

КОМПРЕССОРЫ « Классификация и принцип действия»

Машины, предназначенные для сжатия и перемещения газов, находящихся под давлением не ниже 2 кгс/см^2 , **называются компрессорами.**

Они приводятся в действие за счет механической энергии, подводимой от двигателя (электродвигателя или двигателя внутреннего сгорания)

Компрессоры находят широкое применение в различных отраслях народного хозяйства, в том числе и в авиации.

Исходя из многообразия областей применения компрессорных машин, они классифицируются по принципу действия, области рабочих давлений, конструктивному выполнению и назначению.

По принципу действия компрессорные машины делятся на:

Поршневые;

Лопастные.

Последние иногда называют турбокомпрессорами.

В поршневых компрессорных машинах повышение давления достигается за счет уменьшения объема замкнутого пространства при движении поршня в цилиндре. Этот процесс характеризуется цикличностью работы, т. е. отсутствием непрерывного движения потока газа.

В лопастных компрессорных машинах повышение давления достигается за счет создания ускорений в потоке газа вследствие взаимодействия этого потока с вращающейся решеткой лопаток. Работа лопастных машин характеризуется наличием непрерывного потока газа в процессе сжатия и непрерывностью рабочих процессов.

По конструктивному выполнению поршневые компрессоры делятся на: компрессоры с кривошипно-шатунным механизмом **(которые рассматриваются в дальнейшем);**

компрессоры со свободно движущимися поршнями (без КШМ).

По способу охлаждения поршневые компрессоры могут быть как:

с водяным;

с воздушным охлаждением.

По величине создаваемого конечного давления поршневые компрессоры условно делятся на компрессоры:

низкого давления (меньше 10 кгс/см²);

среднего давления (от 10 до 100 кгс/см²);

высокого давления (от 100 до 1000 кгс/см²);

сверхвысокого давления (больше 1000 кгс/см²).

Все поршневые компрессоры можно классифицировать еще и по отдельным частным признакам.

По числу ступеней — на:

Одноступенчатые;

многоступенчатые.

Одноступенчатым компрессором называется машина, в которой в одной рабочей полости давление газа повышается от давления в полости всасывания до давления в нагнетательной сети.

Многоступенчатым компрессором называется такой, в котором конечное давление газа достигается путем последовательного сжатия его в нескольких рабочих полостях (ступенях) машины.

По производительности, отнесенной к условиям всасывания, — на компрессоры:

малой производительности (от 0,5 до 3 м³/мин);

средней производительности (от 3 до 50 м³/мин);

высокой производительности (до 500 м³/мин).

По способу действия: на компрессоры простого и двойного действия.

В компрессорах простого действия рабочий цикл совершается за два хода поршня;

А в компрессорах двойного действия — за один ход поршня.

По составу сжимаемого газа: воздушными, азотными, кислородными, углекислотными, водородными, ацетиленовыми, аммиачными и т. п.

Эта классификация позволяет учитывать в конструкциях компрессоров особенности сжимаемого газа и его воздействие на детали компрессора, применяемые смазочные материалы, взрывоопасность, воздействие на организм обслуживающего персонала.

По частоте вращения коленчатого вала компрессоры делятся на низкооборотные (до 400 об/мин) и высокооборотные (свыше 400 об/мин).

По способу установки — на компрессоры стационарные и передвижные.

Поршневые компрессоры для создания высоких давлений по своей конструкции очень схожи с другими поршневыми машинами, а их основные детали аналогичны деталям поршневых двигателей внутреннего сгорания

Общее устройство и принцип работы поршневого компрессора |

Общие параметры и понятия, для всех поршневых компрессоров любой конструкции, имеющих кривошипно-шатунный механизм.

Разберем это на примере одноступенчатого поршневого компрессора простого действия. В гильзе цилиндра 2 помещен поршень 1, который с помощью пальца 6 шарнирно соединен с верхней головкой шатуна 8. Нижней головкой шатун соединен с шейкой кривошипа коленчатого вала 10. В головке 3 цилиндра расположены органы регулирования: впускной 4 и нагнетательный 5 клапаны.

Поверхности цилиндра, крышки и днища поршня образуют рабочее пространство.

При вращении коленчатого вала поршень совершает в цилиндре прямолинейное возвратно-поступательное движение. Двигаясь, он достигает двух крайних положений — верхнего и нижнего.

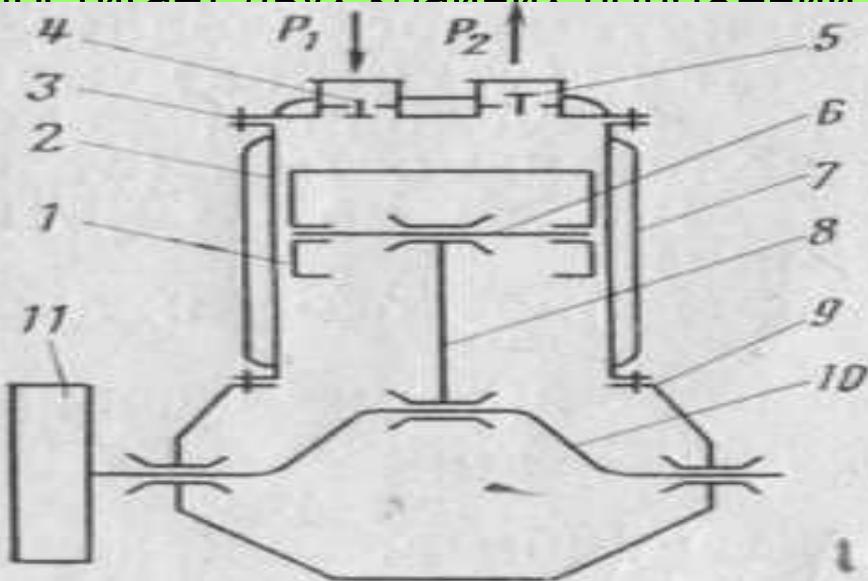


Рис. 4. Схема вертикального одноступенчатого поршневого компрессора простого действия и диаграмма рабочего процесса:

1 — поршень; 2 — гильза цилиндра; 3 — крышка (головка) цилиндра; 4 — впускной клапан; 5 — нагнетательный клапан; 6 — поршневой палец; 7 — рубашка для охлаждения цилиндра; 8 — шатун; 9 — картер; 10 — коленчатый вал; 11 —

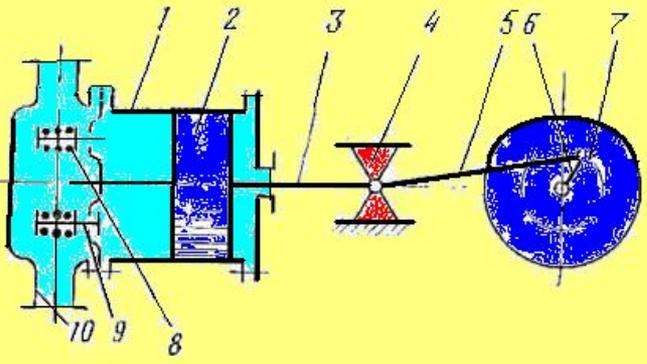


Рис. 2. Схема поршневого компрессора простого действия:

1 — цилиндр; 2 — поршень; 3 — шток; 4 — ползун (крейцкопф); 5 — шатун; 6 — коленчатый вал; 7 — маховик; 8 — нагнетательный клапан; 9 — всасывающий клапан; 10 — клапанная короб

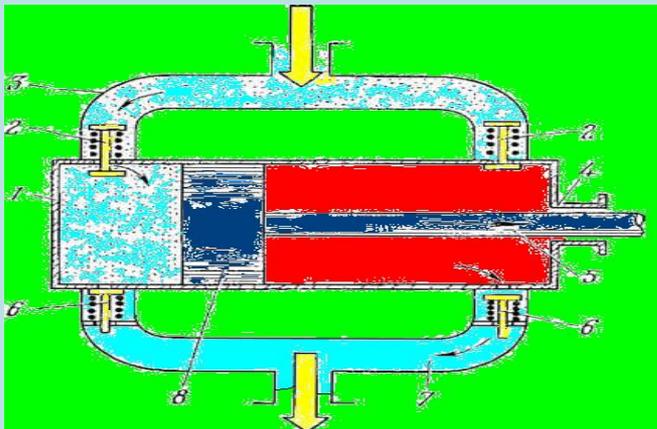


Рис. 3. Схема поршневого компрессора двойного действия;

1 — цилиндр; 2 — клапаны всасывающие; 3 — коллектор всасывания; 4 — сальник; 5 — шток; 6 — клапаны нагнетательные; 7 — коллектор нагнетания; 8 — поршень

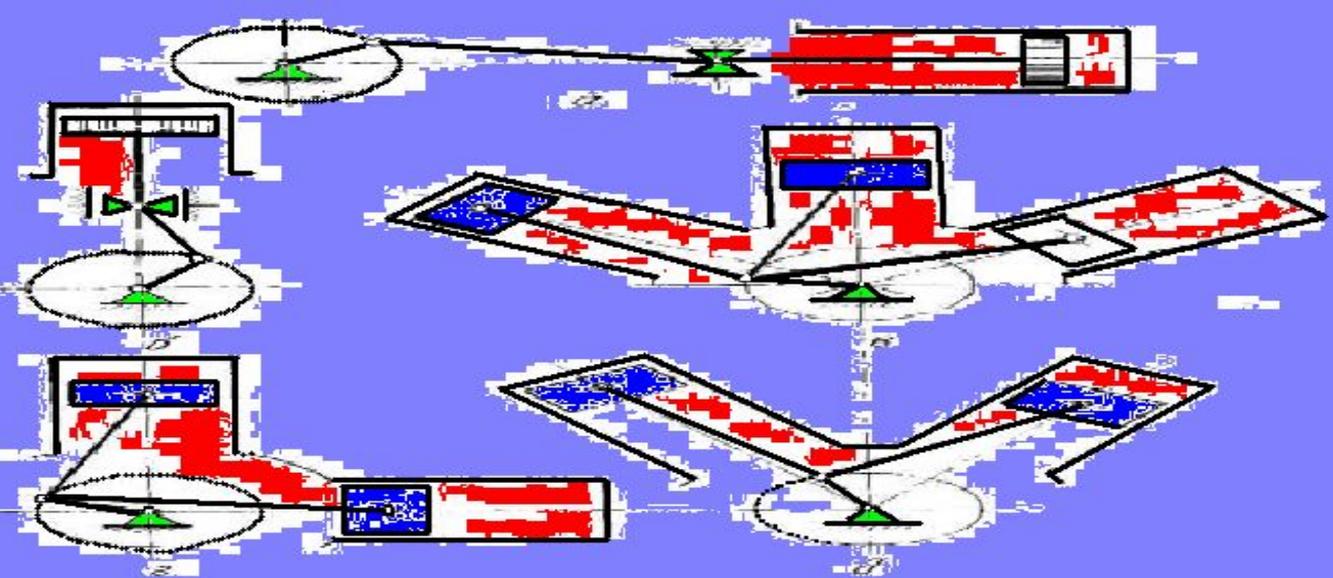


Рис. 4. Типы поршневых компрессоров:

а — горизонтальный;
 б — вертикальный;
 в — W-образный;
 г — угловой;
 д — V-образный

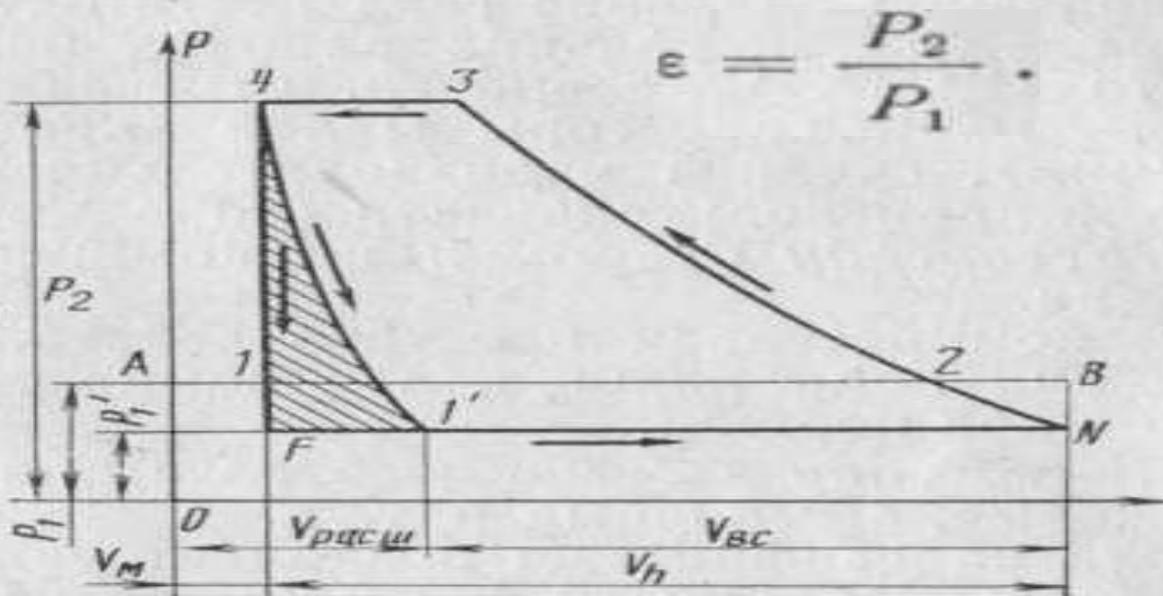
Работа компрессора состоит из процессов впуска, сжатия и нагнетания газа.

Процесс впуска происходит при движении поршня от крайнего верхнего положения вниз при открытом впускном клапане. Поступление воздуха в цилиндр продолжается до тех пор, пока поршень не дойдет до крайнего нижнего положения. Давление в цилиндре на протяжении всего хода поршня постоянное и равно атмосферному. Поэтому линия 1—2 на диаграмме параллельна оси абсцисс. Эта линия на индикаторной диаграмме называется линией впуска, а давление P_1 — давлением впуска.

При обратном ходе поршня объем рабочего пространства уменьшается, впускной клапан закрывается и начинается процесс сжатия. Линия 2—3 называется линией сжатия. Когда давление сжатия достигает величины P_2 , открывается нагнетательный клапан, и сжатый воздух при этом же давлении выталкивается из рабочего пространства в емкость. Линия 3—4 называется линией нагнетания. Если принять, что в цилиндре воздуха не остается, то по окончании нагнетания вновь начнется проц

Отношение давления нагнетания P_2 к давлению впуска P_1 называется степенью повышения давления ϵ , которая определяется по формуле:

В технике это отношение давлений иногда называют степенью сжатия.



Полученная замкнутая фигура 1—2—3—4 называется теоретической индикаторной диаграммой и представляет работу одного цикла, затрачиваемую на приведение компрессора в действие, т. е. на процессы впуска, сжатия и нагнетания воздуха. Чем меньше площадь индикаторной диаграммы при той же степени сжатия, тем меньшая работа расходуется на приведение в действие компрессора. Следует заметить, что при описанной схеме работы компрессора целый ряд факторов не учитывается. Например, не принимаются во внимание объем так называемого мертвого пространства, трение поршня о стенки цилиндра и др.

Положения поршня в точках 1 и 2 на индикаторной диаграмме называются мертвыми точками, так как в этом положении скорости поршня равны нулю, в компрессор воздух не поступает и не выталкивается из него. Расстояние, проходимое поршнем от верхней мертвой точки (ВМТ) до нижней мертвой точки (НМТ), называется ходом поршня. Объем, освобождаемый поршнем при его перемещении от ВМТ до НМТ, называется рабочим объемом V_h , и его можно определить по формуле:

$$V_h = \frac{\pi}{4} D^2 S$$

где D — диаметр цилиндра;
 π — постоянное число, равное 3,14;
 S — ход поршня.

Чтобы поршень без задержек менял направление движения при прохождении мертвых точек, а коленчатый вал продолжал вращение в прежнем направлении, в поршневых компрессорах **1** применяют специальное устройство, **называемое маховиком 11**. Большая инерция маховика заставляет его продолжать вращение при любых положениях поршня и сообщать вращательное движение коленчатому валу. Во всех существующих поршневых компрессорах в конце хода выталкивания в цилиндре остается некоторое пространство.

Пространство располагается между поршнем и крышкой цилиндра, когда поршень находится в крайнем верхнем положении, и называется мертвым пространством. Оно необходимо для предотвращения ударов поршня о клапаны, а следовательно, и о крышку цилиндра при подходе поршня к крайнему верхнему положению.

Величина объема мертвого пространства V_m обычно оценивается в долях или процентах рабочего объема цилиндра. Эта величина у современных компрессоров составляет **0,03—0,06 (3—6%)**.

Объем мертвого пространства оказывает отрицательное влияние на производительность компрессора. Это влияние тем сильнее, чем выше степень сжатия. Поэтому относительная величина мертвого пространства выбирается тем меньше, чем больше степень сжатия компрессора. При наличии мертвого пространства сжатый воздух, который остается в цилиндре к концу нагнетания, при последующем процессе впуска расширяется, и впуск начинается не в начале обратного хода поршня, а в конце процесса расширения (точка **1**), следовательно, количество поданного компрессором воздуха уменьшается на объем $V_{расм}$. а полезный ход поршня на величину отрезка **F — Г**. Следовательно, объем воздуха, подаваемого компрессором, будет меньше рабочего объема цилиндра V_h .

Мертвое пространство можно уменьшить, например, за счет удлинения шатуна или за счет изменения толщины регулировочных прокладок. Отношение поступившего объема воздуха $V_{\text{пс}}$ к рабочему объему V_h называется объемным коэффициентом полезного действия компрессора и определяется по формуле.

$$\eta_0 = \frac{V_{\text{пс}}}{V_h}$$

где η_0 — объемный КПД компрессора.

Значение η_0 зависит от V_M и отношения начального и конечного давлений. Следует заметить, что часть энергии, затраченной на сжатие воздуха, оставшегося в мертвом пространстве, возвращается поршню при расширении воздуха во время последующего процесса.

В поршневых компрессорах процессы впуска и выталкивания периодические, поэтому на линиях впуска и нагнетания возникают колебания газа. Колебания давления газа в цилиндре могут произойти также при большой упругости (жесткости) пружин клапанов, т. е. в тех случаях, когда клапаны полностью не открываются. По пути движения газ также встречает и преодолевает ряд сопротивлений (в клапанах, трубопроводах, газосборнике и т. д.). Поэтому линия впуска $F—N$ воздуха расположена ниже линии $A—B$, соответствующей атмосферному давлению P_0 . Отрезок линии от точки N до точки 2 определяет значение части хода поршня, на котором происходит сжатие воздуха, имеющего давление ниже атмосферного P_0 до значения P , т. е. до атмосферного давления.

Отрезок от точки B до точки 2 (по горизонтальной оси) характеризует уменьшение полезного хода поршня, вследствие чего снижается производительность компрессора. Для того чтобы открыть нагнетательный клапан, требуется большее давление по сравнению с давлением, которое необходимо, чтобы поддерживать клапан в открытом состоянии. Это объясняется неодинаковой площадью поверхности пластин нагнетательного клапана: со стороны цилиндра площадь поверхности пластины меньше, чем со стороны нагнетательной магистрали на величину ее опорной поверхности.

Температура газа при сжатии его в компрессоре повышается, а при расширении — понижается. От нагретого сжатого воздуха, а также от трения детали компрессора нагреваются. Наибольшую температуру имеют стенки поршня. Температура стенок цилиндра и крышки ниже, чем температура поршня. Разность температур газа и стенок деталей компрессора вызывает теплообмен между ними. Поэтому при впуске газ подогревается, что приводит к снижению производительности компрессора. В свою очередь, в процессе сжатия нагнетаемый газ отдает часть тепла стенкам деталей компрессора, и рост температуры его в процессе нагнетания уменьшается. Следовательно, температура газа в период впуска и нагнетания не остается постоянной. Все перечисленные выше факторы оказывают свое влияние на вид действительной индикаторной диаграммы и на производительность компрессора. В действительности на индикаторной диаграмме линии всасывания и нагнетания не получаются плавными из-за пульсации давлений газа.