**Лекция 5.**

**Конструкция и эксплуатация поршневого компрессора.**

Поршневые компрессоры могут быть разделены на два типа: бескрейцкопфные и крейцкопфные (рис. 5.1).



**Рис. 5.1.** Схемы поршневых компрессоров:

*а —* крейцкопфная; *б —* бескрейцкопфная:

*1* — кривошип; *2* — шатун; *3 —* ползун (крейцкопф); *4* — поршень; 5 — цилиндр склапанами

Компрессоры низкого и среднего давления обычно выполняют по бескрейцкопфной схеме. Роль крейцкопфа (ползуна) в них выполняет сам поршнеь, имеющий удлиненную цилиндрическую по­верхность.

*Крейцкопфная* схема (рис. 5.1, а) характерна для многоступенчатых компрессоров, сжимающих газ до высокого дав­ления. При этом в последних ступенях возникают значительные по величине поперечные силы, восприятие которых поверхностями поршней оказывается недопустимым.

*Бескрейцкопфные* компрессоры (рис. 5.1, *б)* отличаются простотой конструкции, имеют лучшие массогабаритные характеристики. Этот тип компрессоров выполняется с тронковыми и дифференциальными поршнями. Площадь поверхности поршня, обращенная к картеру, при тронковом поршне остается нерабочей (рис. 5.2), а при дифференциальном — может быть использована лишь частично (рис. 5.3).



|  |  |
| --- | --- |
| **Рис. 5.2.** Тронковый пор­шень: *А* — рабочая плос­кость; *Б* — рабочая поверх­ность | **Рис. 5.3.** Дифференциальный поршень жизнеобеспечения |

Поскольку в бескрейцкопфных компрессорах роль крейцкопфа играет сам поршень, нормальная составляющая поршневой силы действует через него на стенки цилиндра, что ведет к повышенному изнашиванию поршня и цилиндра и росту утечек газа через порш­невые уплотнения, которые поступают в картер. В бескрейцкопф­ных компрессорах для смазывания цилиндров и механизма движе­ния используют компрессорные масла, обладающие достаточной вязкостью при высокой температуре стенок рабочей камеры, но они излишне вязкие для механизма движения, что ведет к допол­нительным затратам работы на механическое трение.

Бескрейцкопфные компрессоры уступают крейцкопфным по по­терям на трение, кроме того, при равных подачах они имеют боль­шие диаметры поршней. Основные преимущества бескрейцкопф­ных компрессоров — малая масса и габаритные размеры. Наиболее рациональная область их применения ограничивается мощно­стью 40...50 кВт. Более крупные компрессоры целесообразно вы­полнять крейцкопфными. В системах жизнеобеспечения применя­ют исключительно бескрейцкопфные компрессоры.

Поршневые компрессоры по расположению осей цилиндров в пространстве делят на вертикальные, горизонтальные и угловые.

*Вертикальные* компрессоры занимают меньшую площадь, но при большой подаче имеют значительную высоту и сложны в обслуживании. В вертикальных компрессорах смазоч­ный материал, поступающий в цилиндр, равномерно распределяет­ся по рабочей поверхности, а попадающие вместе с ним или газом твердые частицы оседают не на цилиндрической, а на торцевой поверхности поршня, которая не соприкасается с внутренней по­верхностью цилиндра. Поэтому вертикальные компрессоры мень­ше изнашиваются и имеют лучшую герметичность уплотнений.

Силы инерции возвратно-поступательно движущихся масс в вер­тикальных компрессорах действуют на фундамент вертикально, что повышает устойчивость компрессоров и позволяет использовать фундаменты меньшей массы, а также выполнять вертикальные ком­прессоры более быстроходными.

*Горизонтальные* компрессоры предназначены для обеспечения высокой производительности. Они лишены преиму­ществ вертикальных машин, однако более просты в обслужива­нии. Широкое распространение в последние годы получили гори­зонтальные компрессоры с расположением цилиндров по обе сто­роны вала, так называемые оппозитные компрессоры, которые об­ладают существенными преимуществами перед компрессорами дру­гих типов.

Основным преимуществом оппозитных компрессоров является возможность выполнения их многорядными с расположением в каждом ряду одного цилиндра (рис. 5.4).



**Рис. 5.4.** Схема оппозитного компрессора.

Вследствие взаимного уравновешивания инерционных сил, действующих в противолежащих рядах компрессора, коренные подшипники вала оказываются разгруженными, силы инерции, а в некоторых компоновках и моменты этих сил не переда­ются на фундамент (возможна установка компрессора на отно­сительно небольших фундаментах).

По сравнению с горизонтальными компрессорами, у которых цилиндры размещены по одну сторону от коленчатого вала, у оп­позитных компрессоров удельная масса в 1,9 раза, а занимаемая площадь в 1,4 раза меньше.

Угловые компрессоры выполняют V-, W-, вееро- и звездо­образными и в основном с одноколенным валом, к которому при­соединяют до четырех шатунов.

Основные преимущества угловых компрессоров следующие: они достаточно хорошо уравновешены с помощью противовесов (как правило, удается полностью уравновесить силы инерции первого порядка, но силы инерции второго порядка остаются свободными); цилиндры значительно удалены друг от друга; простота их конст­рукции и малая длина вала, что способствует применению под­шипников качения; удобство монтажа. Угловые компрессоры, в частности V-, W-образные, находят широкое применение в различ­ных системах, особенно в холодильных машинах.

Важным отличительным признаком конструкции многоступен­чатого компрессора является вид поршня. Многоступенчатые ком­прессоры выполняют двух типов:

1) с дифференциальными поршнями и несколькими ступенями сжатия в одном цилиндре;

2) со ступенями сжатия в отдельных цилиндрах.

В компрессоре первого типа (рис. 5.5) ступени сжатия разне­сены по обе стороны дифференциального поршня (I-II — ступени компрессора). Принцип работы виден на индикаторной диаграмме, построенной совместно для обеих ступеней (рис. 5.6).

При движении поршня вправо происходит всасывание в первую ступень (линия *4'*—*1'),* сжатие и выталкивание во второй ступени (линии *3'-2"* и *2"—*3").



|  |  |
| --- | --- |
| **Рис. 5.5.** Двухступенчатый ком-прессор с дифференциальным порш-нем | **Рис. 5.6.** Теоретическая индикаторнаядиаграмма двухступенчатого компрес-сора с дифференциальным поршнем |

Когда поршень начинает двигаться влево, в первой ступени про­исходит сжатие, а во второй — расширение газа. Последний про­цесс идет до тех пор, пока давление в цилиндре не достигнет *р'2* в точке *4"'.* В этот момент открывается всасывающий клапан вто­рой ступени и поршень, двигаясь влево, будет всасывать газ из замкнутого пространства охладителя. При этом давление газа бу­дет снижаться. Когда поршень займет положение, определяемое точкой 2', давление газа в охладителе снизится настолько, что от­кроется напорный клапан первой ступени и газ будет поступать из нее через охладитель во вторую ступень. Давление газа будет из-меняться по линии *2'—3'.* В начале хода вправо в первой степени происходит расширение газа по политропе *3'*—*4''.*

Объемы цилиндров первой и второй ступеней компрессора не­одинаковы, поэтому рассмотренные диаграммы имеют различные масштабы абсцисс. В компрессорах этого типа процессы сжатия и ступенях осуществляются на разных ходах поршня, поэтому ра­бочие усилия на ходовые части распределяются достаточно равно­мерно.

Используя принцип создания ступеней при помощи поршня переменного диаметра, можно создать компрессор с большим чис-лом ступеней. На рис. 5.7 приведена схема шестиступенчатого компрессора (*I*-*VI).*



**Рис. 5.7.** Схема шестиступенчатого компрессора

с диф­ференциальным поршнем

В компрессорах второго типа газ последовательно подается из одного цилиндра в другой, каждый из которых представляет собой ступень сжатия. Объем каждого последующего цилиндра, естествен­но, меньше предыдущего.



**Рис. 5.8.** Схемы поршневых компрессоров: *а* - одноцилиндровый двой­ного действия; *б* - двухступенчатый дифференциальный; *в* - двухцилин­дровый трехступенчатый; *г* - двухцилиндровый одноступенчатый; *д* - трехцилиндровый двухступенчатый V-образный; *е* - двухцилиндровый двухступенчатый угловой; *ж -* двухцилиндровый двухступенчатый оппо-зитный; *з* — однорядный двухцилиндровый двухступенчатый;

*I—Ill* -номера ступеней

**ЭКСПЛУАТАЦИЯ ПОРШНЕВЫХ КОМПРЕССОРОВ**

При подготовке компрессора к пуску необходимо произвести внешний осмотр установки и убедиться в ее исправности. Особое внимание следует обратить на качество затяжки шатунных и фун­даментных болтов; на отсутствие в компрессоре посторонних пред­метов; на состояние трубопроводов межступенной обвязки, средств блокировки и контрольно-измерительных приборов.

Для проверки наличия масла в смазочной системе и чистоте фильтрующих сеток надо осуществить следующие операции:

подать масло во все смазываемые точки, затем включить элект­родвигатели насосов смазочной системы и открыть крышки в об­ратных клапанах смазочной системы;

провернуть вручную или с помощью валоповоротного устрой­ства вал компрессора на два-три оборота;

включить систему охлаждения и проконтролировать наличие подачи охлаждающей воды у компрессоров, снабженных система­ми автоматической блокировки и управления.

Продувочные вентили масловлагоотделителей и задвижка на линии всасывания должны быть открыты. Индикаторы запорной и пускорегулирующей арматуры должны быть в положении «Пуск». Задвижка на линии нагнетания при наличии перепусков должна быть закрыта.

У компрессоров с ручным управлением и не имеющих перепус­кных линий пуск производится на режиме холостого хода при закрытой задвижке на линии всасывания и при открытой — на линии нагнетания.

**Пуск.** Для осуществления пуска компрессора необходимо вклю­чить главный двигатель компрессора, убедиться в отсутствии по­сторонних стуков в цилиндрах и приводе; проконтролировать ра­боту смазочной системы и систему охлаждения, а также темпера­туру подшипников.

**Загрузка компрессора.** Для загрузки компрессора надо, начи­ная с первой ступени, последовательно закрыть продувочные вен­тили всех аппаратов; перекрыть вентили на перепускных линиях; при достижении номинального давления в последней ступени мед­ленно открыть задвижку на линии нагнетания.

**Остановка компрессора.** Остановку компрессора можно произ­водить как под нагрузкой, так и после перевода его на режим холостого хода.

Для остановки необходимо сначала выключить главный двига­тель, а затем открыть продувочные вентили всех ступеней; в зави­симости от конструкции компрессора отжать клапаны, открыть перепускные вентили или подключить дополнительные «мертвые» объемы; закрыть задвижки смазочной системы и системы охлаж­дения; проконтролировать по манометрам, полностью ли сброшено давление во всех цилиндрах, коммуникациях и оборудовании.

В процессе эксплуатации необходимо постоянно контролировать техническое состояние узлов и деталей компрессоров. Конт­роль состояния компрессора включает в себя проверку следующих узлов и деталей.