время.

Валы у компрессоров бывают коленчатые кривошипные.

Коленчатый вал может иметь несколько колен в зависимости от того, сколько шатунов он одновременно приводит в движение. Опорные шейки вала, вращающиеся в коренных подшипниках, расположены на концах вала. Между опорными шейками вала расположено колено, которое состоит из двух щек, соединенных шейкой; на шейке крепится шатун. Шейки коленчатого вала и переходы от одного диаметра к другому выполняются плавно и в виде галтелей.

Для смазки коренных подшипников масло подводится через трубки, а к головке шатуна — через сверления в валу. Шейки вала со стороны маховика снабжаются маслоуловителями, которые предотвращают попадание масла на электродвигатель.

Кривошипный вал встречается в старых конструкциях компрессора и отличается от коленчатого тем, что коленчатый изгиб (кривошип) у него расположен на конце вала, за шейкой коренного подшипника.

Для уравнивания неуравновешенных (выступающих на одну сторону) вращающихся масс валы горизонтальных и вертикальных компрессоров часто изготовляют с противовесами.

Коленчатые валы изготавливаются из стали.

Подшипники служат опорами вращающихся частей компрессора и по характеру трения разделяются на подшипники скольжения и качения. В подшипниках скольжения шейка вала соприкасается с подшипником по цилиндрической поверхности, а в подшипниках качения шейка вала опирается на шарики или ролики.

Подшипник скольжения состоит из двух частей: корпуса и вкладыша. Корпус подшипника отливается из чугуна разъемным. Нижнее основание для вкладыша подшипника обычно отливается вместе с рамой компрессора, а верхняя крышка, держащая вкладыш подшипника, соединяется с нижней при помощи болтов. В корпус подшипника вставляется разъемный по оси бронзовый вкладыш. Внутренняя часть вкладыша заливается слоем баббита. Для равномерного распределения масла во вкладыше служат канавки.

В быстроходных компрессорах применяются шариковые или роликовые подшипники¹.

Маховик в поршневом компрессоре имеет целью сообщить поршню равномерный ход и способствует выведению кривошипно-шатунного механизма из мертвого положения, когда шатун лежит на одной прямой линии со штоком поршня в горизонтальных компрессорах двойного действия.

В компрессорах, соединенных непосредственно с двигателем, надобность в маховике у самого компрессора отпадает.

Клапаны служат для впуска и выпуска воздуха в цилиндры компрессора. Всасывающие клапаны открывают проход воздуха в цилиндр, а нагнетательные — из цилиндра наружу. Всасывающие и нагнетательные клапаны компрессорных машин самодействующие. Они открываются от разности давлений по обе стороны клапана, а закрываются пружиной.

Клапаны принадлежат к наиболее ответственным частям компрессора, и к ним предъявляются следующие требования: плотность в закрытом состоянии; своевременность и легкость открытия и закрытия; малое сопротивление проходящему воздуху; прочность и малый объем вредного пространства.

Клапан состоит из следующих элементов: седла, пластинки, пружины, крышки, ограничителя подъема пластины и стяжного болта с гайкой.

Самодействующие клапаны разделяются на пластинчатые (рис. 11) и тарельчатые (рис. 12). Первые применяются в компрессорах низкого давления; вторые — в компрессорах среднего и высокого давлений.

Наибольшее распространение в компрессорных машинах получили кольцевые и полосовые клапаны, как наиболее простые в изготовлении и удобные в эксплуатации.

Кольцевые клапаны выполняются либо с одной, либо с несколькими пружинами, расположенными по окружности каждого кольца. Для предохранения последнего витка пружины от защемления они снабжаются металлическими колпачками.

¹ В «Библиотеке электромонтера» по подшипникам качения выпущена брошюра В. С. Камнева «Подшипники качения в электрических машинах».

Полосовые клапаны отличаются малой массой движущихся частей. Пластины клапана имеют прямоугольную форму, пружинят и в свободном состоянии плотно

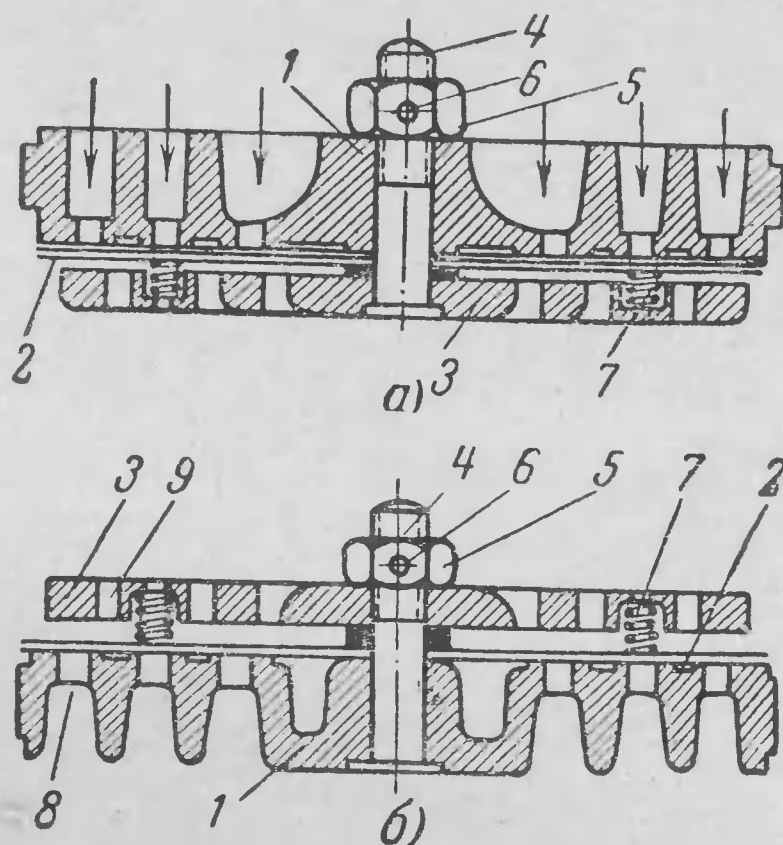


Рис. 11. Пластинчатые клапаны.

a — всасывающий, *б* — нагнетательный.
1 — седло клапана; 2 — пластина; 3 — крышка; 4 — стяжной болт; 5 — гайка;
6 — шплинт; 7 — пружина; 8 — кольцевое отверстие; 9 — окно.

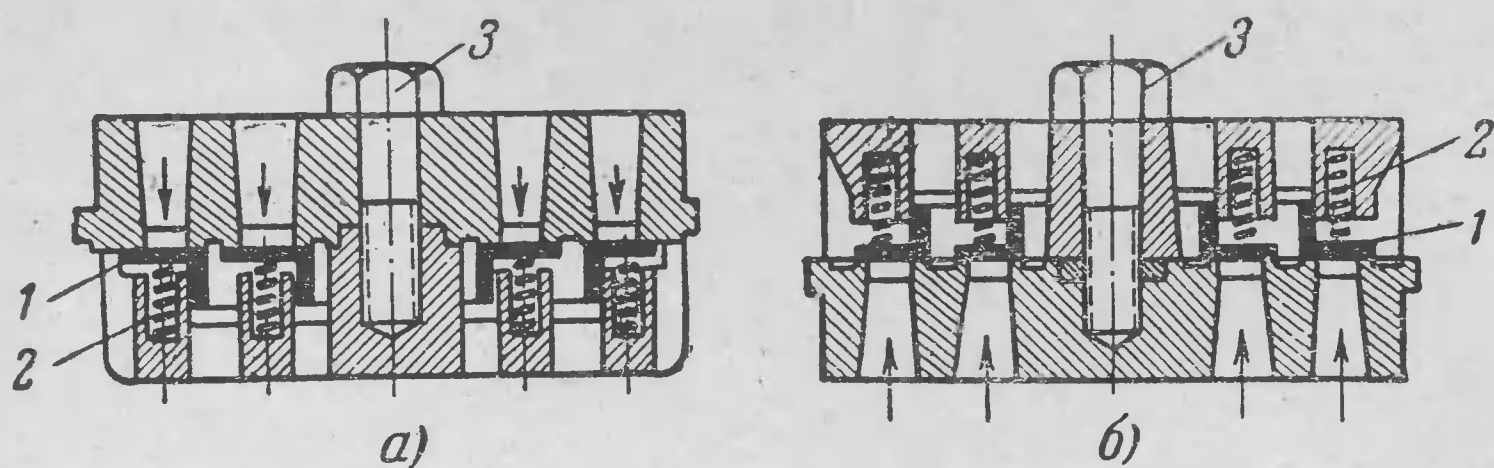


Рис. 12. Тарельчатые клапаны.

a — всасывающий; *б* — нагнетательный. 1 — кольцо; 2 — пружина; 3 — болт.

прилегают к седлу клапана, а под влиянием воздуха выгибаются в пределах углублений, выполненных по дуге в ограничителе подъема.

Толщина клапанных пластин колеблется в пределах от 1,5 до 2,5 мм. Для быстроходных компрессоров применяются более толстые пластинки. Пластинки поло-

вых клапанов делаются более тонкими, приблизительно 0,8 мм.

Клапанные пластины нельзя делать штампованными из обычного листа, так как они при работе коробятся и быстро выходят из строя. Поэтому клапанные пластины изготавливаются из листовой стали, прокатанной в двух направлениях.

Сальники. Для уплотнения штока поршня, проходящего через крышку цилиндра в компрессорах двойного действия, в ней помещается сальник. Сальник состоит из корпуса, уплотняющего материала (сальниковой набивки) и нажимной втулки. Уплотнение сальника может быть мягким и металлическим.

В последнее время в компрессорах получили большое распространение металлические сальники, которые имеют следующие преимущества перед сальниками с мягкой набивкой: больший срок службы, меньшее трение и меньшее изнашивание штока, более легкий уход и меньший расход смазки.

7. РЕГУЛИРОВАНИЕ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ КОМПРЕССОРОВ

Давление сжатого воздуха в сети воздухопроводов зависит от расхода воздуха и производительности компрессорной установки. Если производительность меньше расхода воздуха, то давление в сети снижается до тех пор, пока производительность не будет равняться расходу воздуха; если же производительность больше расхода воздуха, то в сети воздухопроводов будет расти давление сверх допустимого.

Повышение давления сжатого воздуха сверх допустимого может привести к серьезной аварии и даже взрыву вследствие чрезмерного напряжения материала отдельных частей компрессорной установки или воспламенения взрывоопасных смесей.

Причинами, вызывающими повышение давления сжатого воздуха, могут служить: а) резкое снижение или полное прекращение расхода воздуха; б) закрытие задвижки на нагнетательном трубопроводе; в) неисправность запорных приспособлений (вентилей, задвижек, кранов); г) неисправность или заедание нагнетательных клапанов компрессора.

В целях предохранения компрессоров и вспомогательного оборудования от повышения давления сверх нормального, необходимо регулировать подачу воздуха в сеть с тем, чтобы, изменяя производительность компрессора, сохранить в сети постоянное рабочее давление.

Наибольшее распространение в компрессорных установках получили следующие способы регулирования производительности: а) перекрытие всасывающего трубопровода; б) открывание всасывающих клапанов; в) изменение величины вредного пространства путем присоединения к полости цилиндра дополнительных камер; г) поочередная остановка или пуск работающих компрессоров; д) выпуск лишнего воздуха через линию холостого хода в атмосферу; е) открывание предохранительных клапанов.

Регулирование производительности может осуществляться как вручную, так и автоматически.

Регулирование перекрытием всасывающего трубопровода может быть осуществлено путем его полного или частичного перекрытия, т. е. путем дросселирования¹ всасывания.

При перекрытии всасывающего трубопровода наблюдается кратковременный рост температуры при нагнетании, вызываемый увеличением степени сжатия компрессора. Это повышение температуры особенно опасно в двухступенчатых компрессорах, имеющих неплотности в регуляторе и возможном подсосе через него воздуха. В этом случае нагнетание в компрессоре не прекращается и происходит значительное повышение температуры, которое может привести к взрыву компрессора.

Для снижения температуры, уменьшения работы холостого хода и облегчения запуска в двухступенчатых компрессорах регулирование перекрытием всасывающего трубопровода сопровождается добавочным устройством, позволяющим разгружать вторую ступень (см. § 6), путем перепуска воздуха в атмосферу или во всасывающую трубу. В последнем случае выход перепускной трубы находится между компрессором и обратным клапаном, а вход в линию всасывания располагают после регулятора. Этим исключается возможность циркуляции

¹ Дросселем называется приспособление, изменяющее проходное сечение трубопровода для регулирования давления и расхода жидкостей, паров и газов.

воздуха и достигается значительное снижение температуры.

В компрессорах бескрейцкопфного типа перекрытие всасывающего трубопровода создает в цилиндре вакуум, а это может привести к засасыванию масла из картера в цилиндр компрессора.

Регулирование воздействием на клапаны цилиндра (пропусками) производится отжимом всасывающих клапанов и удержанием их в открытом состоянии. При этом способе регулирования воздух, поступивший в цилиндр, при обратном ходе поршня вытесняется из цилиндра через открытые всасывающие клапаны, и в цилиндре компрессора сжатие равно нулю. Отжим клапанов и удержание их в открытом состоянии могут осуществляться вручную или автоматически.

Регуляторы производительности, действующие на клапанные пластины, устанавливаются на клапанных коробках или крепятся к специальным приливам наружной поверхности цилиндра (рис. 13). В компрессорах небольшой производительности регулятор соединяется с одним всасывающим клапаном, а в компрессорах большой производительности — со всеми всасывающими клапанами.

Если на компрессоре установлен один регулятор, то компрессор будет работать или вхолостую, или на полную производительность. При установке на компрессоре двух регуляторов он может работать вхолостую, на половинную или на полную производительность. В этих условиях регулированием управляют два регулятора, установленных на разных по величине конечных давлениях. При росте давления сверх нормального в работу вступает один регулятор, снижающий производительность до 50%; если же давление при этом не снижается, то в работу вступает второй регулятор, переключающий компрессор на холостой ход.

Регулирование присоединением дополнительных вредных пространств осуществляется присоединением к цилиндрам дополнительных камер, расположенных либо непосредственно в цилиндре, либо в отдельных сосудах, соединенных с рабочей полостью цилиндра. Клапаны, соединяющие дополнительные камеры с цилиндром, могут открываться вручную и автоматически. В двухступенчатых компрессорах дополнительные камеры устраиваются в обоих цилиндрах компрессора.

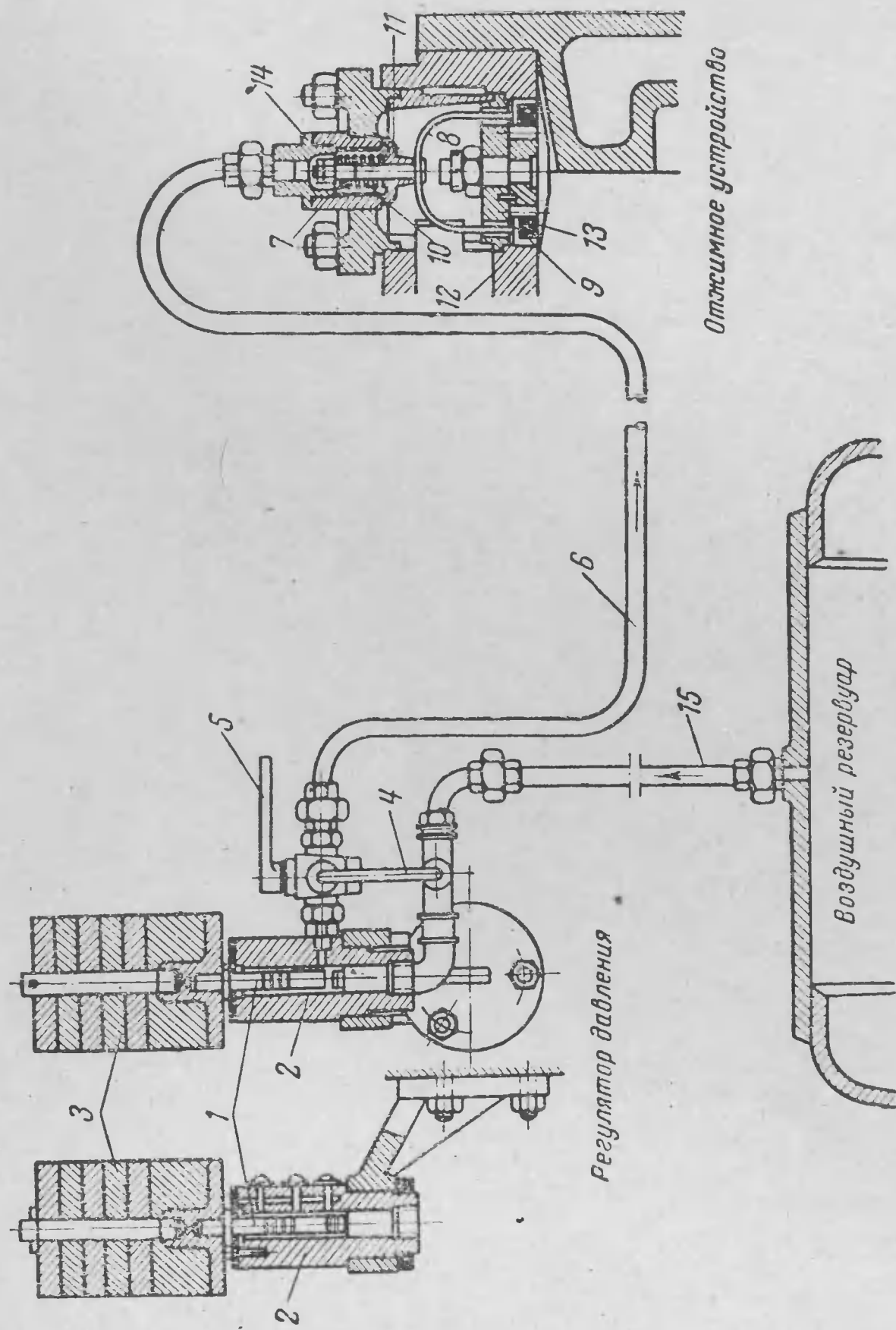


Рис. 13. Регулирование производительности поршневого компрессора отжимом всасывающих клапанов.

1 — поршень регулятора; 2 — корпус регулятора; 3 — грузовые диски; 4 — обходной трубопровод; 5 — рукоятка трехходового крана регулировочного устройства; 6 — трубопровод к отжимному устройству; 7 — поршень отжимного устройства; 8 — вилка отжимного устройства; 9 — пластинка всасывающего клапана; 10 — пружина всасывающего клапана; 11 — коробка клапана; 12 — корпус цилиндра компрессора; 13 — крышка клапана; 14 — коробка отжимного устройства; 15 — соединительная трубка от воздухоотборника к регулятору.

На рис. 14 приведен разрез цилиндра с дополнительными камерами и поршневыми клапанами, сообщающими их с полостью цилиндра.

Клапаны дополнительных камер *I*, *II*, *III*, *IV* закрывают доступ воздуха из цилиндра в камеру давлением сжатого воздуха, подводимого к ним через регулятор из воздухохраника.

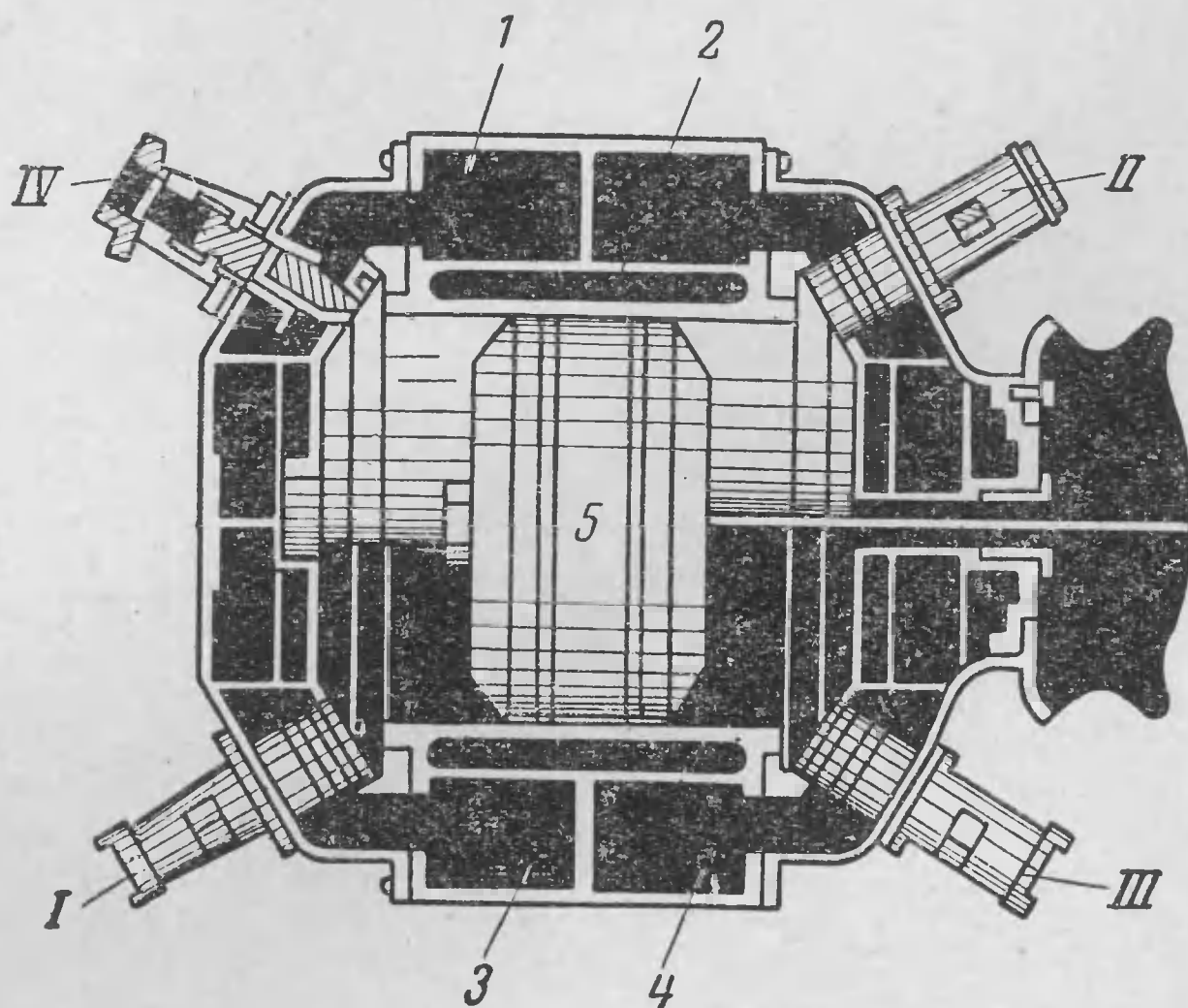


Рис. 14. Регулирование производительности изменением величины вредного пространства.

1—2—3—4 — дополнительные камеры вредного пространства; 5 — поршень компрессора; *I—II—III—IV* — поршневые клапаны, соединяющие полость цилиндра с дополнительными камерами вредного пространства при изменении давления в сети воздухопроводов.

Каждая ступень компрессора снабжена четырьмя дополнительными камерами с объемом, равным 25% производительности компрессора.

При нормальной работе камеры закрыты и производительность компрессора достигает номинальной. Если же давление в воздухохранике поднимается выше нормального, один из клапанов открывается, соединяя цилиндр с дополнительной камерой, и производительность компрессора снижается на 25%. При дальнейшем повышении давления открывается второй клапан, снижая

производительность на 50%, и т. д. Таким образом, этот регулятор производительности имеет пять ступеней изменения производительности от 100% до 75, 50, 25 и 0%.

Регулирование периодическими остановками компрессора может осуществляться как вручную, так и автоматически. Достоинства этого способа: полное прекращение подачи воздуха и расхода электроэнергии. Недостатки: быстрый износ двигателя и компрессора вследствие частых их пусков и остановок, а также большие пусковые токи двигателя, мешающие работе других потребителей электроэнергии.

Этот способ особенно применяется в компрессорах небольшой производительности, работающих непродолжительное время для подачи воздуха в ресиверы и баллоны.

Регулирование при помощи предохранительных клапанов и сбросом воздуха через линию холостого хода в атмосферу крайне неэкономично, так как связано с большими непроизводительными потерями электроэнергии.

Работа компрессоров в общую сеть требует установления порядка, при котором все компрессоры работают на полную мощность, кроме одного, производительность которого регулятором производительности поддерживается в пределах, обеспечивающих нормальное рабочее давление в сети воздухопроводов.

При установлении порядка включения и отключения компрессоров необходимо руководствоваться следующими соображениями:

а) отключать в первую очередь наименее экономичные машины и машины, не имеющие регуляторов давления;

б) при значительном сокращении потребления сжатого воздуха (ночные смены, выходные дни, работа отдельных цехов и пр.) оставлять в работе компрессоры, суммарная производительность которых полностью покрывает потребности в сжатом воздухе;

в) иметь в виду, что в отдельных случаях менее экономичный компрессор при полной нагрузке будет потреблять меньше энергии, чем более экономичный компрессор большой производительности, но работающий с нагрузкой в 25—50%;

г) учитывать возможность снижения графика давлений при работе в ночные смены и выходные дни и тем значительно сократить непроизводительные расходы электроэнергии.

8. ЗАБОР, ОЧИСТКА И ОХЛАЖДЕНИЕ СЖАТОГО ВОЗДУХА

Питание компрессора воздухом. Атмосферный воздух содержит не только водяные пары, но и мелкие частицы пыли, которые, попадая в цилиндр поршневого и ротационного компрессоров, способствуют образованию нагара, в результате чего: а) уменьшается плотность всасывающих и нагнетательных клапанов; б) происходят пригорание поршневых колец в своих канавках и ухудшение их пружинящих свойств; в) происходит пригорание пластин в пазах ротора; г) изнашиваются стенки цилиндров, поверхности поршневых колец, штока, пластины и нарушается нормальная работа сальника; д) уменьшается производительность компрессора вследствие неплотного прикрытия клапанов и перетекания воздуха из полости высокого давления в полость низкого давления цилиндра; е) усиливается засорение промежуточного холодильника с воздушной стороны и тем нарушается режим охлаждения, что увеличивает расход электроэнергии на сжатие воздуха.

О влиянии пыли на износ цилиндров компрессора можно судить по данным, полученным на компрессорной станции, оборудованной машинами различных типов. При отсутствии воздушных фильтров средний годовой износ цилиндров компрессоров достигал 0,46 мм; при оборудовании станции воздушными фильтрами годовой износ цилиндров составил 0,06 мм, т. е. уменьшился более чем в 7 раз.

Воздушные фильтры и их эксплуатация. Для устранения повышенного износа компрессора необходимо забираемый им атмосферный воздух очищать в специальных воздушных фильтрах. По конструктивному выполнению различают матерчатые, металлические и масляные воздушные фильтры.

Матерчатый фильтр представляет собой деревянную камеру, в которой размещены деревянные выдвижные рамы, обтянутые плотной, прочной материей. Воздух, проходя через материю фильтра, оставляет на ней пыль и очищенный поступает в цилиндр компрессора.

Металлический висциновый фильтр (рис. 15) состоит из нескольких кассет размером $500 \times 500 \times 80$ мм. Кассета фильтра представляет собой металлический каркас, верхняя и нижняя части которого затянуты прочной металлической сеткой. Внутренняя часть кассеты заполняется кольцами, которые нарезаются из труб диаметром

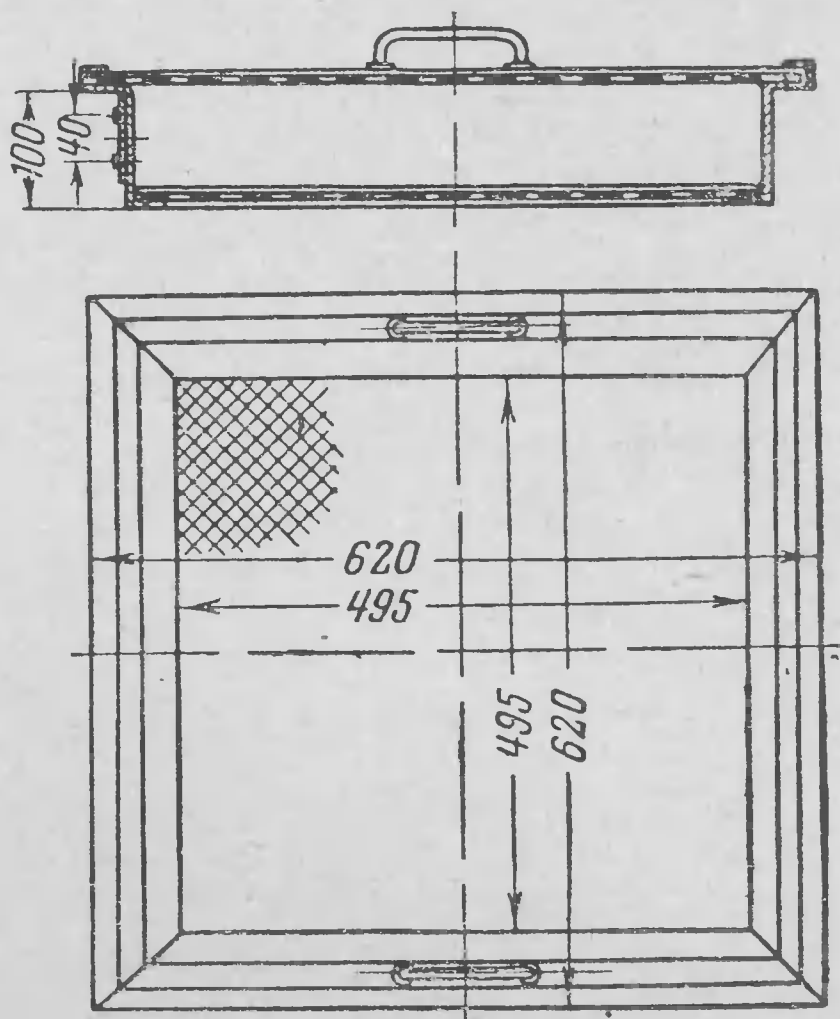


Рис. 15. Металлический воздушный фильтр.

7—10 мм, высотой 8—10 мм и смачиваются висциновым маслом, оставляющим на поверхности колец липкую пленку. Засасываемый компрессором воздух проходит через слой колец, на которых и осаждается пыль.

Площадь металлического фильтра зависит от производительности компрессора и обычно принимается равной $0,25 \text{ м}^2$ на каждые 1000 м^3 воздуха, засасываемого компрессором в час.

Висциновое масло представляет смесь, состоящую из 60% цилиндрического масла № 2 и 40% солярного масла. Вместо висцинового можно применять другие масла: трансформаторное и веретенное 2.

Масляный фильтр представляет собой металлический сосуд, в котором установлено колено, заполненное на одну четверть высоты сосуда маслом; в верхней части

фильтра помещен сухой фильтр, занимающий половину высоты сосуда. Атмосферный воздух по изогнутому колену поступает вниз и проходит слой масла, а затем поднимается вверх. Крупные частицы пыли выпадают на дно масляного сосуда, а более мелкие, смоченные

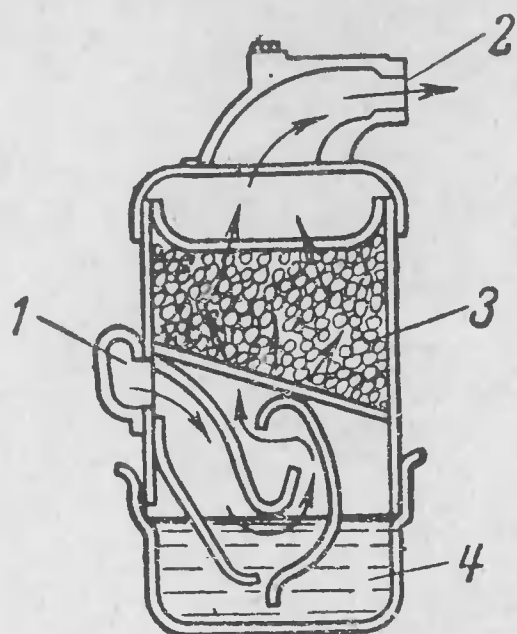


Рис. 16. Масляный фильтр.

1 — вход воздуха; 2 — выход воздуха, поступающего в компрессор; 3 — сухой фильтр; 4 — масляная ванна.

маслом, поднимаются вверх, где и задерживаются в полости сухого фильтра.

В современных компрессорных установках наибольшее распространение получили металлические фильтры. Матерчатые и масляные фильтры имеют незначительное распространение и применяются главным образом в компрессорах малой производительности.

Для организации правильного забора компрессором атмосферного воздуха и его очистки необходимо:

1) осуществлять забор воздуха в компрессор снаружи из затененных и наименее загрязненных мест;

2) оборудовать каждый компрессор или компрессорную станцию в целом индивидуальным или общим воздушным фильтром;

3) стремиться к тому, чтобы всасываемый воздух имел наиболее низкую температуру;

4) забирать атмосферный воздух для фильтра со всех сторон, что устранит часто наблюдающуюся «кач-

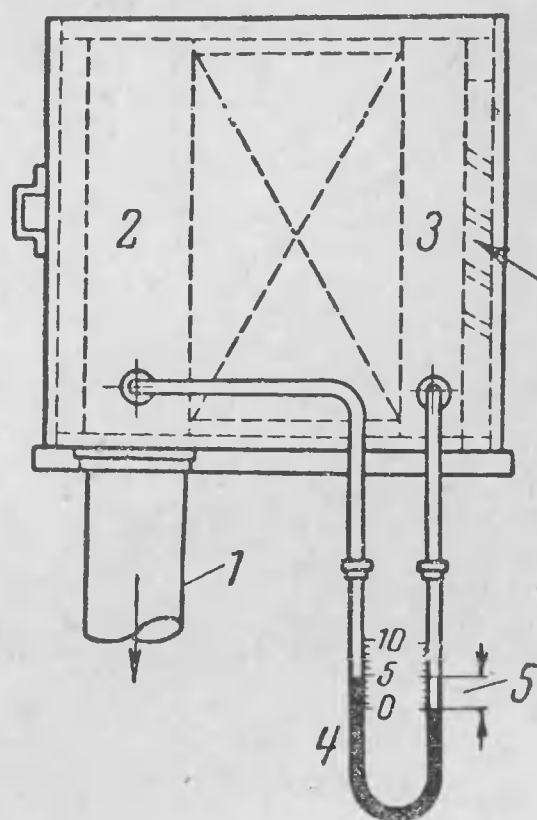


Рис. 17. Водяной манометр для измерения сопротивления воздушного фильтра.

1 — всасывающий трубопровод; 2 — полость после фильтра; 3 — полость до фильтра; 4 — водяной манометр; 5 — разность уровней воды в манометре.

ку» стен и окон помещения компрессорной станции;

5) защищать воздушный фильтр, устанавливаемый на всасывающем трубопроводе от попадания в него атмосферных осадков;

6) периодически очищать воздушный фильтр от пыли, так как засоренный фильтр не только не очищает засасываемый воздух, а, наоборот, увеличивает содержание пыли в нем. Время между чистками зависит от степени загрязненности воздуха и может быть определено по величине потери давления, которое создает фильтр.

Потеря давления фильтром определяется по водяному манометру. Если манометр при работе машины покажет разность давлений до и после фильтра более 10 мм вод. ст. для матерчатого фильтра и более 25 мм вод ст. для металлического фильтра, то это указывает на засоренность фильтра и необходимость его чистки.

При очистке металлического фильтра его кассета с кольцами промывается в керосине или в слабом растворе горячей щелочи, затем тщательно промывается водой и высушивается. После этого кассету фильтра опускают в масляную ванну. Смазанный фильтр должен простоять на открытом воздухе не менее 12 ч, чтобы с него стекло излишнее масло.

Очистка матерчатых фильтров производится выколачиванием или продувкой сжатым воздухом с обратной стороны материи.

Охлаждение сжатого воздуха. Процесс сжатия воздуха в компрессоре сопровождается значительным повышением температуры, которая при повышении давления может достигнуть большой величины, сильно ухудшить работу компрессора и привести к аварии. В целях создания условий для нормальной работы компрессора необходимо во время его работы искусственно охлаждать воздух.

В табл. 6 приведены конечные температуры сжатого воздуха в цилиндре одноступенчатого компрессора без его охлаждения и с охлаждением цилиндра и клапанов.

Охлаждение сжатого воздуха в цилиндре компрессора имеет целью: а) снизить температуру стенок цилиндра, обеспечить нормальные условия смазки и не допустить пригорания масла; б) понизить температуру клапанов и предупредить образование нагара на клапанах, поршневых кольцах, пластинках, пружинах и тем самым

повысить срок их работы; в) предупредить пригорание масла и образование нагара в ротационных компрессорах и предохранить пластины от заедания в пазах ротора; г) замедлить процесс окисления и разложения мас-

Т а б л и ц а 6

Конечное давление сжатого воздуха, ат изб.	0	1	2	3	4	5	6	7
Конечная температура сжатого воздуха без охлаждения, °С	20	85	130	165	195	220	242	263
Конечная температура воздуха, сжатого при охлаждении цилиндра проточной водой, °С	20	58	91	119	142	163	181	200
Конечная температура воздуха, сжатого при охлаждении цилиндра и крышек клапанов проточной водой, °С	20	49	71	92	110	125	140	153

ла в цилиндре компрессора; д) понизить температуру металла компрессора и не допустить снижение его прочности, которая значительно уменьшается при повышении нагрева; е) уменьшить подогрев всасываемого воздуха и повысить весовую производительность компрессора.

Системы охлаждения. Для поглощения тепла сжатия в цилиндре компрессора существуют две системы охлаждения: воздушная и водяная.

Воздушное охлаждение применяется в компрессорах небольшой производительности, преимущественно передвижных. Наружные стенки цилиндра снабжаются ребрами, которые увеличивают наружную поверхность цилиндра компрессора. Соприкасаясь с потоками более холодного атмосферного воздуха, стенки нагревают его—температура цилиндра понижается. Для более эффективного отвода тепла от стенок цилиндра перед ним устанавливается специальный вентилятор.

В стационарных компрессорных станциях применяется водяное охлаждение двух видов: проточное и циркуляционное.

При проточном охлаждении вода из водопровода подается на охлаждение компрессора и по выходе из него сбрасывается в канализацию.

Проточное охлаждение применяется при небольших расходах воды и особенно часто в компрессорах высокого давления.

В компрессорных станциях с большим расходом охлаждающей воды нашла широкое применение циркуляционная система. Вода насосной установкой подается в компрессоры, по выходе из них направляется в охлаждающие устройства и после охлаждения опять используется для охлаждения. Нагретая в компрессорах вода охлаждается в брызгальных бассейнах и градирнях.

Брызгальный бассейн представляет собой открытый водоем, расположенный вблизи компрессорной станции. Нагретая в компрессорах вода по сливному трубопроводу поступает в баки, из которых насосами подается в распределительные трубы, расположенные над поверхностью воды бассейна. На распределительных трубах установлены на определенном расстоянии друг от друга специальные сопла, разбрызгивающие воду. Суммарная площадь брызг очень велика, и падающие в бассейн брызги, соприкасаясь с атмосферным воздухом, отдают ему тепло.

Охлаждение в бассейне сопровождается значительными потерями вследствие испарения и уноса мелких частиц воды ветром. Для восстановления потерь необходимо пополнять бассейн из водопровода.

Градирня представляет собой высокую деревянную или железобетонную башню, заполненную внутри деревянными планками. Нагретая в компрессорах вода подается на верх башни и при помощи распределительных устройств разбивается на тонкие струйки и капли и в таком виде падает вниз, ударяясь о деревянные поперечные планки. Охлаждение в градирне происходит за счет нагрева воздуха, соприкасающегося с мелкими каплями воды, а также за счет частичного испарения воды.

Промежуточные и концевые холодильники. При водяном охлаждении стенок и крышек цилиндра в одной ступени компрессора можно произвести сжатие воздуха не выше 6 *ати*. Для более высоких давлений применяется многоступенчатое сжатие с установкой промежуточных холодильников после каждой ступени компрессора (см. § 3).

По конструктивному выполнению промежуточные холодильники чрезвычайно разнообразны. В простейшем

виде промежуточный холодильник представляет собой цилиндрической формы металлический резервуар с системой труб внутри. Сжатый воздух поступает в межтрубное пространство, а охлаждающая вода течет по трубкам холодильника (рис. 18). Чтобы удлинить путь движения воздуха в холодильнике, между

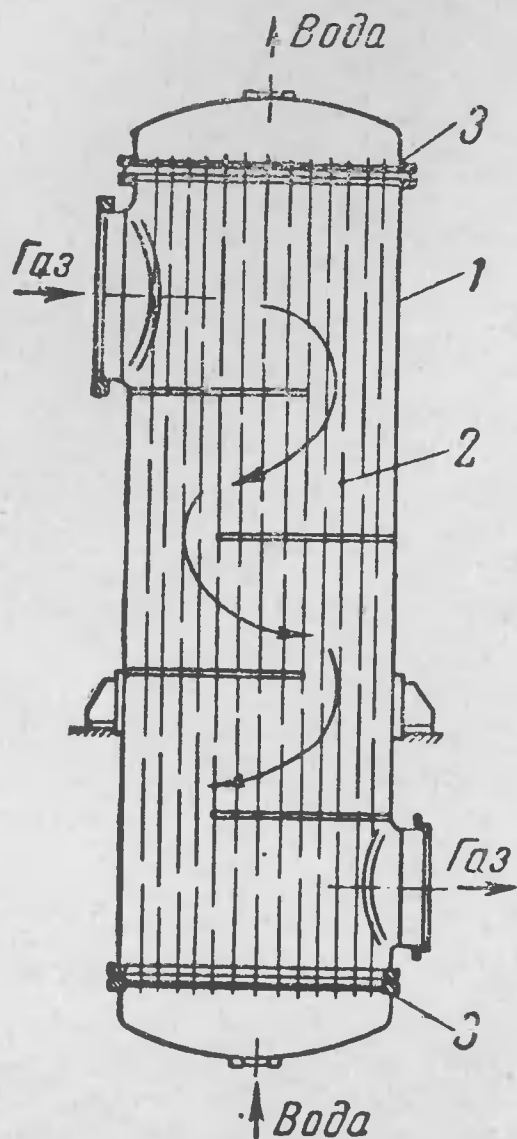


Рис. 18. Многотрубный холодильник сжатого воздуха.

1 — корпус; 2 — трубки; 3 — трубная доска.

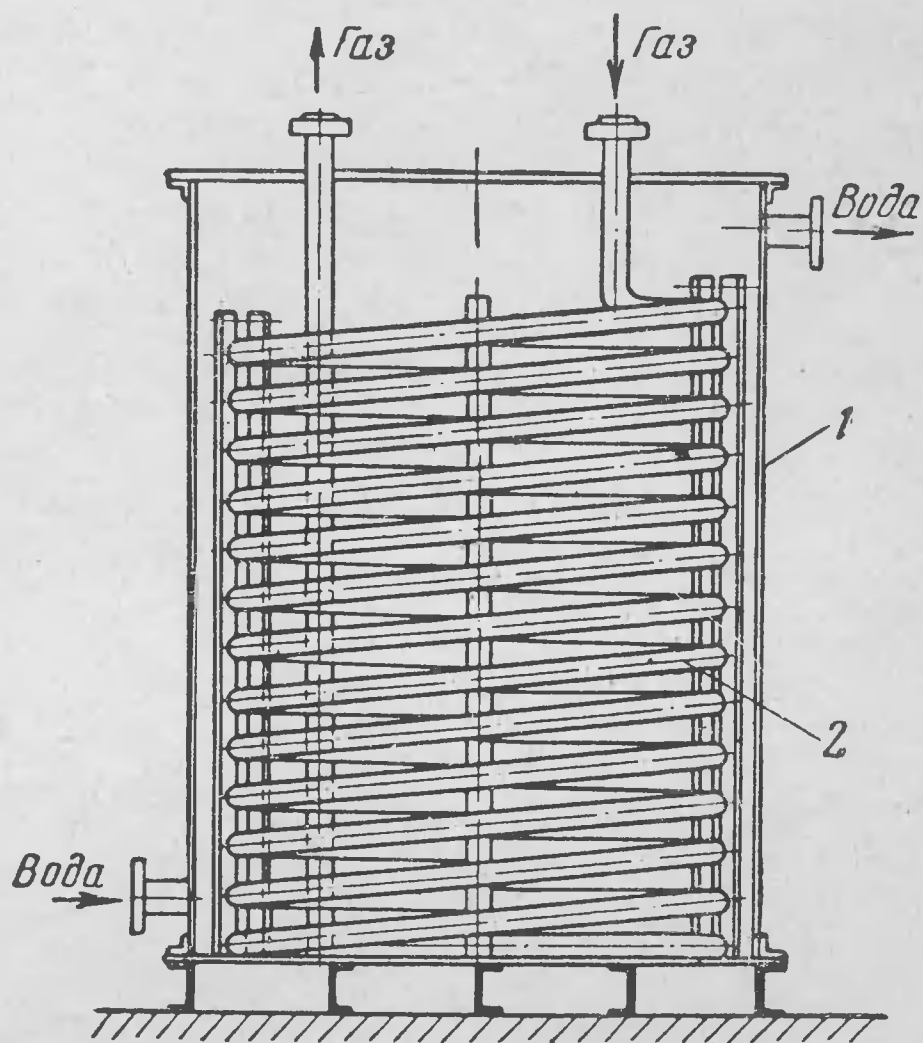


Рис. 19. Холодильник змеевикового типа.

1 — резервуар (ванна); 2 — змеевик.

трубками устанавливаются металлические перегородки. Движения воды и воздуха направлены навстречу.

В компрессорах высокого давления промежуточные холодильники между ступенями высоких давлений изготавливаются из труб змеевикового типа и устанавливаются в специальных баках, наполненных проточной водой.

Промежуточные холодильники должны периодически очищаться от накипи, ила, масляных остатков и других посторонних примесей.

В компрессорных станциях для осушки сжатого воздуха часто устанавливается после последней ступени сжатия компрессора концевой холодильник. В нем про-

исходит конденсация паров, воды и масла. Концевые холодильники устроены аналогично промежуточным.

Нормы расхода охлаждающей воды. Расход воды на охлаждение компрессоров изменяется в зависимости от температуры подаваемой воды, чистоты охлаждаемых поверхностей и нагрузки компрессора.

Нормы расхода воды для охлаждения воздушных компрессоров низкого давления на 1 м³ всасываемого воздуха при температуре поступающей воды, равной 15°С, составляют: а) для компрессоров производительностью до 10 м³/мин 4,5—5,0 л; б) для компрессоров производительностью свыше 10 м³/мин 3,5—4,5 л; в) на концевой холодильник — 2,0—2,5 л. Меньшие нормы относятся к компрессорам большей производительности.

Количество воды, подаваемой в систему охлаждения компрессора, должно быть таким, чтобы вода нагревалась не более чем на 10—15°С против первоначальной ее температуры.

Требования к охлаждению водой воздушных компрессоров сводятся к следующему:

1. Охлаждающая вода должна подводиться снизу рубашек цилиндра, а отводиться сверху.

2. Охлаждающая вода после рубашек цилиндров и холодильников должна сливаться в воронку разорванной струей. Слив должен быть виден.

3. Рубашки цилиндров и холодильники должны иметь вентили для спуска воды.

4. Для измерения температуры поступающей и выходящей из компрессоров охлаждающей воды должны быть установлены термометры.

5. Температура охлаждающей воды на выходе из рабочих цилиндров компрессора не должна быть ниже 20°С и выше 40°С. Температура охлаждающей воды из холодильника не должна превышать 35°С. Необходимо следить за тем, чтобы температура выходящего из холодильника сжатого воздуха не превышала температуры выходящей воды более чем на 20°С.

6. После остановки компрессора вода не должна циркулировать в рубашках цилиндров и холодильниках.

7. Напор подаваемой воды на охлаждение должен быть в пределах 1,5—2,5 ат. изб.

9. СМАЗКА КОМПРЕССОРОВ

Смазка служит для уменьшения трения между движущимися частями компрессора. Дефекты в системе смазки резко ухудшают работу компрессора. Заниженная подача масла повышает износ трущихся частей, увеличивает потери на трение и повышает расход электроэнергии на сжатие воздуха. Завышенная подача масла в цилиндр компрессора загрязняет сжатый воздух, способствует образованию нагара и приводит к уменьшению производительности. Недоброкачественное масло и плохое наблюдение за смазкой приводят к авариям, полом-

кам компрессоров и могут служить причинами несчастных случаев с обслуживающим персоналом.

Смазка цилиндров. Масло, поданное в цилиндр компрессора, распределяется тонким слоем на его поверхности, которая постоянно находится под действием нагретого воздуха. Соприкосновение масляной пленки с большим количеством непрерывно сменяющегося воздуха при его высокой температуре способствует интенсивному испарению масла, снижению вязкости, удельного веса и изменяет другие его физические свойства, а также окисляет масло под действием кислорода воздуха. В результате образуются угольные отложения на поверхности поршней, поршневых колец и клапанов. Эти отложения, соединяясь с пылью, образуют нагар, который, скапливаясь на седлах клапанов, приводит к резкому повышению температурного режима компрессора вследствие перетекания сжатого воздуха обратно в цилиндр.

Под влиянием высокой температуры сжатого воздуха в цилиндре компрессора могут возникнуть условия для бурного окисления смешанных с маслом углеродистых отложений, что может привести к их пламенному горению и к взрыву в компрессоре.

Второй возможной причиной взрыва может быть самовоспламенение паров масла, так как смесь паров масла с воздухом при определенных пропорциях и температуре может самопроизвольно вспыхнуть. Температура взрываемости смеси паров масла с воздухом составляет около 350°C , а в отдельных случаях может понижаться до 200°C . По этой причине не рекомендуется обильно смазывать цилиндры компрессора, так как в конце сжатия воздуха происходят испарение масла и насыщение воздуха его парами.

Парообразование масла в цилиндре компрессора недопустимо. Следует помнить, что испарение масла в цилиндре компрессора начинается при температуре, которая на $60\text{—}70^{\circ}\text{C}$ ниже температуры вспышки масла, применяемого для смазки цилиндров компрессора.

На процесс окисления масла в цилиндре компрессора оказывают большое влияние температура и давление сжатого воздуха. Чем выше температура и давление сжатого воздуха, тем процесс разложения масла происходит быстрее.

Условия работы масла в цилиндре компрессора более тяжелые, чем условия работы масла, смазывающего холодные движущиеся части компрессора. По этой причине требования, предъявляемые к маслу, идущему на смазку цилиндров, более высокие, чем к маслу, применяемому для смазки движущихся частей компрессора.

Основные величины (параметры), характеризующие пригодность масла для смазки цилиндров, вязкость и температура вспышки.

В вертикальных компрессорах, где трение поршневых колец о стенки цилиндра зависит исключительно от упругости колец, должно применяться масло с низкой вязкостью; в горизонтальных компрессорах, где вес поршней воспринимается нижней поверхностью цилиндров, вследствие чего эта часть цилиндров подвергается большому трению, должно применяться масло с высокой вязкостью.

Чем выше температура и давление сжатого воздуха, чем выше скорость движения поршня, тем вязкость смазывающего масла должна быть выше. Для смазки цилиндров компрессоров высокого давления применяется масло с высокой вязкостью.

Температура масла, при которой нагретые пары масла в открытой ванне при поднесении к ним огня загораются, а масло в ванне не горит, называется температурой вспышки масла.

Температура масла, при которой нагретые пары масла в открытой ванне при поднесении к ним огня загораются и вместе с ними горит и масло, называется температурой воспламенения масла. Температура воспламенения масла выше его температуры вспышки на 5—10° С.

Для смазки цилиндров воздушных компрессоров применяются следующие марки компрессорных масел: а) компрессорное 12 — для смазки вертикальных и ротационных компрессоров низкого давления; б) компрессорное 19 — для смазки многоступенчатых компрессоров с конечным давлением сжатия не выше 200 атм; в) масло марки «Брайтсток», обладающее высокой стабильностью и низкой способностью к нагарообразованию, — для многоступенчатых компрессоров с конечным давлением сжатия свыше 200 ат изб.

Физико-химические параметры этих масел приведены в табл. 7.

Т а б л и ц а 7

Физико-химические свойства масел	Компрессорное 12	Компрессорное 19	Брайтсток
Удельный вес	0,891—0,925	0,896—0,926	0,895
Вязкость по Энглеру при 100° С	1,7—2,2	2,3—2,8	2,6
Температура вспышки по Бренкену, °С не ниже	216	240	245
Золы, не более %	0,3	0,3	Отсутствие
Механических примесей, не более %	0,007	0,007	То же
Воды	Отсутствие	Отсутствие	" "

Подача масла на смазку цилиндров. Масло на смазку цилиндров компрессора может подаваться тремя способами: разбрызгиванием, распыливанием и подачей под давлением непосредственно в цилиндр.

Смазка разбрызгиванием получила широкое распространение в вертикальных компрессорах простого действия с закрытым картером. Масло заливается в картер компрессора до уровня, при котором нижняя головка шатуна или противовес коленчатого вала при его вращении приходит в соприкосновение с маслом. Масло захватывается головкой шатуна и забрасывается на стенки цилиндра.

Достоинствами этого способа смазки являются: простота обслуживания, надежность и равномерность покрытия маслом всей поверхности цилиндра. Количество подаваемого масла в цилиндр компрессора зависит от числа оборотов вала, высоты уровня масла в картере и от плотности маслосъемных колец. Уход за этой системой смазки заключается в периодической добавке масла и в наблюдении за уровнем его в картере. Основным недостатком этого способа состоит в невозможности регулировать количество подаваемого масла.

При распыливании масло под давлением подается во всасывающую трубу компрессора, где оно подхватывается быстродвижущимся воздухом, распыливается на мельчайшие частички и в виде тумана попадает в цилиндр и равномерным слоем покрывает его внутреннюю поверхность. Количество подаваемого масла может регулироваться. Недостатки способа: неполное распыливание и интенсивное окисление масла кислородом воздуха из-за большой поверхности соприкосновения с ним.

Наибольшее распространение подачи масла для смазки цилиндров компрессоров низкого и высокого давлений получила подача масла непосредственно в цилиндр при помощи плунжерного насоса, называемого лубрикаторм. Этот способ подачи допускает возможность регулировать количество масла и наблюдать за его расходом.

Насосные элементы лубрикатора (рис. 20) расположены в ряд и приводятся в движение от эксцентрикового вала 1 через вилку 2, к которой прикреплены поршни насосов 3 и 4. Вал насоса получает движение от торца коленчатого вала компрессора.

Вилка во время вращения эксцентрикового вала поднимает поршень 3 (ход которого изменяется посредством винта 6) и всасывает масло из ванны 7 (корпуса 5) через отверстие 8. При опускании поршень 3 нагнетает масло через клапан 9, соединительный канал, каплеуказатель 10 в коробку 11. Масло проходит через сито 12 по каналу 13 и под поршень 4 во время его подъема. При

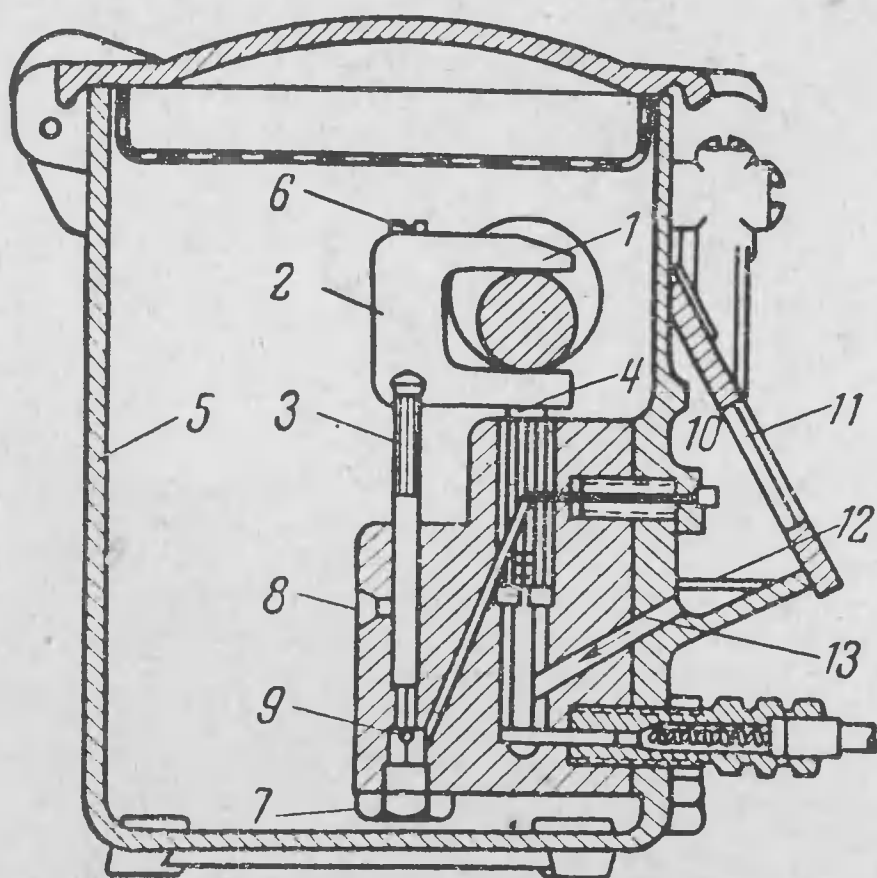


Рис. 20. Лубрикатор.

опускании поршня 4 масло нагнетается к месту смазки компрессора. Для прокачки масла вручную необходимо на эксцентриковый вал надеть ручку.

Смазка механизма движения компрессора (коренные подшипники, подшипники кривошипа и крейцкопфа, направляющие крейцкопфа и кривошипно-шатунный механизм) имеет большое значение для нормальной и долговечной работы компрессора. Недостаточная смазка механизма движения не только вызывает перерасход электроэнергии, но и может вызвать тяжелую аварию компрессора. Для смазки механизмов движения компрессоров применяются масла «индустриальное 45» и «индустриальное 50» (ГОСТ 1707-51).

Существует много способов подачи масла на смазку механизма движения компрессора, и их применение зависит от типа компрессора, конструкции подшипников и др. Особенно широкое применение получила циркуля-

ционная система подачи масла при помощи шестеренчатого насоса (рис. 21). Масло из бака забирается насосом и под давлением подается к смазывающим местам, откуда возвращается в бак, где после охлаждения опять посылается к местам смазки.

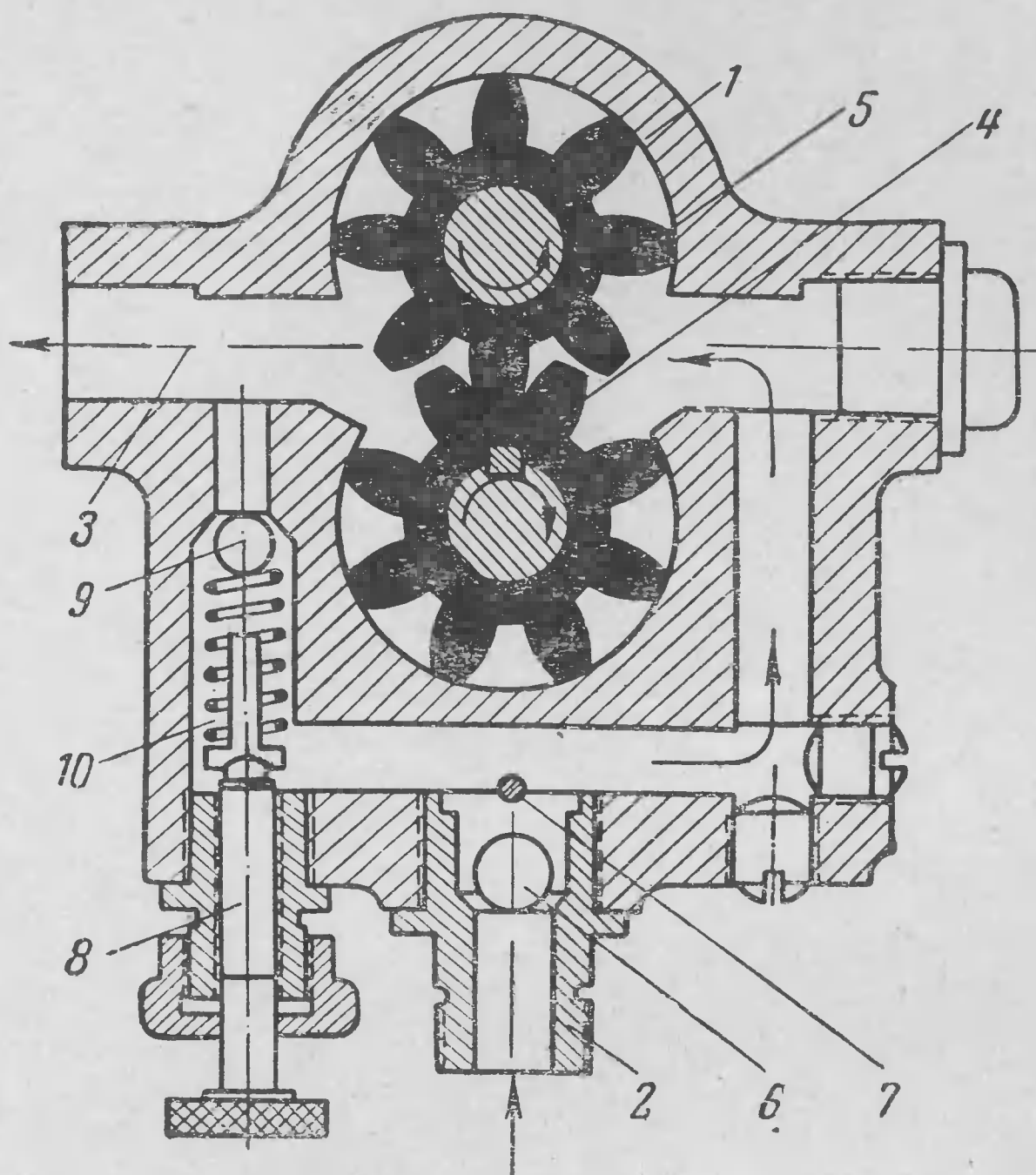


Рис. 21. Шестеренчатый масляный насос.

1 — корпус насоса; 2 — всасывающий патрубок; 3 — нагнетательный патрубок; 4 — ведущая шестерня; 5 — ведомая шестерня; 6 — шарик приемного клапана; 7 — ограничительная шпилька; 8 — винт регулятора давления; 9 — шарик обратного клапана; 10 — пружина обратного клапана.

Нормы расхода масла на смазку компрессоров. На каждой компрессорной установке необходимо вести учет расхода смазывающего масла и определить норму расхода на смазку цилиндров компрессора по данным заводов-изготовителей, а при их отсутствии по табл. 8 или по формуле

$$Q = \frac{2\pi Dsn \cdot 60}{k} a, \text{ г/ч,}$$

где D — диаметр цилиндра, м;

s — ход поршня, м;

n — скорость вращения, об/мин;

a — коэффициент, равный 1,2 для машин двойного действия;
 k — коэффициент для вертикальных компрессоров, определяемый по табл. 9.

Т а б л и ц а 8

Компрессоры крейцкопфные			Компрессоры бескрейцкопфные		
Производительность, $\text{м}^3/\text{мин}$	Конечное давление, ати	Расход масла, г/ч	Производительность, $\text{м}^3/\text{мин}$	Конечное давление, ати	Расход масла, г/ч
10	8	50	3	4	35
20	8	70	3	8	40
30	8	90	6	4	45
50	8	115	6	8	70
100	8	170	10	8	90
100	8	250*	20	8	180

* Для компрессоров производительностью 100 $\text{м}^3/\text{мин}$ в горизонтальном исполнении.

Т а б л и ц а 9

Коэффициент k для вертикальных компрессоров			
Низкого давления, ат изб		Высокого давления	
4	7	четырехступенчатых	пятиступенчатых
400	360	I ступень—360 II ступень—240 III ступень—150 IV ступень—100	I ступень—360 II ступень—250 III ступень—150 IV ступень—140 V ступень—100

П р и м е ч а н и я: 1. Для компрессоров производительностью 100—110 $\text{м}^3/\text{ч}$ расход масла увеличивается в 1,4—1,5 раза.

2. Для компрессоров в горизонтальном исполнении значение коэффициента k уменьшается на 20%.

Требования к нормальной смазке компрессоров сводятся к следующему:

1. Для смазки должны применяться масла, соответствующие техническим условиям.

2. Масло, поступающее в компрессорную станцию, должно быть подвергнуто обязательному лабораторному анализу.

3. Смазочная аппаратура и инвентарь (маслонасосы, маслопроводы, фильтры и холодильники для масла, масленки, бачки, ведра, воронки и др.) должны содержаться в чистоте.

4. Необходимо поддерживать нормальное охлаждение рубашек и крышек цилиндров и клапанов компрессора.

5. Следует периодически очищать цилиндры, клапаны и поршни от нагара.

6. Заменять масло в картере, масляных ваннах подшипников с кольцевой смазкой нужно своевременно, не допуская загрязнения масла и потери требуемых качеств.

7. Нужно соблюдать нормы смазки, установленные заводом-изготовителем или определенные при испытании компрессоров.

8. Заливать масло в расходные баки необходимо через фильтры.

9. Баки для различных масел должны быть окрашены в различные цвета и иметь надписи с указанием сорта масла и его назначения. Баки должны плотно закрываться крышками.

10. Нельзя смешивать масла и использовать одну и ту же посуду (масленки, ведра, лейки и др.) для различных масел.

10. АВАРИИ ВОЗДУШНЫХ КОМПРЕССОРОВ

Основное требование, предъявляемое к каждой компрессорной станции,—бесперебойная и безаварийная работа.

Являясь сравнительно простой машиной, компрессор в условиях работы при несоблюдении технических правил установки и обслуживания может привести к неприятным последствиям.

Зарегистрирован ряд случаев серьезных аварий и взрывов компрессорных машин, сопровождающихся большими разрушениями, несчастными случаями и пожарами. Поэтому *воздушные компрессоры относятся к взрывоопасным машинам*, и их устройство и эксплуатация определяются особыми правилами¹.

Основными причинами поломок компрессоров и аварий явились: невнимательное обслуживание компрессорных станций; повышение температуры и давления сжатого воздуха выше нормальных, указанных в инструкции завода-изготовителя; образование в среде сжатого воздуха взрывоопасных смесей; применение недоброкачественного масла для смазки цилиндров компрессора; неправильный монтаж и сборка компрессорных машин; применение недоброкачественного материала для изго-

¹ Правила устройства, содержания и обслуживания компрессоров и воздухопроводов обязывают техническую инспекцию профсоюза ежегодно производить обследование компрессорных станций с целью выявления соблюдения администрацией предприятия правил их устройства и эксплуатации.

Воздухосборник, концевые холодильники и водомаслоотделители, как наиболее опасные части компрессорной станции, находятся на учете инспекции Госгортехнадзора, которая производит их периодические осмотры и проверки.

товления деталей компрессора; несвоевременные ремонт и чистка оборудования компрессорной машины; гидравлические удары; замораживание компрессоров.

Поэтому обслуживание компрессорных машин должно поручаться только хорошо подготовленному машинисту, который должен знать устройство компрессора, вспомогательного оборудования компрессорной станции и внимательно следить за их работой.

Обрывы шатунных болтов в компрессоре могут привести не только к поломке той или другой детали, но и вызвать полное разрушение компрессора. Основные причины обрыва шатунных болтов сводятся к следующему: неправильная конструкция; недоброкачественный материал; сильная затяжка и неравномерное крепление болтов; ослабление во время работы гаек; перегрев подшипника головки шатуна, вследствие чего болты нагреваются, а от нагрева удлиняются, появляются стуки, которые могут привести к обрыву или трещине; заедание поршня и изношенность болтов.

Поломка коленчатого вала может быть вызвана следующими причинами: а) неравномерность оседания фундамента, вследствие чего может произойти оседание одного подшипника; вал провисает и во время работы изгибается то в одну, то в другую сторону; б) неправильный монтаж компрессора, при котором вал не будет равномерно прилегать к опорным поверхностям; в) гидравлические удары или попадание постороннего тела в цилиндр компрессора и пуск компрессора под нагрузкой (под давлением).

Заедание и поломка поршня происходят от недостаточной смазки, от применения загрязненного масла для смазки цилиндра; резкого изменения режима охлаждения цилиндра; перекоса кривошипно-шатунного механизма; попадания в цилиндр постороннего тела; нагрева поршневого кольца и недостаточного зазора между поршнем и зеркалом цилиндра.

Гидравлические удары. Вода, попадая в цилиндр компрессора и толкаемая поршнем, с огромной силой ударяет по крышке цилиндра и служит причиной серьезной поломки компрессора. При движении поршня к крышке цилиндра может произойти поломка крышки, а при отраженном ударе — изгиб штока и разрушение компрессора.

Вода в цилиндр компрессора может попасть следующими путями: через всасывающий воздухопровод, если место забора воздуха не защищено от атмосферных осадков; через неплотности крышки цилиндров вследствие плохой прокладки; через неплотности промежуточного холодильника, если при остановке компрессора не перекрыта вода, поступающая на холодильник; через трещины в цилиндре компрессора. Трещины в цилиндре компрессора могут образоваться от замораживания воды в рубашке цилиндра, гидравлического или механического удара, резкого изменения режима охлаждения и наличия раковин в теле цилиндра компрессора.

Взрывы воздухоборников и водомаслоотделителей могут быть вызваны повышением давления сверх допустимого; образованием и воспламенением взрывоопасных смесей; ослаблением прочности материала вследствие значительной коррозии, уменьшающей его толщину; применением металла, не отвечающего требованиям проекта; усталостью металла, обусловленной долголетней службой; недостатками конструкций и изготовления (дефекты сварки, клепки и т. п.), которые приводят к местному перенапряжению металла.

Для безопасной работы воздухоборников и водомаслоотделителей необходимо: правильным расчетом определить толщину их стенок; изготовить их из доброкачественного и правильно обработанного материала; обеспечить воздухоборники манометрами и предохранительными клапанами; ежедневно удалять путем продувки масло, воду и грязь; периодически производить очистку и промывку воздухоборников, масловодоотделителей и трубопроводов между компрессорами и воздухоборниками.

11. НЕИСПРАВНОСТИ В РАБОТЕ КОМПРЕССОРОВ

Падение давления в системе смазки механизма движения может иметь следующие причины:

а) снижение уровня масла в картере ниже допустимого, вследствие чего масляный насос засасывает воздух и подача масла прекращается;

б) поломка шестеренчатого насоса или значительная сработанность шестерен;

в) разрыв трубок маслопровода;

г) поломка пружины, неплотность предохранительного масляного клапана или неисправность перепускного клапана;

д) загрязнение масляного фильтра или засорение приемной сети масляного насоса;

е) значительная выработка вкладышей коренных и шатунных подшипников, вследствие чего масло свободно вытекает через эти зазоры;

ж) неправильная сборка насоса после ремонта: вследствие большой толщины прокладки под крышкой насоса масло может перетекать из нагнетательной полости насоса во всасывающую.

Неисправность манометра может показать, что масло в смазку поступает, в то время как в действительности масла нет или его недостаточно.

Повышение температуры масла в системе смазки движения компрессора может быть вызвано плохим охлаждением масла в холодильнике вследствие его загрязненности; загрязненностью смазывающего масла и повышением температуры движущихся частей компрессора вследствие их повреждения, недостаточной подачи масла или неправильной сборкой системы.

Ненормальности в подаче масла в системе смазки цилиндро-поршневой группы могут быть вызваны перебоями подачи масла лубрикатором (см. § 9), вследствие неплотностей обратных масляных клапанов и масляных трубопроводов; засоренностью маслопроводов или неисправностью самого лубрикатора.

Неправильное распределение давлений по ступеням сжатия компрессора выражается в повышении или понижении давления сжимаемого компрессором воздуха между ступенями. Повышение степени сжатия в практике называется «перегрузом». Причинами неправильного распределения давления по ступеням сжатия могут быть неплотности клапанов и поршневых колец.

Ненормальное распределение давлений по ступеням сжатия представляет серьезную опасность для компрессора, так как температура сжатого воздуха вследствие увеличения степени сжатия может повыситься настолько, что произойдет вспышка паров масла.

О повышении давления между ступенями судят по показаниям манометров, на которых нормальное давление указывается красной стрелкой. При появлении ненор-

мальности в давлениях между ступенями компрессора последний должен быть остановлен.

Ненормальности в системе воздухораспределения компрессора вызывают значительное количество ненормальностей работы поршневых компрессоров. Нарушение работы органов воздухораспределения приводит к повышению давления и ненормальному распределению по ступеням сжатия, повышению температуры сжатого воздуха, снижению производительности и увеличению расхода электроэнергии.

В поршневых компрессорах неплотности всасывающих клапанов вызывают перетекание воздуха во время процесса сжатия во всасывающую трубу. Неплотности нагнетательных клапанов во время обратного хода поршня способствуют засасыванию сжатого воздуха из нагнетательного трубопровода обратно в цилиндр компрессора. Неплотности поршневых колец вызывают перетекание воздуха из полости высокого давления в полость низкого давления. При неплотных сальниках воздух при сжатии будет выталкиваться в атмосферу.

Для предотвращения перечисленных ненормальностей к клапанам любой конструкции предъявляются следующие требования:

1. Закрытые клапаны не должны пропускать воздух. Плотность клапана проверяется на специальном приспособлении сжатым воздухом или при помощи керосина. Клапан считается плотным, если в течение 5 мин не дает пропусков керосина;

2. Проходные сечения клапана не должны быть меньше установленных заводом-изготовителем, а толщина пластин клапана должна быть в пределах 1,5—2,5 мм.

3. Подъем клапанных пластин в быстроходных компрессорах небольшой производительности должен быть в пределах 2—2,5 мм; в тихоходных компрессорах большой производительности 3—3,5 мм.

В ротационных компрессорах (см. § 2) отсутствуют всасывающие и нагнетательные клапаны, но там имеются свои специфические устройства, неплотности которых значительно понижают производительность. Износ рабочих лопаток, завышенные зазоры между ротором и крышкой в сильной степени снижают производительность ротационного компрессора. Чтобы получить в ротационном компрессоре полную производительность, не-

обходимо строго сохранять зазоры, указанные заводом-изготовителем, соблюдать сроки и качество ремонта и правильно эксплуатировать.

Нагрев движущихся частей компрессора, вызванный трением друг о друга, не должен превышать определенного предела, за которым снижается прочность металла и наступает изменение свойств масла. Все это может привести к нарушению работы компрессора и может служить причиной поломки или его взрыва.

Причинами значительного нагрева могут явиться: недостаточная смазка или применение недоброкачественного или загрязненного масла, плохая обработка деталей компрессора или их перекося при сборке.

В компрессорных машинах чаще всего перегреваются подшипники из-за неудовлетворительной подгонки и пришабровке вкладышей, вызывающей неравномерность прилегания к шейке вала, а также при прекращении подачи масла.

Прекращение или недостаточная подача масла может явиться следствием ряда причин: 1) отсутствия необходимого зазора между заплечиками вала и вкладышами. Зазор необходим для свободного удлинения вала при его нагреве; 2) чрезмерной затяжки или слабой затяжки подшипников. В первом случае из-за недостаточного зазора масло не может правильно распределяться между трущимися частями, что повлечет перегрев подшипников. Во втором — будет большой зазор, и масло станет свободно вытекать из подшипников.

В подшипниках с кольцевой смазкой подача масла может прекратиться при наличии легкого кольца, излишке или недостатке масла в камере подшипника или при неравномерной толщине и неточном изготовлении кольца.

Стук и удары в компрессоре указывают на его неисправность и требуют немедленной остановки. Определить место стука в работающем компрессоре нелегко, для этого требуется особое внимание и опыт машиниста.

Стук и удары в компрессоре вызываются следующими причинами: заеданием поршня и поршневых колец, сработавшимися поршневыми кольцами; заниженным вредным пространством; разработкой цилиндровой втулки; перекося поршня в цилиндре; погнутостью поршневого штока; несовпадением центровых линий цилинд-

ра и кривошипно-шатунного механизма компрессора; ослаблением соединения штока с крейцкопфом или с поршнем, а также ослаблением поршневой гайки; чрезмерной выработкой ползунов и параллелей или крейцкопфного подшипника; износом крейцкопфного пальца или ослаблением клина крейцкопфного подшипника шатуна; ослаблением клапанов в гнездах цилиндров; попаданием в цилиндр постороннего твердого тела или воды; поломкой клапана или клапанной пластины; ослаблением клапанных пружин; выходом седла всасывающего клапана за пределы головки цилиндра и ударами в него днища поршня.

Стук в подшипниках может вызываться следующими причинами: сработалась шейка вала или вкладыши подшипника; разработался поршневой палец или втулка в головке шатуна; велик зазор между шейкой вала и вкладышами подшипников; ослаблено крепление подшипника; неправильное центрирование осей главного вала, шатуна и цилиндра и неравномерное оседание фундамента компрессора.

Уменьшение производительности компрессора может произойти по следующим причинам. Заниженное против нормы число оборотов компрессора. Сломаны пружины всасывающих клапанов или ослабла стягивающая клапан гайка. Слишком тугие пружины всасывающих клапанов, вследствие чего ухудшается заполнение цилиндра воздухом. Неправильно установлены клапаны (вместо всасывающего клапана на его место поставлен нагнетательный). Седла клапанов имеют большую выработку или риски и раковины. Постороннее тело между седлом клапана и пластинкой. Заедание клапанов. Завышенная длина отжимных вилок регулятора давления, вследствие чего клапан неполностью открывается. Засорение воздушных фильтров или недостаточная площадь их для прохода воздуха. Заниженное сечение всасывающего трубопровода. Плохо отрегулирован регулятор давления, вследствие чего всасывающие клапаны либо открыты, либо перекрыт всасывающий трубопровод. Отсутствует или ослабла пружина, поддерживающая вилку регулятора давления: вилка собственной тяжестью держит клапаны всасывания в открытом положении. Сработался поршень или цилиндр компрессора. Сработались или неплотны поршневые кольца, пропуски сальников.

12. КОНТРОЛЬ РАБОТЫ КОМПРЕССОРНОЙ УСТАНОВКИ

Для повышения эффективности и безопасности работы компрессорной станции необходимо контролировать работу каждого агрегата, чтобы тепловой режим не выходил за пределы допустимых норм. Контроль компрессорной установки позволяет своевременно принимать необходимые меры, предотвращающие нарушения нормальных условий работы машин и сетей воздухопроводов.

На каждой компрессорной станции должны быть суточные вахтенные (сменные) журналы для регистрации в них режима работы компрессоров и учета выработанного сжатого воздуха, а также эксплуатационные инструкции.

Параметры нормального режима работы каждого компрессора должны быть внесены в инструкцию по эксплуатации и вывешены на видном месте в машинном зале компрессорной установки и контролируются с помощью контрольно-измерительных приборов.

На компрессорной станции должны быть установлены следующие контрольно-измерительные приборы:

1) воздухомер на общей магистрали для учета количества вырабатываемого сжатого воздуха;

2) самопишущий манометр на общем нагнетательном воздухопроводе для регистрации давления сжатого воздуха;

3) электрический счетчик для учета расходуемой электроэнергии на выработку сжатого воздуха;

4) водомер для учета количества воды, расходуемой на охлаждение машин и сжатого воздуха;

5) термометры и манометры на каждый компрессор для измерения температур и давлений воздуха на всех ступенях сжатия, температур охлаждающей воды, поступающей и выходящей из компрессора, давлений и температур масла, подшипников и крейцкопфов компрессоров, оборудованных принудительной смазкой.

Воздухомеры. Диафрагму воздухомера необходимо устанавливать на линии нагнетания в таком месте, чтобы на точность его показаний не влиял пульсирующий поток сжатого воздуха.

На показания воздухомера необходимо вводить поправки, связанные с несовпадением действительной температуры и давления сжатого воздуха при проходе его через диафрагму с тем давлением, на которое рассчитана диафрагма. С этой целью при монтаже диафрагмы следует установить термометр и самопишущий манометр.

Величина поправок в отдельных случаях может доходить до $\pm 10\%$ общего расхода воздуха.

Поправки на действительную температуру и давление к показаниям воздухомеров для шкал с объемными единицами определяются по формуле

$$Q_d = Q_1 \sqrt{\frac{PT_1}{P_1T}}, \text{ м}^3/\text{ч},$$

где Q_d — действительный расход, $\text{м}^3/\text{ч}$;

Q_1 — показание воздухомера, $\text{м}^3/\text{ч}$;

P — расчетное давление, ат;

P_1 — фактическое среднее давление, ат;

T — расчетная температура, $^{\circ}\text{К}$;

T_1 — фактическая средняя температура воздуха, проходящего через диафрагму, $^{\circ}\text{К}$.

Учет воздуха в нормальных кубометрах является учетом по весу, а не по объему, и не может характеризовать состояние и работу компрессора, но он представляет значительные удобства в учете воздуха потребителями, так как давление его и температура имеют незначительные колебания и могут быть приняты постоянными.

Поэтому учет воздуха для составления балансов предприятий и в цехах следует вести в килограммах или в нормальных кубометрах, а для оценки работы компрессора — в объемных единицах.

Существенным показателем положительной оценки работы компрессора служит удельный расход электроэнергии на сжатие воздуха.

Измерение давлений осуществляется металлическими и жидкостными манометрами. Металлические манометры делятся на трубчатые (рис. 22) и пластинчатые (рис. 23).

В зависимости от конструкции металлические манометры могут измерять давление ниже и выше атмосферного. Приборы, предназначенные для измерения давлений ниже атмосферного (разрежения, вакуума), называются вакуумметрами. Приборы для измерения давлений выше и ниже атмосферного называются мановакуумметрами.

Так как трубка манометра внутри металлической коробки испытывает атмосферное давление, то манометр показывает избыточное давление (т. е. не учитывает давление атмосферного воздуха). Поэтому различают избыточное или манометрическое давление. Избыточное или манометрическое давление меньше абсолютного на 1 ат.

Когда говорят о давлении, создаваемом компрессором, то подразумевают избыточное, а не абсолютное давление.

Простейшим прибором для измерения давления и разрежения, а также разности давлений является U-образный манометр (рис. 24), состоящий из стеклянной трубки, согнутой в виде буквы U, и заполненный на половину своей высоты ртутью, водой, спиртом или другой жидкостью. Если одна из трубок соединена с измеряемой средой, а вторая — с атмосферой, то разность уровней в трубках покажет величину измеряемого давления. Трубка, заполненная жидкостью, крепится к деревянной или металлической планке, на которой нанесены деления.

Манометры этого типа применяются в компрессорных установках для измерения сопротивления всасывающего трубопровода и определения степени засоренности воздушных фильтров.

Требования, предъявляемые к манометрам для измерения давления сжатого воздуха низкого и высокого давлений, сводятся к следующему:

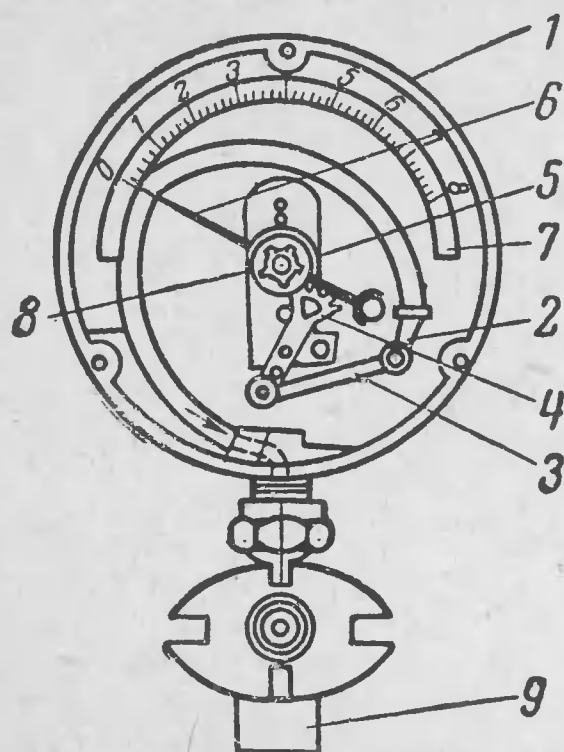


Рис. 22. Трубчатый манометр.

1 — цилиндрическая коробка; 2 — трубчатая пружина; 3 — поводок; 4 — зубчатый сектор; 5 — шестерня; 6 — стрелка; 7 — шкала; 8 — металлический волосок; 9 — фланец для присоединения контрольного манометра.

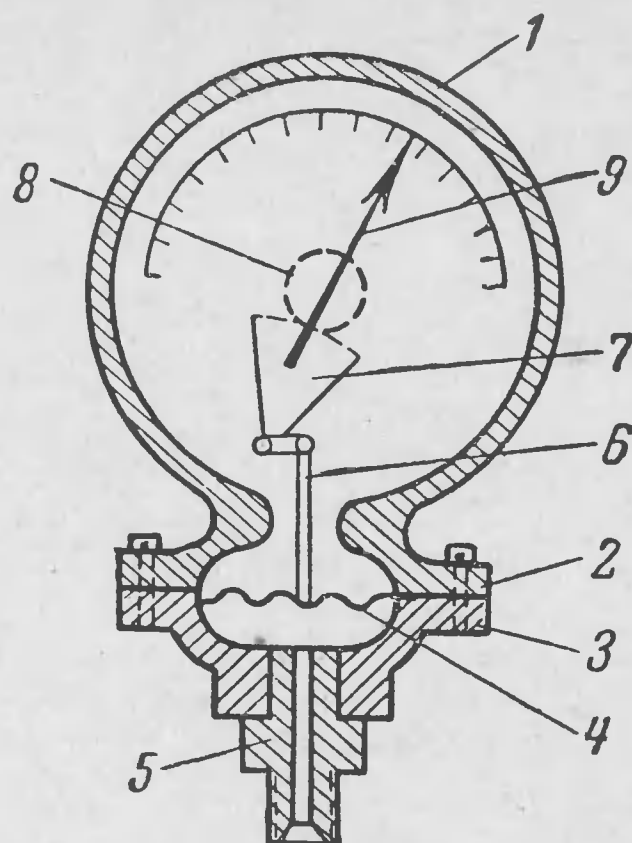


Рис. 23. Пластиновый манометр.

1 — цилиндрическая коробка; 2, 3 — фланцы; 4 — металлическая пластина; 5 — ниппель; 6 — стержень; 7 — зубчатый сектор; 8 — шестерня; 9 — стрелка.

1. Максимальное давление, измеряемое манометром, не должно превышать показание более двух третей шкалы при спокойной и половины шкалы при колеблющейся нагрузках.

2. Минимальное давление, измеряемое манометром, не должно быть меньше показаний одной трети шкалы при спокойной и колеблющейся нагрузках.

3. Установку манометров следует производить в тех местах, где бы на них не действовал и не искажал показаний добавочный столб жидкости. Если этого избежать нельзя, то для получения правильных показаний необходимо вводить поправку на величину этого добавочного давления.

4. Манометры должны предохраняться от сотрясений и не устанавливаться вблизи нагретых частей машины.

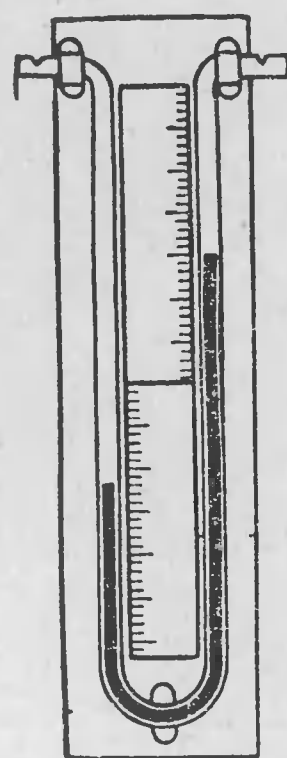


Рис. 24. U-образный манометр.

5. Присоединение манометров к трубопроводу должно осуществляться через сифонную трубку с трехходовым краном для его продувки и проверки исправности.

6. Места установки манометров должны быть хорошо освещены и удобны для обслуживания.

7. Манометры должны иметь пломбу с указанием на ней срока проверки.

8. Исправность работы манометров должна проверяться машинистом при приеме смены.

9. Манометры на компрессорных машинах высокого давления должны защищаться предохранительными щитками из прозрачной пластмассы.

10. Не реже 1 раза в год манометры должны проходить государственную проверку. Проверка манометров на местах установки производится контрольным манометром не реже 1 раза в 3 мес.

Измерение температуры. Температура измеряется термометрами. В компрессорных установках наибольшее распространение получили ртутные термометры.

Температура также может измеряться термометрами сопротивления, которые дают возможность передавать результаты измерений на расстояние, например на щит установки контрольно-измерительных приборов. Действие термометров сопротивления основано на зависимости величины электрического сопротивления материала, из которого изготовлен термометр, и от температуры среды, в которую он опущен. Кроме термометров сопротивления, для измерения температур в компрессорных установках применяются термоэлектрические пирометры (термопары).

Требования, предъявляемые к термометрам и местам их установки, сводятся к следующему:

1. Максимальное деление шкалы ртутного термометра должно превышать максимально измеряемую температуру на 15—20° С.

2. Ртуть термометра должна быть защищена от солнечных лучей и нагретых поверхностей.

3. Температуру всасываемого воздуха следует измерить вблизи шахты забора и перед всасывающими клапанами компрессора. По разности этих показаний можно судить о плотности клапанов (если всасываемый воздух по тракту нигде не подогревается).

4. При измерении температуры воды термометр следует опускать непосредственно в воду и отсчеты производить, не вынимая термометра из воды.

5. При измерении температуры сжатого воздуха необходимо гильзу с термометром опускать в трубопровод

не менее чем на половину его диаметра и заливать гильзу маслом на высоту, покрывающую маслом весь шарик ртути. Точка кипения масла должна быть выше температуры измеряемой среды. Сама гильза должна быть тонкостенной.

6. Гильза термометра должна устанавливаться в таком месте, где измеряемая среда имеет наиболее вероятную среднюю температуру.

7. Места установки термометров должны быть хорошо освещены и удобны для наблюдения и производства отсчетов.

8. Термометры во избежание их поломки должны заключаться в предохранительные кожухи.

13. ЭКСПЛУАТАЦИЯ КОМПРЕССОРОВ

Планово-предупредительный ремонт. Нормальная работа и срок службы компрессора зависят не только от строгого соблюдения правил его обслуживания, но и от своевременной чистки, проверки и замены изношенных деталей. Эти работы, проводимые в заранее установленные сроки и связанные с остановкой компрессора, принято называть планово-предупредительным ремонтом.

Различные детали компрессора в зависимости от условий работы подвергаются износу в различные сроки; поэтому их проверка и замена производятся в различные периоды времени, не только при появлении тех или других неисправностей, но и при нормальной работе, в заранее установленные сроки. Это даст возможность устранить малозаметные дефекты и предупредить аварии.

В зависимости от состояния компрессора, условий его работы, количества часов работы в сутки и т. п. устанавливаются сроки планово-предупредительных осмотров и ремонтов.

Ремонт оборудования компрессорных установок подразделяют на три вида: малый, средний и капитальный.

Малый ремонт. В объем малого ремонта входят осмотр клапанов, воздушных коробок и очистка их от нагара и грязи. Проверка клапанов на плотность и притирка пластин. Проверка состояния клапанных гнезд. Промывка, чистка и мелкий ремонт подшипников. Смена загрязненного масла, подтяжка болтов ползуна и кривошипа и притирка клапанов. Проверка прокладок между

фланцами. Проверка обратных клапанов на маслопроводах. Проверка креплений всех движущихся частей компрессора. Осмотр валов. Очистка и промывка воздушных и масляных фильтров. Замена клапана или клапанной пластины. Проверка крепления кривошипных противовесов.

Средний ремонт компрессора включает все работы, относящиеся к малому ремонту, и, кроме того, следующие работы. Снятие крышек цилиндров, очистка их от нагара и зачистка поврежденных от заедания мест. Промывка, очистка рубашек цилиндров и промежуточных холодильников от ила и накипи. Очистка поршней от нагара. Проверка клапанов и замена негодных частей. Замена рабочих лопаток и рабочих колец ротационных компрессоров. Шлифование крышек ротационных компрессоров. Очистка ротора от нагара в ротационных компрессорах. Проверка и регулировка зазоров ротационного компрессора, проверка и регулировка вредных пространств поршневого компрессора. Проверка и смена негодных клапанных пружин. Проверка и регулировка регулятора давления. Проверка шейки вала на конусность и эллиптичность и производство ремонта в случае необходимости. Проверка целостности шпилек коренных подшипников. Проверка шатунных болтов. Проверка крепления поршневой гайки, крепящейся с поршнем. Очистка картера станины. Проверка центровки компрессора с электродвигателем.

Капитальный ремонт включает весь объем среднего ремонта и, кроме того, следующие работы. Разборка коренных выносных подшипников. Перезаливка их и подгонка. Разборка и снятие маховика. Выемка коленчатого вала. Расточка цилиндра. Замена поршня. Снятие, очистка и замена сработавшихся поршневых колец. Проверка канавок и пригонка новых поршневых колец. Проверка поршневого и крейцкопфного пальцев на эллиптичность, конусность и их ремонт. Отсоединение штока от поршня и шлифование его на станке. Пригонка всех подшипников и их перезаливка. Проверка диаметра и длины штока и в случае необходимости ремонт или замена его новым. Проверка правильности положения шатуна по отношению к валу и поршню и устранение перекосов. Проверка и промывка керосином маслопроводов, масленок и масляного насоса с заменой негодных

Наименование работы	Сроки осмотра и очистки
Чистка воздушного фильтра	1 раз в 30 дней
Проверка на плотность и очистка клапанов	То же
Проверка предохранительных клапанов	1 раз в смену
Спуск конденсата из воздухохоборников и водомаслоотделителей	Не менее 3 раз в смену
Чистка воздухохоборника (ресивера)	1 раз в 6 мес.
Чистка воздухопровода между компрессором и воздухохоборником (ресивером)	То же
Промывка магистральных воздухопроводов	1 раз в год
Капитальная чистка поршневого компрессора	То же
Капитальная чистка ротационного компрессора при односменной работе	„ „
Капитальная чистка ротационного компрессора при двухсменной работе	1 раз в 6 мес.
Чистка промежуточных холодильников	1 раз в 3 мес.
Проверка исправности работы манометров	1 раз в смену
Проверка наличия воды в уплотнительной коробке ротационного компрессора	1 раз в смену
Смена масла в уплотнительной коробке и ее промывка	1 раз в 2 мес.
Проверка на плотность сетей воздухопроводов	1 раз в 3 мес.
Чистка от накипи водяных рубашек	1 раз в 6 мес.
Разбор и чистка задвижек до и после воздухохоборника (ресивера)	1 раз в год
Разбор и чистка измерительной диафрагмы воздухомера	1 раз в 6 мес.
Проверка состояния оборудования насосной станции охлаждения компрессоров	1 раз в 10 дней
Промывка и очистка масляного фильтра	То же
Вскрытие и осмотр коренных подшипников компрессора	1 раз в 6 мес.
Вскрытие, осмотр и подтяжка кривошипных подшипников с бронзовыми вкладышами	1 раз в 3 мес.
Вскрытие, осмотр и подтяжка кривошипов с баббитовыми вкладышами	1 раз в мес.
Вскрытие, осмотр и подтяжка подшипника малой головки шатуна	1 раз в 3 мес.

Наименование работы	Сроки осмотра и очистки
Осмотр и промывка шестеренчатого насоса масляной системы смазки механизма движения	1 раз в 6 мес.
Замена масла в циркуляционной системе смазки механизма движения при нормальной работе	1 раз в 4 мес.
Замена масла в подшипниках с кольцевой смазкой при нормальной работе машины	1 раз в 6 мес.
Промывка и тщательный осмотр многоплунжерного насоса (лубрикатора)	1 раз в 30 дней
Замер вредных пространств	То же
Осмотр ползуна, его башмаков и параллелей	1 раз в 3 мес.
Посещение компрессорной станции в ночное время для контроля работы обслуживающего персонала:	
начальник компрессорной	1 раз в 20 дней
зам. начальника цеха	1 раз в 30 дней

деталей. Проточка и шлифовка коренных и кривошипных шеек коленчатого вала, а также детальный осмотр вала. Очистка от грязи и накипи всех охлаждающих поверхностей. Осмотр и проверка промежуточного и концевого холодильников и замена изношенных труб и змеевиков. Осмотр и очистка воздушного ресивера, маслоотделителей и конденсационных горшков и их ремонт. Очистка трубопроводов нагнетания от компрессора до ресивера от грязи, нагара и масла. Проверка, ремонт и испытание на плотность всей запорной арматуры. Проверка крепления станины компрессора и состояния фундаментных болтов. Проверка и ремонт всех предохранительных клапанов и регуляторов давления.

Примерные сроки осмотра и чистки отдельных частей компрессорной станции приведены в табл. 10.

14. ПРАВА, ОБЯЗАННОСТИ И ОТВЕТСТВЕННОСТЬ МАШИНИСТА КОМПРЕССОРНОЙ СТАНЦИИ

К обслуживанию воздушных компрессоров допускаются лица в возрасте не менее 18 лет, прошедшие медицинское обследование и признанные годными по состоянию здоровья к работе по обслужи-

ванию воздушных компрессоров и прошедшие специальную техническую подготовку¹.

Машинист должен знать: принцип работы компрессоров, насосов и конструкции основного и вспомогательного оборудования; схемы трубопроводов в пределах компрессорной станции и назначение всех вентиля и задвижек; места установки и назначение контрольно-измерительных приборов; инструкции по обслуживанию основного и вспомогательного оборудования компрессорной станции, технике безопасности и все действующие распоряжения, записанные в журнале распоряжений.

Машинист имеет право: производить запуск и остановку компрессорных машин; регулировать подачу масла и охлаждающей воды; производить разгрузку компрессора при помощи ручного регулятора, продувку холодильников, воздухохранилищ и водомаслоотделителей от скопившегося в них конденсата; включать в работу резервные компрессоры, при необходимости поддерживать требуемое рабочее давление; отказаться от пуска вновь смонтированного компрессора без необходимого инструктажа по его эксплуатации.

Машинисту запрещается: самовольно производить ремонты, требующие остановки компрессоров и разборки отдельных узлов или замены деталей, за исключением смены сломанных клапанных пластин; пускать компрессор, вышедший из капитального ремонта, без старшего технического персонала компрессорной станции; повторно пускать компрессор, если его пуск заканчивается автоматическим отключением масляного выключателя; самовольно вскрывать и регулировать пусковую и защитную электроаппаратуру.

Машинист несет ответственность за нарушение им и его помощниками правил эксплуатации компрессорных машин и вспомогательного оборудования; за нарушение правил внутреннего распорядка компрессорной станции, противопожарных правил и техники безопасности.

Машинист компрессорной станции обязан остановить компрессор в следующих случаях:

а) если температура сжатого воздуха на одной из ступеней сжатия превысила $150-180^{\circ}\text{C}$ при применении для смазки цилиндров компрессорного масла с температурой вспышки 216 и 242°C ;

б) если прекратилась или недостаточна подача воды к одной из охлаждаемых частей компрессора или же давление охлаждаемой воды упало ниже 1 ат;

в) если давление в принудительной смазке упало ниже $0,6$ ат или прекратилась подача масла хотя бы к одному вводу системы смазки;

г) при непрерывно увеличивающемся нагреве каких-либо частей компрессора, причину которых машинист устранить не может;

д) если температура коренных подшипников или нижней параллели рамы достигла выше 60°C ;

е) если манометр на цилиндре высокого давления показывает давление выше допустимого;

ж) при резком перераспределении давлений по ступеням сжатия компрессора;

¹ Приведенные здесь сведения поясняют основные требования, но не заменяют официальных руководящих документов.

з) если слышны толчки, удары или сильный шум в компрессоре или электродвигателе;

и) при искрении между щетками и контактными кольцами электродвигателя;

к) если амперметр на распределительном щите указывает на перегрузку (нормальное показание амперметра обычно отмечается красной чертой);

л) если в магистрали сжатого воздуха или в воздухохранильнике произошел взрыв — вспышка паров масла.

Приемка и сдача смены производятся на рабочем месте. Приемке подлежат: компрессорные машины, все вспомогательное оборудование, инструмент, помещение компрессорной станции и техническая документация.

Перед вступлением на дежурство машинист обязан: тщательно осмотреть оборудование компрессорной станции. Проверить состояние всех контрольно-измерительных приборов и проверить наличие инвентаря и инструмента. Ознакомиться со всеми оперативными записями в ведомостях и журналах, а также опросить сдающего смену о распоряжениях на предстоящее дежурство.

Прием и сдача смены оформляются записью в сменном журнале. Уход с дежурства без сдачи смены допускается только по особому разрешению мастера компрессорной станции или начальника цеха.

Пуск компрессора в работу. Перед пуском компрессора необходимо:

а) осмотреть машину и удостовериться в ее полной исправности; о неисправностях, которые не могут быть немедленно устранены, машинист обязан доложить ближайшему начальнику;

б) проверить наличие масла в картере и лубрикаторе; прокачать от руки масляные насосы и убедиться в исправном состоянии смазочных приспособлений;

в) поставить все ограждения и закрыть каналы и люки колодцев; убрать с компрессора и электродвигателя все посторонние предметы;

г) открыть запорные приспособления на трубопроводе охлаждающей воды и убедиться в нормальном ее поступлении ко всем охлаждающим точкам компрессора;

д) проверить наличие и исправность контрольно-измерительных приборов;

е) пуск компрессора необходимо производить вхолостую при закрытом нагнетательном трубопроводе, для чего клапан на трубопроводе холостого хода должен быть открыт; если компрессор имеет регулятор давления, то он переводится на холостой ход с помощью регулятора;

ж) повернуть компрессор вручную на 2—3 оборота и удостовериться в отсутствии посторонних предметов в его цилиндрах;

з) включить электродвигатель и по достижении нормального числа оборотов постепенно нагружать компрессор, медленно открывая клапан на нагнетательном трубопроводе и закрывая клапан на линии холостого хода;

и) после перевода компрессора на полную нагрузку проверить работу, смазку, охлаждения и давления воздуха по ступеням сжатия; если при этом обнаруживаются те или иные ненормальности, то компрессор должен быть остановлен для их устранения;

к) если при пуске компрессора по недосмотру не была пущена охлаждающая вода, то компрессор следует немедленно остановить и проверить его на нагревание; в работу компрессор может быть пущен только после полного остывания.

При работе компрессора машинист обязан:

а) следить за параметрами теплового режима компрессора, которые не должны отличаться от данных, приведенных в инструкции по эксплуатации;

б) следить за исправностью и незасоренностью воздушных фильтров и своевременно производить их очистку;

в) поддерживать график давлений в сетях воздухопроводов;

г) наблюдать за нормальной и бесперебойной работой компрессорных агрегатов, всем вспомогательным оборудованием и контрольно-измерительными приборами;

д) вести непрерывный контроль за температурой сжатого воздуха и охлаждающей воды по всем ступеням сжатия компрессора;

е) несколько раз в смену проверять температуру смазывающего масла и непрерывно контролировать давление масла в циркуляционной системе смазки;

ж) проверять нагрев подшипников, параллелей рамы, клапанных крышек и всасывающих штуцеров цилиндров компрессора;

з) производить продувку и спуск масла и конденсата из промежуточных и конечных холодильников, воздухоборников и водомаслоотделителей; спуск конденсата из промежуточных холодильников двухступенчатых ротационных компрессоров производить только при подаче компрессоров воздуха, так как при холостом ходе в промежуточном холодильнике создается вакуум и конденсат будет засасываться в машину;

и) каждый час записывать в суточный журнал показания контрольно-измерительных приборов и сравнивать с предыдущими записями, и в случае разницы между показаниями выяснить причину отклонений и принять необходимые меры;

к) несколько раз в смену контролировать уровень масла в картере, масляном баке и в подшипниках с кольцевой смазкой;

л) контролировать нагрев и нагрузку электродвигателя компрессора;

м) следить за соблюдением правил технической эксплуатации компрессора, пожарной безопасности, правил технической безопасности, а также приказов и распоряжений по станции;

н) следить за чистотой рабочего места и машины; никакие потеки и лужи масла или воды не должны допускаться.

При остановке компрессора необходимо: а) перевести компрессор на холостой ход и отключить электродвигатель; б) прекратить подачу охлаждающей воды; если грозит замерзание, то из рубашек цилиндров и холодильников спустить воду; в) тщательно осмотреть компрессор и проверить нагрев его деталей; г) записать в суточный журнал причины остановки компрессора.

ЛИТЕРАТУРА

1. Борхович А. И. и Носырев Б. А., Испытания и наладка поршневых компрессоров, Металлургиздат, 1954.
 2. Вольберг Н. Е. и Понкратьев Н. В., Монтаж компрессорных установок, Госстройиздат, 1961.
 3. Блейхер И. Г. и Лисеев В. П., Компрессорные станции, Машгиз, 1959.
 4. Гарбуз Д. Л., Рудничные пневматические установки, Госгортехиздат, 1961.
 5. Захаренко С. Е. и др., Поршневые компрессоры, Машгиз, 1961.
 6. Ильичев А. С., Рудничные пневматические установки, Углетехиздат, 1953.
 7. Назаренко У. П., Эксплуатационные испытания и повышение экономичности компрессорных установок, Оборонгиз, 1953.
 8. Назаренко У. П., Экономия электроэнергии в компрессорных установках, Госэнергоиздат, 1961.
 9. Шейнин Б. И., Машинист поршневого компрессора, Госэнергоиздат, 1953.
 10. Якадин А. И., Эксплуатация воздушных поршневых компрессоров, Госэнергоиздат, 1948.
-

СОДЕРЖАНИЕ

1. Схема компрессорной станции и ее основные части	3
2. Классификация компрессоров	4
3. Поршневые компрессоры. Общие сведения	7
4. Производительность поршневых компрессоров	11
5. Типы (марки) поршневых компрессоров	14
6. Основные части поршневых компрессоров	16
7. Регулирование производительности компрессоров	26
8. Забор, очистка и охлаждение сжатого воздуха	32
9. Смазка компрессоров	39
10. Аварии воздушных компрессоров	46
11. Неисправности в работе компрессоров	48
12. Контроль работы компрессорной установки	53
13. Эксплуатация компрессоров	57
14. Права, обязанности и ответственность машиниста компрес- сорной станции	60
Литература	64

Цена 13 коп.

БИБЛИОТЕКА ЭЛЕКТРОМОНТЕРА

ВЫШЛИ ИЗ ПЕЧАТИ

- Батхон И. С., Масляные выключатели 35 кВ типа ВМ-35 и МКП-35 (Вып. 84)
- Бариев Н. В., Схемы управления электроприводами экскаваторов и их наладка (Вып. 85)
- Минин Г. П., Мегомметр (Вып. 86)
- Анастасиев П. И. и Фролов Ю. А., Воздушные линии до 1000 в (Вып. 87)
- Хомяков М. В. и Якобсон И. А., Термитная сварка многопроволочных проводов (Вып. 88)
- Торопцев Н. Д., Применение трехфазного асинхронного двигателя в схеме однофазного включения с конденсатором (Вып. 89)
- Масанов Н. Ф., Тросовые электропроводки (Вып. 90)
- Чернев К. К., Применение защитных средств в электроустановках (Вып. 91)
- Андреевский В. Н., Эксплуатация металлических и железобетонных опор линий электропередачи (Вып. 92)
- Гуревич Г. И., Монтаж подстанций 6—10 кВ с трансформаторами до 560 кВА (Вып. 93)
- Камышев А. Г., Грузовые и пассажирские лифты. Электрооборудование (Вып. 94)
- Семенчев А. В., Машины для погружения в грунт железобетонных свай (Вып. 95)
- Лигерман И. И., Вентиляция электрических машин промышленных предприятий (Вып. 96)
- Ключев С. А., Михайлова В. Н., Электрическое освещение зданий без фонарей (Вып. 97)
- Сиданов И. А., Малообъемные масляные выключатели 3—10 кВ (Вып. 98)

ГОТОВЯТСЯ К ИЗДАНИЮ

- Венецианов Е. А., Особенности монтажа взрывозащищенного электрооборудования
- Гринберг Г. С. и Дейч Р. С., Комплектные устройства электротехнических установок до 500 в
- Гомберг А. Е., Мусаэлян Э. С., Проверки и испытания турбогенераторов в процессе монтажа
- Горский В. В., Что нужно знать электрослесарю при электро-монтажных работах
- Островский А. С., Аппаратура слабого тока в силовых электроустановках

Госэнергоиздат заказов на книги не принимает и книг не высылает. Книги, выходящие массовым тиражом, высылают наложенным платежом без задатка отделением «Книга-почтой».

Отделения «Книга—почтой» имеются во всех республиканских, краевых и областных центрах СССР.

Заказ следует адресовать так: название республиканского, краевого или областного центра книготорга, отделению «Книга—почтой».