

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ
ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, МЕХАНИКИ И ОПТИКИ

ИНСТИТУТ ХОЛОДА И БИОТЕХНОЛОГИЙ



Ю.И. Молодова

КОМПРЕССОРЫ ОБЪЕМНОГО ДЕЙСТВИЯ ТИПЫ И МЕХАНИЗМЫ ДВИЖЕНИЯ

Учебно-методическое пособие



Санкт-Петербург
2014

УДК 621.81
ББК 34.44

Молодова Ю.И. Компрессоры объемного действия. Типы и механизмы движения: Учеб.-метод. пособие. – СПб.: НИУ ИТМО; ИХиБТ, 2014. – 41 с.

Рассматриваются вопросы, связанные с изучением дисциплины «Механика».

Представлены методические указания к самостоятельному изучению по теме: «Механизмы движения машин объемного действия». Предназначено для студентов направления подготовки 140700 Ядерная энергетика и теплофизика очной формы обучения.

Рецензент: кандидат техн. наук, проф. А.В. Зайцев

**Рекомендовано к печати редакционно-издательским советом
Института холода и биотехнологий**



В 2009 году Университет стал победителем многоэтапного конкурса, в результате которого определены 12 ведущих университетов России, которым присвоена категория «Национальный исследовательский университет». Министерством образования и науки Российской Федерации была утверждена программа его развития на 2009–2018 годы. В 2011 году Университет получил наименование «Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики».

© Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет
информационных технологий, механики и оптики, 2014
© Молодова Ю.И., 2014

ВВЕДЕНИЕ

Области применения компрессорных машин и детандеров не являются постоянными и изменяются в зависимости от совершенствования машин различных типов по производительности и давлению. В настоящее время имеет место большое разнообразие конструкций и типов компрессоров (см. Прилож. 1), различных по давлению, производительности, сжимаемой среде, условиям окружающей среды.

Компрессоры классифицируются:

- по принципу действия: объемные и лопастные;
- назначению: по отрасли производства, для которой они предназначены (химические, энергетические, общего назначения и т. д.), по роду сжимаемого газа (воздушные, гелевые, хлорные, кислородные, азотные и т.д.), по непосредственному назначению (пускового воздуха, тормозные и т.д.);
- конечному давлению: вакуум-компрессоры – машины, которые отсасывают газ из пространства с давлением ниже атмосферного или выше; компрессоры низкого давления (КНД) – предназначены для нагнетания газа при давлении от 0,15 до 1,2 Мпа, среднего давления (КСД) – от 1,2 до 10 Мпа, высокого (КВД) – от 10 до 100 МПа, сверхвысокого (КСВД) – свыше 100 МПа;
- способу отвода теплоты – с воздушным и водяным охлаждением;
- типу приводного двигателя – с приводом от электродвигателя, двигателя внутреннего сгорания, паровой или газовой турбины.

Требования предъявляемые к компрессору, его размеры и конструкция главных узлов и деталей зависят от свойств сжимаемого газа. Например, при сжатии газов с коррозионными свойствами (сероводород, хлор и др.) необходимо применение специальных материалов для деталей газового тракта; газов, отличающихся токсичностью (оксид углерода, хлор и др.) и повышенной текучестью (гелий), а также пожароопасных газов (кислород, водород, углеводородные газы) главное требование – герметичность.

Наиболее распространены и многообразны по конструктивному исполнению, схемам и компоновкам поршневые компрессоры; их различают по устройству и расположению цилиндров, числу ступеней сжатия, устройству кривошипно-шатунного механизма. Они широко применяются в установках для получения искусственных удобрений

и пластических масс, в холодильной промышленности и криогенной технике, в машиностроении и текстильном производстве, в нефтедобывающей и нефтеперерабатывающей промышленности.

Мембранные компрессоры – машины объемного типа, у которых вместо движущегося в цилиндре поршня используется колеблющаяся мембрана, зажатая по контуру между крышкой и опорной плитой компрессора. Воздействие на мембрану производится механически или гидравлически. При механическом воздействии эксцентрик, расположенный на приводном валу, обеспечивает возвратно-поступательное движение штока с диском, в котором закреплена мембрана. Используются для малых производительностей при меняющемся давлении.

При гидравлическом воздействии на мембрану колебательное движение мембраны является результатом меняющегося давления жидкости на нижнюю сторону мембраны. Применяются для обеспечения высоких давлений.

Детандер – машина для охлаждения газа путём его расширения с отдачей внешней работы. Относится к классу расширительных машин (пневмодвигатели), но применяется главным образом не с целью совершения внешней работы, а для получения холода. Расширение газа в детандере – наиболее эффективный способ его охлаждения. Детандеры используются в установках для сжижения газов и разделения газовых смесей методом глубокого охлаждения, в криогенных рефрижераторах, в установках, имитирующих высотные и космические условия, в некоторых системах кондиционирования воздуха и т.д.

Наиболее распространены поршневые и турбодетандеры. Поршневые (рис. 1) – машины объёмного периодического действия, в которых потенциальная энергия сжатого газа преобразуется во внешнюю работу при расширении отдельных порций газа, перемещающих поршень. Они выполняются вертикальными и горизонтальными, одно- и многорядными. Торможение поршневых детандеров осуществляется электрогенератором и реже компрессором. Применяются в основном в установках с холодильными циклами высокого $15\text{--}20\text{ Мн/м}^2$ и среднего $2\text{--}8\text{ Мн/м}^2$ давлений для объёмных расходов газа при температуре и давлении на входе в машину (физических расходов) $0,2\text{--}20\text{ м}^3/\text{ч}$.

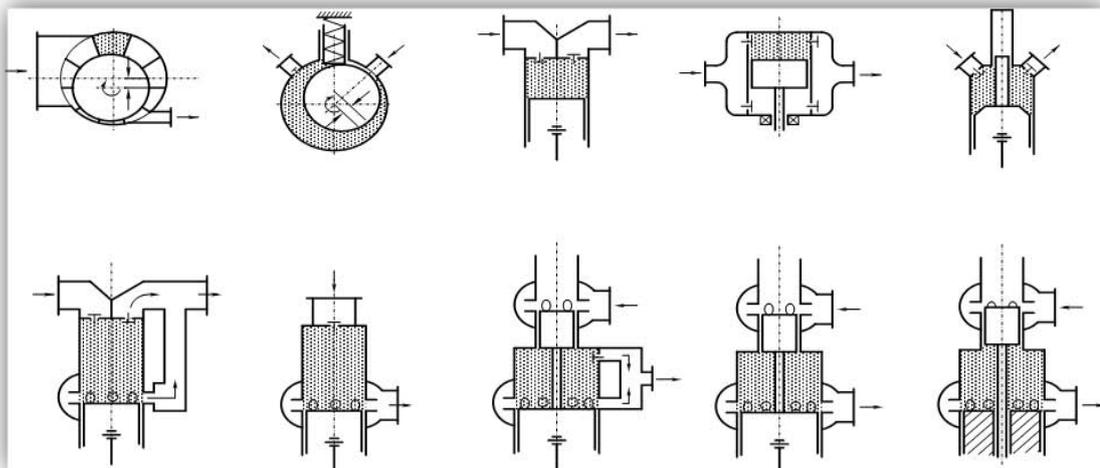


Рис. 1. Типы компрессоров и детандеров

УСТРОЙСТВО И ПРИЦИП ДЕЙСТВИЯ МЕМБРАННОГО КОМПРЕССОРА

Мембранный компрессор по своему устройству и принципу действия должен быть отнесен к поршневым компрессорам, т. е. к машинам объемного типа. Сжатие газа в этих компрессорах происходит в результате уменьшения объема камеры сжатия вследствие поступательного движения поршня.

В данном случае поршнем является круглая гибкая мембрана, зажатая по периметру между крышкой и цилиндром и приводимая в колебательное движение. Применяются мембранные компрессоры двух типов: с приводом гибкой мембраны непосредственно от кривошипно-шатунного механизма и с гидроприводом. В этом случае прогиб металлической мембраны вызывается возвратно-поступательным движением столба жидкости, на который воздействует через кривошипно-шатунный механизм поршень гидропривода.

На рис. 2 показана схема мембранного компрессора первого типа. Мембрана из эластичного материала прикреплена в центре к штоку, имеющему возвратно-поступательное движение от эксцентрика, сидящего на коренном валу компрессора. Мембрана защемлена по периферии так, что между ней и крышкой образована герметичная полость сжатия, полностью изолированная от механизма движения.

Смазочное масло из картера может попасть в камеру сжатия только в случае разрушения гибкой мембраны.

Сжимаемая среда (воздух, газ) поступает в камеру сжатия через всасывающий клапан 4. Сжатый газ выходит через нагнетательный клапан 5; оба клапана размещены в чугунной крышке цилиндра, снабженной для охлаждения ребрами. Блок-картер машины также чугунный с расточками для опорных подшипников вала.

Такие мембранные компрессоры используют для сжатия малых количеств газа до невысокого давления. Мембраны изготовляют из материалов, допускающих большое число циклов нагружения при относительно больших прогибах, например, из прорезиненной ткани или просто резины.

Жесткая связь мембраны со штоком позволяет допускать довольно высокую угловую скорость вращения вала (примерно до 100 рад/сек).

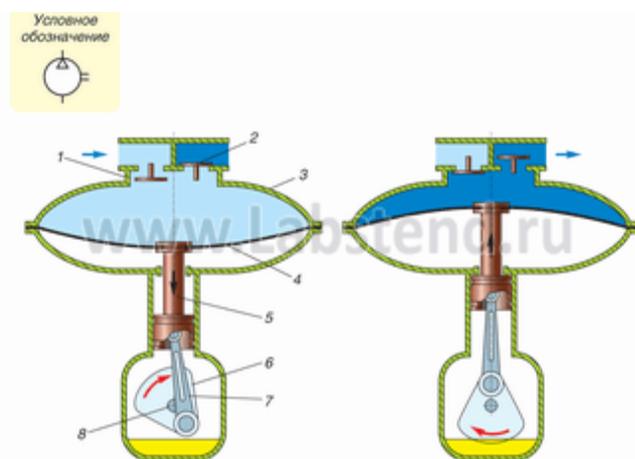


Рис. 2. Схема мембранного компрессора:

- 1 – всасывной (всасывающий) клапан; 2 – нагнетательный клапан;
 3 – корпус головки; 4 – мембрана; 5 – соединительный шток; 6 – коленчатый вал;
 7 – шатун; 8 – вал электродвигателя

Мембранные компрессоры относятся к группе бытовых и предназначены для эпизодического использования. Они могут применяться в гаражах (для питания бытового пневмооборудования), для подкачки шин, надувных матрасов, в системах кондиционирования (рис. 3) и т. д. и т. п. При применении бытовых компрессоров следует учитывать, что продолжительность работ не должна превышать 10 мин в час (в противном случае они перегреваются и быстро выходят из строя). Данный тип компрессоров отличают низкая производительность и высокий уровень шума. Их задача – получение высокого давления при низкой производительности.

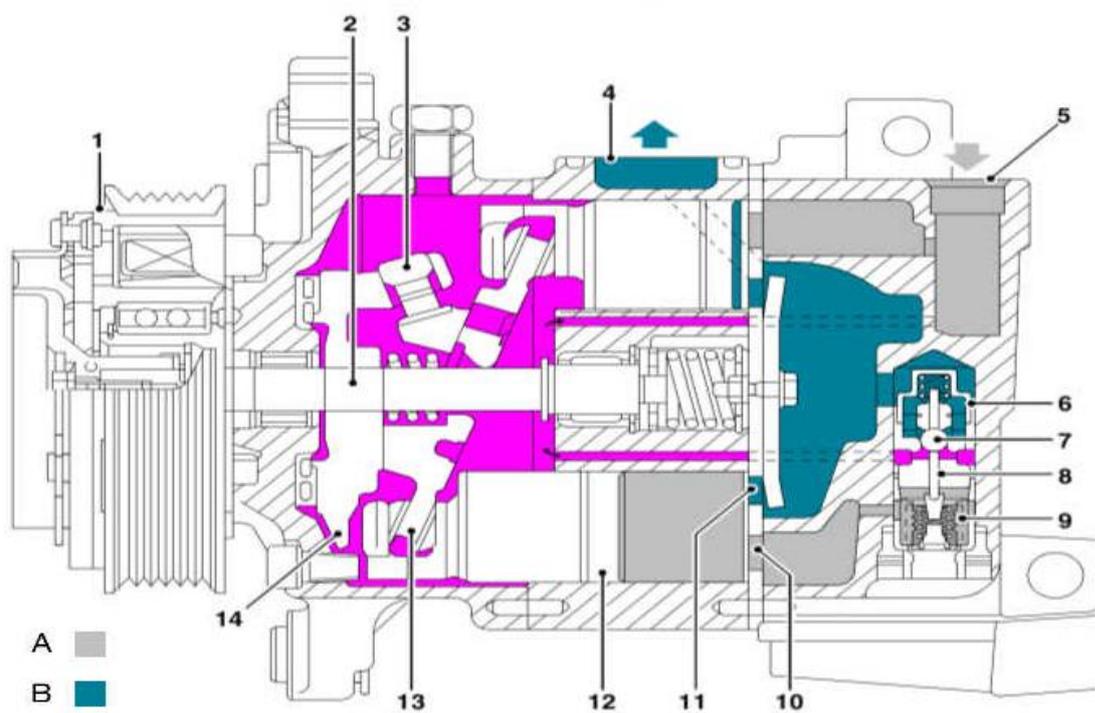


Рис. 3. Поршневой мембранный компрессор с качающейся шайбой кондиционера Чери М11:

1 – электромагнитное сцепление; 2 – вал; 3 – направляющий штифт; 4 – выпускной канал; 5 – впускной канал; 6 – контрольный клапан в сборе; 7 – шаровой клапан; 8 – шток толкателя; 9 – мембрана; 10 – клапан впускной; 11 – клапан выпускной; 12 – поршень; 13 – наклонная шайба; 14 – опорная пластина

Основным рабочим узлом, выполняющим роль цилиндра, этого компрессора является мембранный блок. Он состоит из ограничительного и распределительного дисков, между которыми закреплена по периферии мембрана, а также корпуса с гидравлическим цилиндром. Внутренние поверхности ограничительного и распределительного дисков имеют одинаковые вогнутые профили, вследствие чего между ними образуется замкнутая полость. Мембрана разделяет эту полость на две части. Наружная часть полости сообщается через всасывающий и нагнетательный самодействующие клапаны с соответствующими газовыми коммуникациями, а внутренняя часть – через равномерно распределительный диск – с гидравлическим цилиндром.

При работе гидропривода (во многих конструкциях поршневого типа с кривошипно-шатунным механизмом движения) мембране сообщается колебательное движение, при этом она прогибается в обе стороны от плоскости ее заделки. Объем, заключенный между профилированными

поверхностями ограничительного и распределительного дисков, несколько превышает рабочий объем гидравлического цилиндра. Поэтому, если в конце процесса нагнетания мембрана плотно прижимается к профилированной поверхности мнительного диска, то в конце процесса всасывания она не доходит до поверхности распределительного диска.

При дальнейшем движении поршня до конца его хода избыток жидкости отводится из гидравлической полости блока через специальный перепускной клапан, так называемый ограничитель давления, который открывается при давлении, превышающем давление нагнетания. Этим достигается плотное прилегание мембраны к профилированной поверхности ограничительного диска и полное вытеснение газа из камеры сжатия в нагнетательный канал.

Таким образом, при работе компрессора мембрана полностью изолирует сжимаемый газ от внешней среды и от жидкости гидропривода. Она нагружена со стороны ограничительного диска давлением газа, а со стороны вала – давлением жидкости. Величина этих давлений непрерывно меняется, но в течение всего периода движения мембраны поддерживается некоторая минимальная их разность, необходимая для преодоления внутренних упругих сил мембраны. Слабая зависимость предельного по прочности состояния мембраны от величины давления нагнетаемого газа позволяет применять относительно тонкие мембраны даже в ступенях высокого давления.

При невысоких скоростях вращения мембранные компрессоры обычно приводятся в движение через клиноременную передачу от электродвигателей, поэтому на одном из концов коленчатого вала закрепляют маховик-шкив.

Для усиления охлаждения и повышения этим производительности машины в полости под распределительным диском часто располагают змеевик, охлаждаемый водой.

Мембранный блок крепится болтами к фланцу жидкостного цилиндра; при этом должно обеспечиваться плотное соединение между ограничительным и распределительным дисками и мембраной без каких-либо прокладок.

Интенсивное охлаждение сжимаемого газа вследствие относительно больших поверхностей мембраны и массы металла блока, а также весьма низкие величины относительного мертвого пространства позволяют достигать высоких отношений давлений в одной сту-

пени. Так, для достижения давления 100 Мн/м^2 достаточно всего трех ступеней сжатия.

Металлические мембраны работают в пределах упругих деформаций, их долговечность относительно невелика (500–1500 ч), что относится к недостаткам этих компрессоров.

При разрушении мембраны рабочая жидкость может попасть в сжимаемый газ. Во избежание этого и для повышения надежности работы машины применяют многослойные мембраны.

Долговечность мембраны в значительной мере определяется правильно выбранным профилем вогнутых поверхностей ограничительного диска и величиной максимального прогиба.

Профилированная поверхность должна обеспечивать не только снижение максимальных напряжений в мембране во время работы компрессора, но также и создавать условия минимального мертвого объема в камере сжатия и высокий коэффициент подачи. Кроме того, правильно выбранный профиль влияет на величину давления жидкости, необходимого для прогиба мембраны.

В зависимости от производительности выпускаются одно- и двухступенчатые компрессоры. Одноступенчатые могут быть с одним или двумя мембранными блоками. Двухступенчатые мембранные компрессоры имеют по два мембранных блока. Расположение мембранных блоков – угловое.

Один мембранный компрессор (рис. 4) имеет четыре модификации, в зависимости от свойств сжимаемого газа и условий эксплуатации по уровню взрыво- и пожаробезопасности.

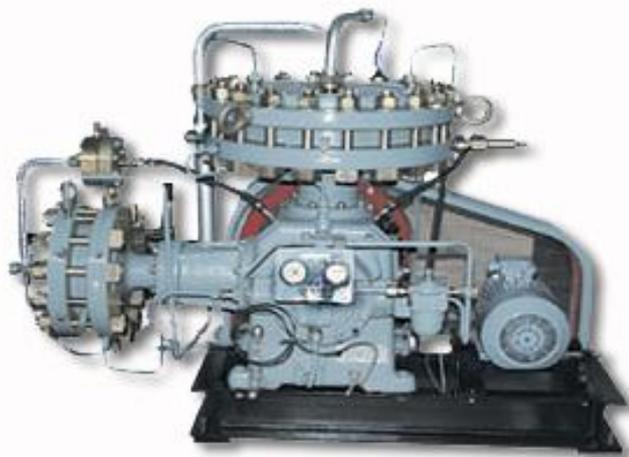


Рис. 4. Мембранный компрессор высокого давления 1,6МК

Основные признаки модификаций

М1 – для сжатия неагрессивных газов во взрывобезопасных помещениях. Ограничительные диски мембранных блоков – из черной стали, автоматика – типа АМК, двигатель – в общепромышленном исполнении.

М2 – для сжатия агрессивных газов во взрывобезопасных помещениях. Ограничительные диски мембранных блоков – из нержавеющей стали, автоматика – типа АМК, двигатель – в общепромышленном исполнении.

М3 – для сжатия неагрессивных газов во взрывоопасных помещениях класса В-1а (по ПУЭ). Ограничительные диски мембранных блоков – из черной стали, автоматика – взрывозащищенная типа АМКВ, двигатель – во взрывозащищенном исполнении.

М4 – для сжатия агрессивных газов во взрывоопасных помещениях класса В-1а (по ПУЭ). Ограничительные диски мембранных блоков – из нержавеющей стали, автоматика – взрывозащищенная типа АМКВ, двигатель – во взрывозащищенном исполнении.

Современные мембранные компрессоры отличаются от прототипов МК первого поколения:

– высоким уровнем унификации и взаимозаменяемости узлов и деталей благодаря тому, что спроектированы на двух базах (старые МК имели каждый свой картер, коленвал и т. д.) У всех компрессоров одной и той же базы одинаковые картера, коленвалы, маховики, шатуны, насосы, рамы;

– наличием модификаций (все прототипы выпускались в одном исполнении – общепромышленном).

Компрессоры сертифицированы на соответствие ГОСТам (ГОСТ 12.2.016–81, ГОСТ Р МЭК 60204–1–99), ТУ 304-42-006–93, нормам и правилам Госгортехнадзора России. Сертификат соответствия № РОСС RU.АЯ45.В02059.

УСТРОЙСТВО И ПРИНЦИП ДЕЙСТВИЯ КОМПРЕССОРА С КАЧАЮЩЕЙСЯ ШАЙБОЙ

Рабочий объем компрессора варьируется изменением наклона качающейся (косой) шайбы (рис. 5).

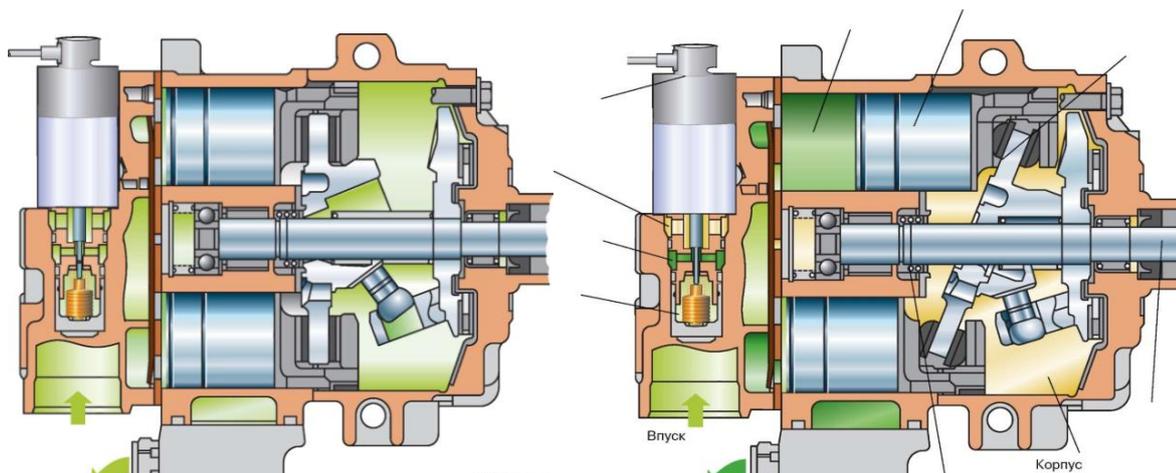


Рис. 5. Схема компрессора с качающейся шайбой

Когда компрессор не задействован, качающаяся шайба находится в вертикальном положении (ход поршней составляет менее 2 %). Изменение положения качающейся шайбы регулируется за счёт изменения соотношений различных давлений в компрессоре.

- Давление на впуске – давление в контуре низкого давления системы, т. е. давление хладагента перед компрессором.

- Высокое давление (давление в контуре высокого давления). Давление хладагента за компрессором – основное давление, изменяющее положение качающейся шайбы для увеличения производительности.

- Давление в корпусе компрессора – противодействие в корпусе компрессора в сочетании с усилием возвратной пружины качающейся шайбы, изменяющие положение качающейся шайбы для уменьшения производительности. За баланс этих давлений отвечает находящийся под их воздействием регулировочный клапан. Основное влияние на итоговый баланс сил оказывают давления в корпусе компрессора и контуре высокого давления. Высокое давление воздействует в камере сжатия на поршень и пытается привести качающуюся шайбу в наклонное положение, т. е. положение большого рабочего объёма. Давление в корпусе дает силу, стремящуюся придать качающейся шайбе вертикальное положение.

Известен механизм с качающейся шайбой для привода поршневых машин, содержащий корпус, установленный в корпусе на опорах приводной вал, шарнирно связанную с валом качающуюся шайбу,

жестко закрепленные в корпусе цилиндры, размещенные в цилиндрах поршни, шатуны, шарнирно связанные с качающейся шайбой и поршнями, и фиксирующее качающуюся шайбу от вращения устройство.

Технический недостаток механизма с качающейся шайбой: движения шатунов с поршнями попарно совпадают по фазе, следовательно, имеет место повышенная неравномерность эксплуатационно-технологических показателей работы поршневой машины, повышенные габариты.

КОМПРЕССОРЫ С КРИВОШИПНО-ШАТУННЫМ МЕХАНИЗМОМ ДВИЖЕНИЯ

Поршневые компрессоры (детандеры) различают по устройству кривошипно-шатунного механизма. Характерными особенностями поршневых машин являются возвратно-поступательное движение поршня, принудительное выталкивание газа путем перемещения поршня, прерывная подача газа (рис. 6, 7, 8, 9).

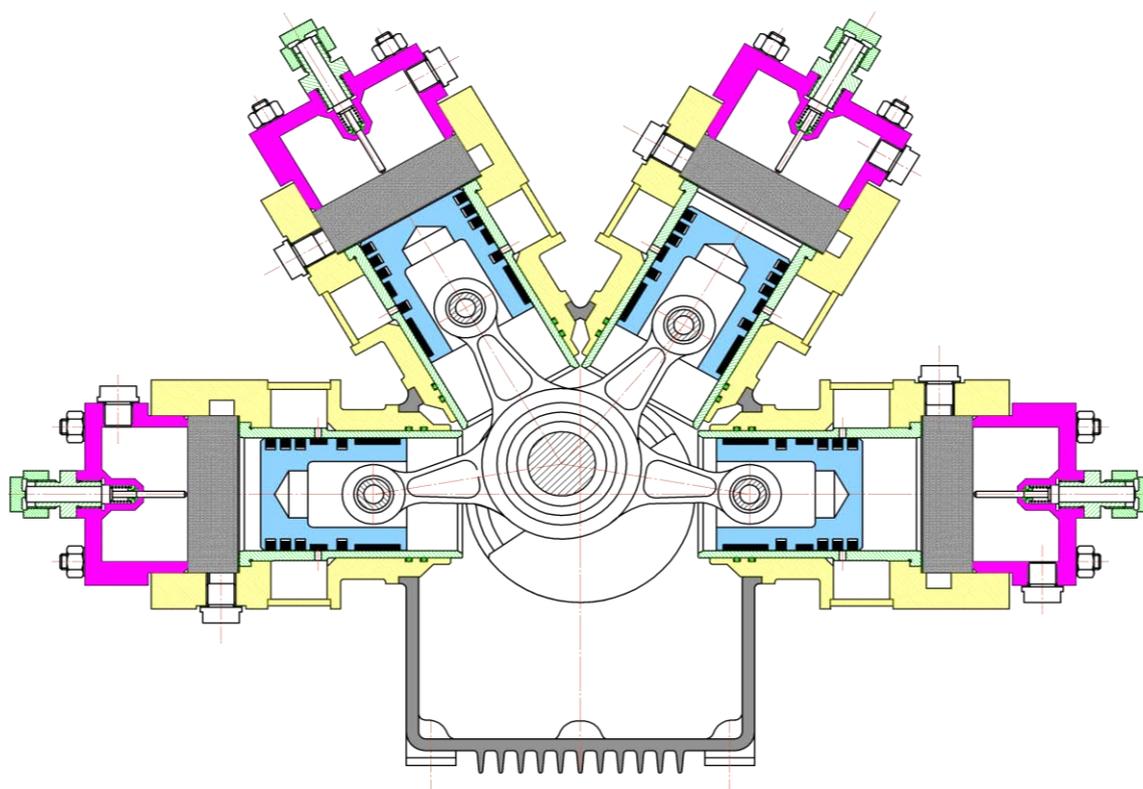


Рис. 6. Многорядный поршневой детандер

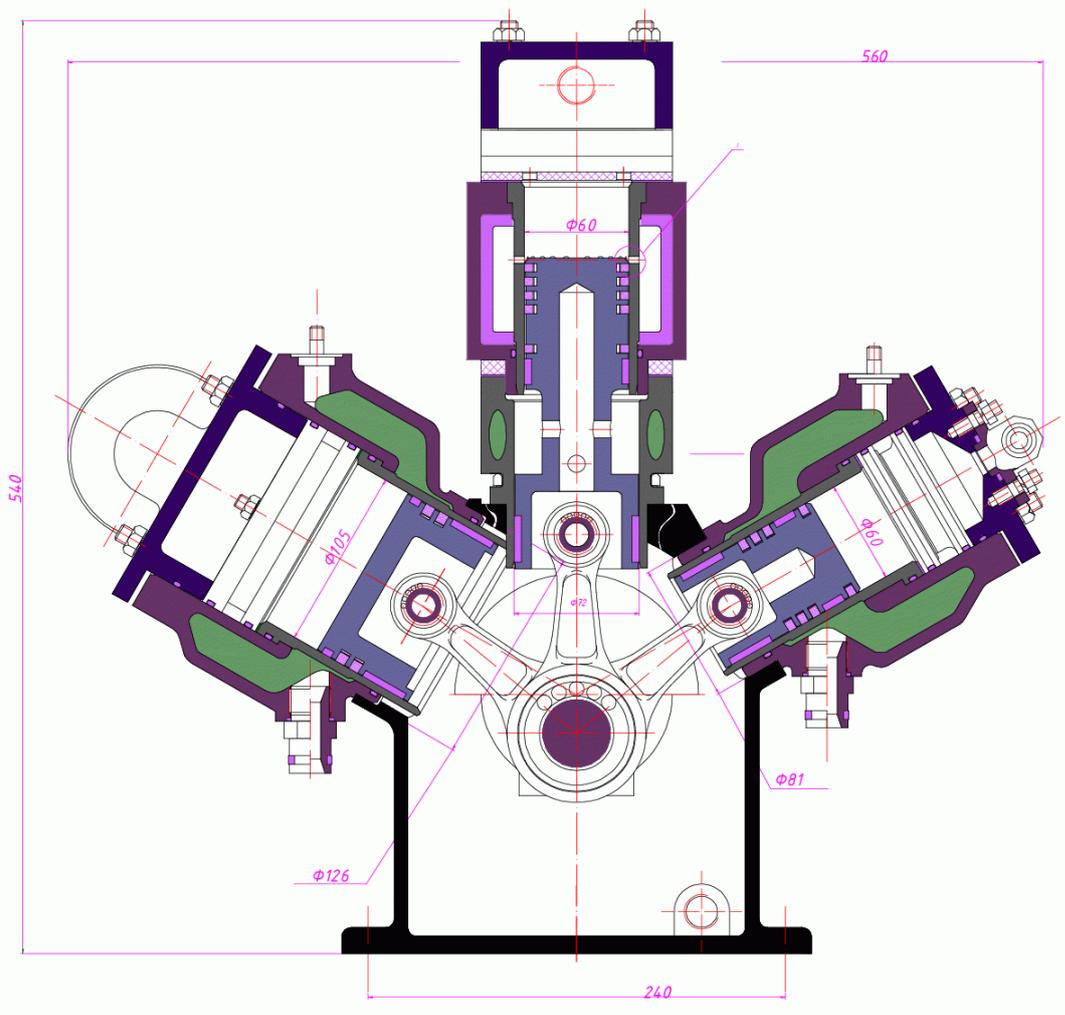


Рис. 7. Автономный детандер – компрессорный агрегат

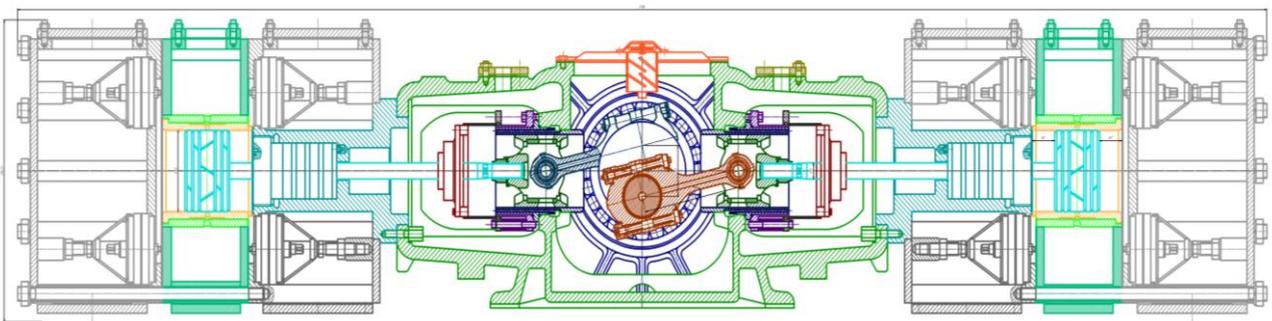


Рис. 8. Оппозитный поршневой детандер с поршнями двухстороннего действия

По устройству кривошипно-шатунного механизма (рис. 10) компрессоры различают на бескрейцкопфные и крейцкопфные; по устройству цилиндров – с цилиндрами простого и двойного действия.



Рис. 9. База жидкостного детандера

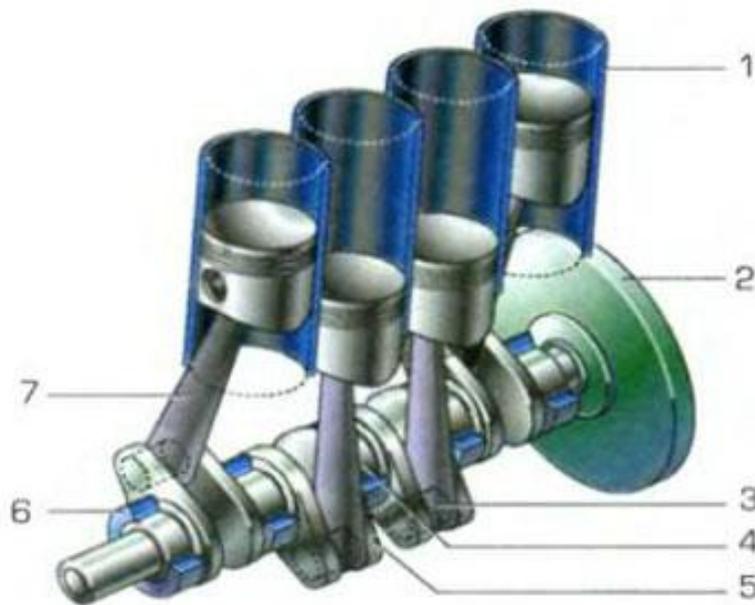


Рис. 10. Кривошипно-шатунный механизм:
 1 – цилиндр; 2 – маховик; 3 – шатунный подшипник; 4 – коленчатый вал;
 5 – колено; 6 – коренной подшипник; 7 – шатун

Компрессоры, имеющие крещкопф, называются крещкопфными. По расположению цилиндров компрессоры подразделяют на вертикальные, горизонтальные и угловые. К вертикальным относятся машины с цилиндрами, расположенными вертикально относительно фундамента, к горизонтальным – с цилиндрами, расположенными го-

ризонгально. При горизонтальном расположении цилиндры могут быть размещены по одну сторону коленчатого вала, такие компрессоры называются горизонтальными с односторонним расположением цилиндров, и по обе стороны вала (рис. 8). Последние называют горизонтальными оппозитными или просто оппозитными.

Кривошипно-шатунный механизм (рис. 11) предназначен для преобразования возвратно-поступательного движения поршня в цилиндре во вращательное движение коленчатого вала двигателя.

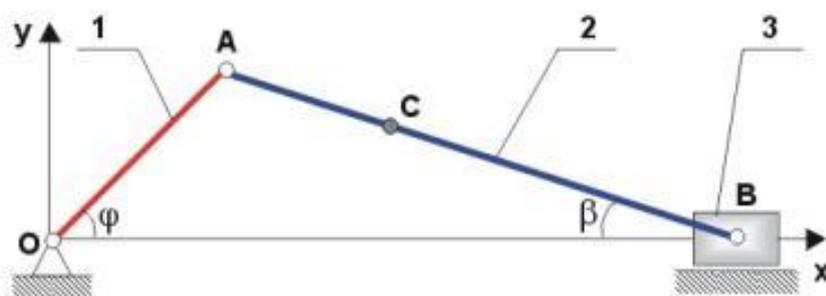


Рис. 11. Схема кривошипно-шатунного механизма

Прямая схема: Поршень под действием давления газов совершает поступательное движение в сторону коленчатого вала. С помощью кинематических пар «поршень-шатун» и «шатун-вал» поступательное движение поршня преобразовывается во вращательное движение коленчатого вала.

Обратная схема: Коленчатый вал под действием приложенного внешнего крутящего момента совершает вращательное движение, которое через кинематическую цепь «вал-шатун-поршень» преобразовывается в поступательное движение поршня.

При движении поршня к верхней мертвой точке начинает уменьшаться рабочая полость цилиндра и повышаться давление в цилиндре. Этот процесс называется сжатием.

Когда давление в цилиндре превысит давление за нагнетательным клапаном, последний под действием разности давлений открывается и происходит нагнетание газа в нагнетательный патрубок. Этот процесс называется нагнетанием, он происходит до тех пор, пока поршень не придет в крайнее верхнее положение. Объем газа в цилиндре компрессора в этом положении минимальный – это мертвый объем, иногда его называют вредным объемом. Газ находится в мертвом объеме под давлением, и, когда происходит движение поршня от в.м.т. к н.м.т., он рас-

ширятся, занимая какую-то долю рабочего объема цилиндра и мешая войти свежей порции газа. Процесс расширения газа из мертвого объема называется процессом расширения. Таким образом, в цилиндре компрессора при одном ходе поршня (одном такте) происходят расширение и всасывание газа, а при другом – сжатие и нагнетание. Такой компрессор называется компрессором с цилиндрами простого действия. По такой схеме выполняют компрессоры малой производительности. Эта схема отличается простотой, но полость цилиндра, обращенная к картеру, остается нерабочей. Следовательно, увеличиваются диаметры цилиндров, растут потери энергии на механическое трение в цилиндрах и механизме движения, возрастают утечки через поршневые кольца. В принципе, возможно использовать полость цилиндра со стороны картера. Для этого используют схему кривокопфного компрессора со штоком. Цилиндры, у которых рабочие процессы происходят по обе стороны поршня, называются цилиндрами двойного действия, а компрессоры – компрессорами с цилиндрами двойного действия. Рабочие процессы в цилиндрах двойного действия происходят одновременно в обеих плоскостях, но процессы смещены по времени на продолжительность хода поршня. Передача движения от кривошипно-шатунного механизма к поршню осуществляется через шток и кривокопф (ползун), который движется в специальных направляющих.

Частным случаем кривошипно-шатунного механизма является механизм движения с прицепными шатунами (рис. 12).

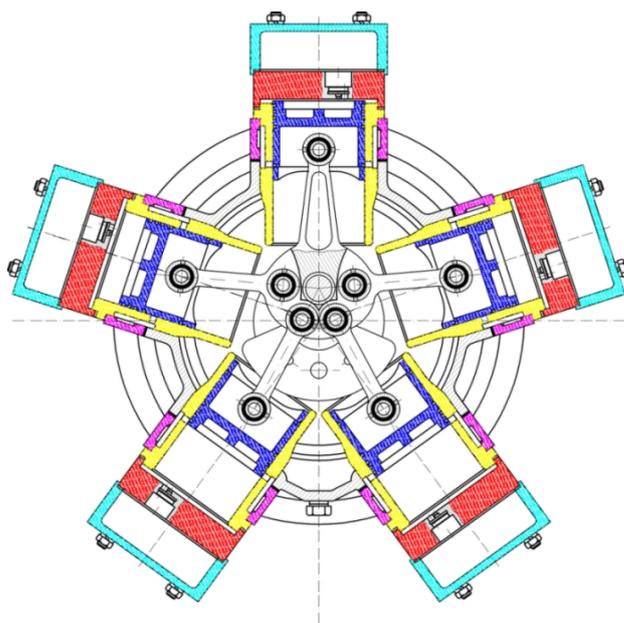


Рис. 12. Механизм движения с прицепными шатунами

КУЛАЧКОВЫЙ МЕХАНИЗМ ДВИЖЕНИЯ ПОРШНЕВОГО ДЕТАНДЕРА

Кулачковый механизм (рис. 13, 14) механизм, имеющий подвижное звено, совершающее вращательное движение – кулак (кулачок), с поверхностью переменной кривизны, взаимодействующей с другим подвижным звеном – толкателем, если подвижное звено совершает прямолинейное движение или коромысло, если подвижное звено совершает качание. Кулак, совершающий прямолинейное движение называется копиром.

Кулачковые механизмы широко применяются в двигателях внутреннего сгорания, в текстильных машинах, в полиграфических машинах, в машинах – автоматах различного назначения, в разнообразных приборах. Достоинство кулачковых механизмов – возможность воспроизводить почти любой закон движения, причем синтез их относительно несложен. Недостатки – наличие высшей кинематической пары и, как следствие, ограниченная долговечность, сложность изготовления, высокая стоимость.

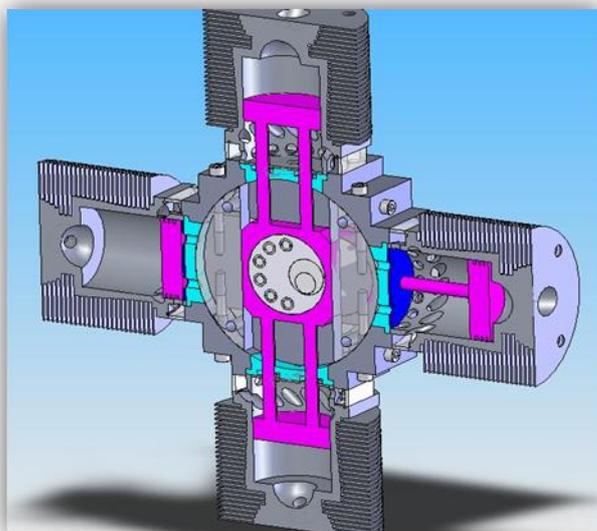


Рис. 13. Кулачковый механизм движения поршневого детандера

Кулачковые механизмы подразделяют на 4 группы:

по типу толкателя:

- с плоским толкателем;
- с роликовым;

- с игольчатым;
- с остроконечным;
- по характеру движения толкателя:
 - возвратно-поступательное;
 - качающееся;
- по характеру движения кулачка:
 - возвратно-поступательное;
 - качающееся;
 - вращающееся.

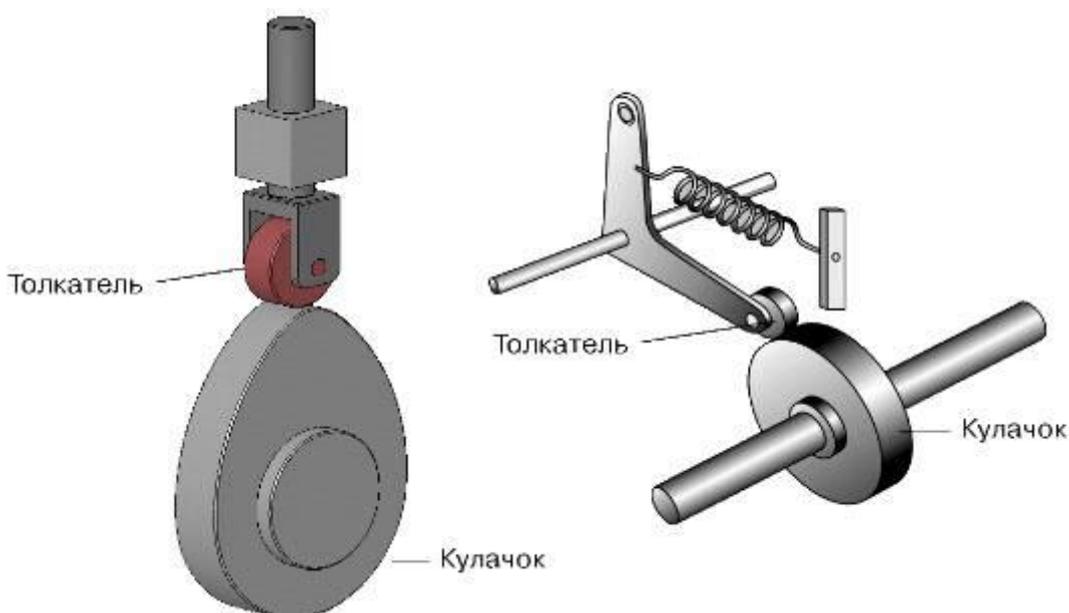


Рис. 14. Кулачковый механизм

Кулачковые механизмы с роликовым толкателем бывают двух видов:

1. дезаксиальные (ось кулачка не под толкателем);
2. центральные (ось кулачка под толкателем).

Основные характеристики кулачкового механизма – это максимальное перемещение толкателя (угол качания коромысла), максимальная скорость или ускорение исполнительного механизма и закон движения исполнительного механизма.

Толкатель – деталь, служащая для сообщения поступательного движения другим деталям или механизмам машины. Толкатели часто применяют в кулачковых механизмах, в которых он обычно является ведомым звеном, получающим движение от кулачка.

Существуют три основных типа толкателей клапанов: механические, гидравлические и роликовые. Механические толкатели являются самыми старыми, простыми и дешевыми. Из-за своего небольшого веса, механические толкатели позволяют двигателю вращаться намного быстрее перед срабатыванием клапанов. Основные недостатки механических толкателей – необходимость частой регулировки клапанов и шум от их работы.

Гидравлические толкатели (рис. 15) являются наиболее популярным типом, используемым на двигателях. У них есть небольшая внутренняя камера, где накапливается моторное масло, и контрольный клапан для предотвращения обратного потока масла. Эти особенности позволяют толкателю автоматически компенсировать разницу в клапанных зазорах. Стандартные гидравлические толкатели относительно недороги и не требуют технического обслуживания, однако, на высоких оборотах они стремятся «прокачиваться» и клапаны застревают. Существуют специальные толкатели, которые расширяют диапазон оборотов достаточно, чтобы удовлетворять потребностям практически любого двигателя. Гидравлические толкатели являются наиболее популярным типом толкателей и хорошо работают во всех условиях.

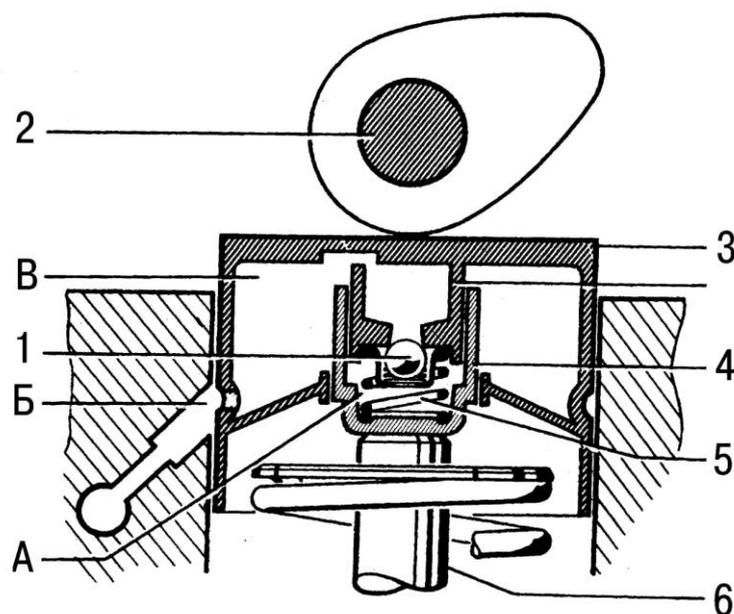


Рис. 15. Гидравлический толкатель:

- 1 – обратный клапан; 2 – кулачок распределительного вала; 3 – толкатель;
 4 – цилиндр; 5 – пружина компенсации зазоров; 6 – стержень клапана;
 А – камера высокого давления; Б – канал подачи масла к толкателю;
 В – накопительная камера

Роликовые толкатели клапанов являются лучшими и наиболее дорогими толкателями. Они увеличивают мощность и улучшают экономичность путем уменьшения трения. Роликовые толкатели имеются и в механическом, и в гидравлическом вариантах.

Кулачковый механизм применяется в двигателях внутреннего сгорания в газораспределительном механизме (рис. 16), в металлорежущих станках и других машинах для воспроизведения сложной траектории движения рабочих органов и выполнения функций управления, таких как включение и выключение рабочих органов по определённой схеме.

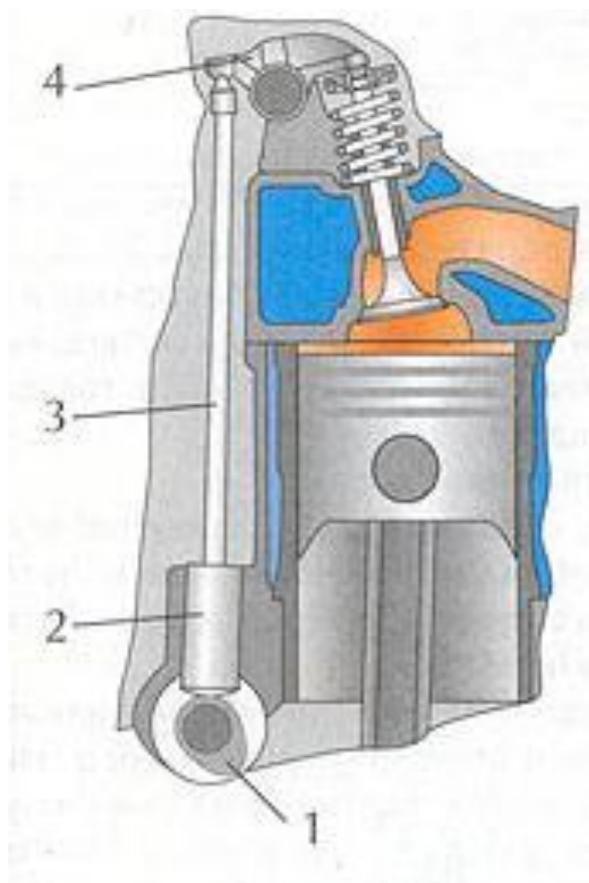


Рис. 16. Газораспределительный механизм:
1 – кулачок; 2 – толкатель; 3 – штанга; 4 – коромысло

РОМБИЧЕСКИЙ МЕХАНИЗМ ДВИЖЕНИЯ

Известны поршневые машины с ромбическим механизмом линейного движения поршней (рис. 17).

Недостатком известных машин является то, что они имеют в камерах объемного вытеснения поршневые штоки, смонтированные один в другом. Это снижает надежность машины, поскольку содержит большое число пар трения.

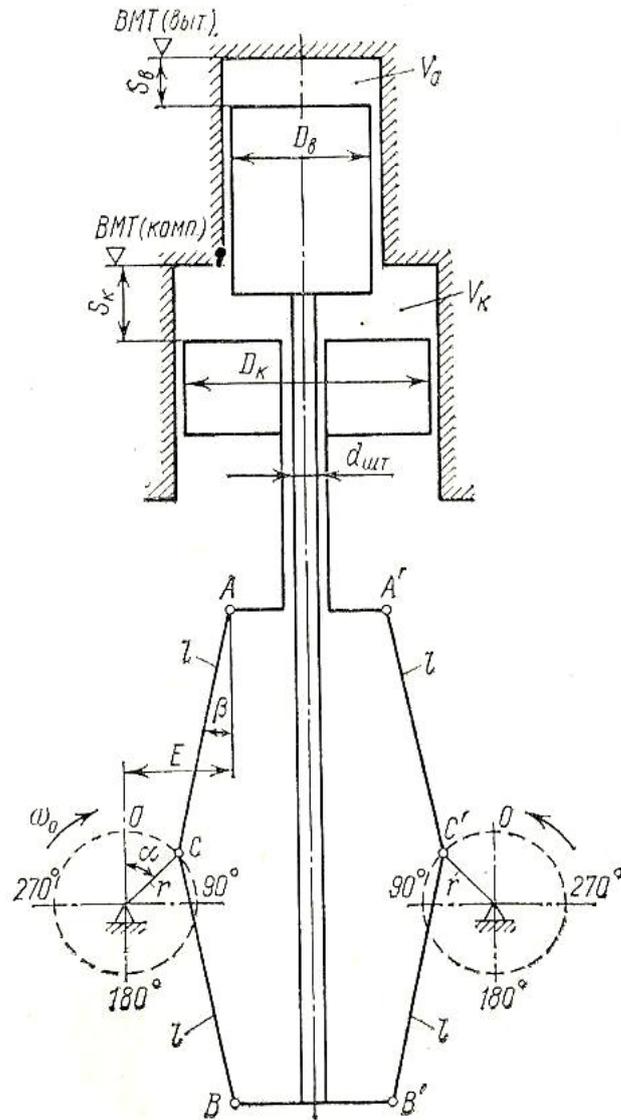


Рис. 17. Кинематическая схема газовой холодильной машины с ромбическим приводом

Ромбический кривошипно-планетарный поршневой механизм содержит (рис. 18): корпус с цилиндром 1, шток 2, планетарные шату-

ны 4 и кривошипы 5. Шток 2 закреплен с поршнем и соединен через шарнирный узел с планетарными шатунами 4. Планетарные шатуны 4 связаны с кривошипами 5. Межцентровые расстояния планетарных шатунов 4 равны радиусам кривошипов 5.

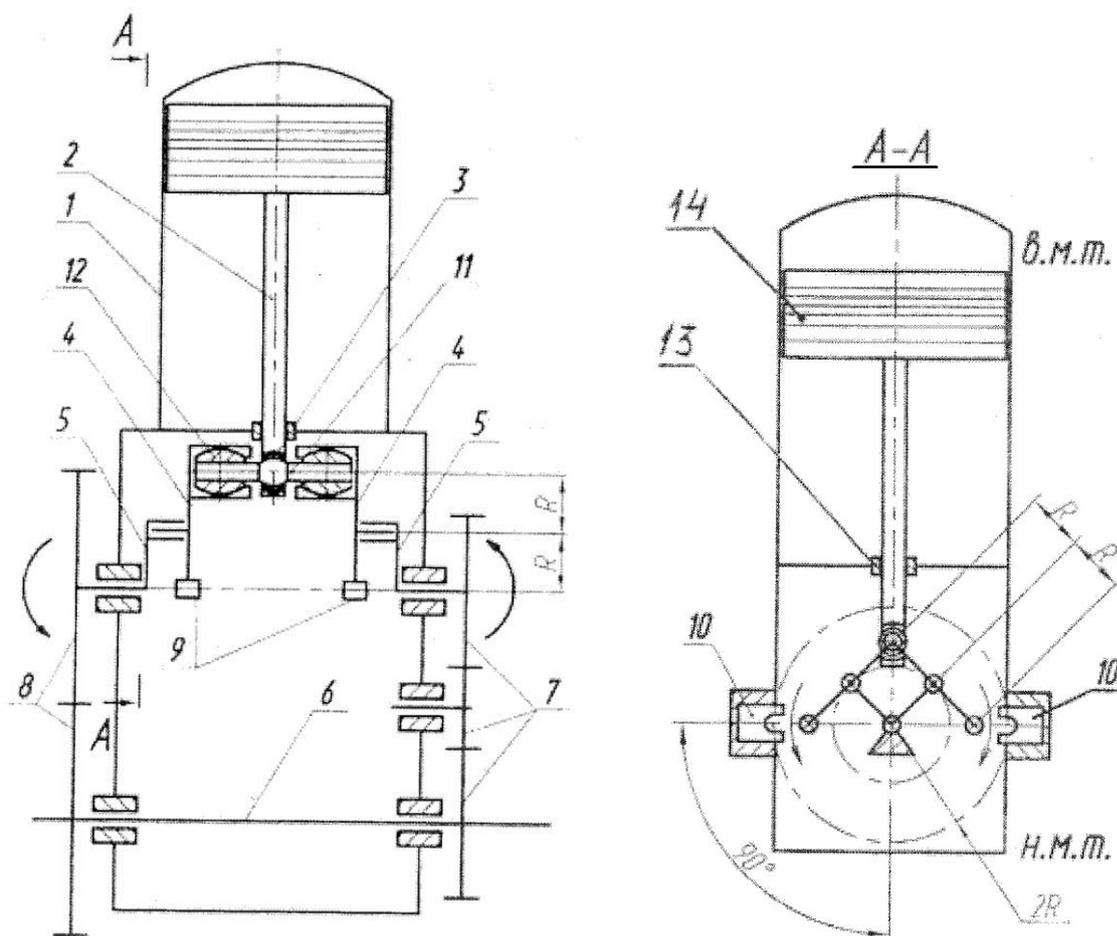


Рис. 18. Схема ромбического кривошипно-планетарного поршневого механизма:

- 1 – корпус с цилиндром; 2 – шток; 3 – шарнир; 4 – планетарные шатуны;
 5 – кривошипы; 6 – вал; 7, 8 – шестерни; 9 – кулачки; 10 – упоры;
 11 – шарнирный палец; 12 – сферические подшипники;
 13 – направляющая штока; 14 – поршень

Выходной вал выполнен с возможностью передачи вращения от правого кривошипа 5 тремя шестернями 7, а от левого кривошипа 5 – двумя шестернями 8 с сохранением передаточного отношения. Шарнирный узел содержит центральный шарнир 3 и закрепленный в нем шарнирный палец 11. Планетарные шатуны 4 имеют синхронизирующие упоры 10. Синхронизирующие упоры 10, расположенные на линии, про-

ходящей через центры вращения планетарных шатунов 5, на расстоянии, равном радиусу кривошипов 5 от центров вращения планетарных шатунов 4. Гнезда упоров расположены в корпусе, на линии, проходящей через центры вращения кривошипов 5 на расстоянии, равном двум радиусам кривошипов 5. Линия расположения гнезд упоров перпендикулярна оси движения штока 2. Планетарные шатуны 4 могут быть связаны с кривошипами 5 через посадочные гнезда. Шарнирный узел может дополнительно содержать сферические подшипники 12. Кривошипы 5 могут быть выполнены соосными и встречно-вращающимися.

У обычных кривошипно-шатунных механизмов при высоком давлении на поршень и больших углах отклонения шатуна возникают большие боковые силы, действующие на поршень и являющиеся причиной больших потерь на трение и большого износа. При применении ромбического механизма это отрицательное явление устраняется и можно достичь хорошего уплотнения поршней.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Повышение уровня технического совершенства компрессоров, т. е. их качества, надежности и экономичности, осуществляется несколькими путями.

1. Разработка комплексных мероприятий по повышению качества изготовления. Сюда относятся и вопросы использования новых материалов, совершенствования конструкций и технологических процессов производства, а также широкой унификации агрегатов.

2. Проведение исследований по повышению надежности и установлению оптимальных режимов эксплуатации компрессоров. Сюда входит разработка стандартных методов и типовых программ испытаний (моторесурсные и специальные ускоренные испытания на надежность, всесторонние эксплуатационные испытания с проверкой надежности новых деталей и узлов, исследования эксплуатационной надежности импортного оборудования). Значительное внимание уделяется исследованиям наиболее тяжелых для компрессора пусковых режимов и внедрению средств технической диагностики при эксплуатации и ремонте.

3. Надежность и экономичность компрессоров обеспечиваются непрерывным совершенствованием системы технического обслуживания

ния и ремонта оборудования, разработкой подробной эксплуатационной и ремонтной документации, нормативов численности обслуживающего и ремонтного персонала.

4. Одним из решений проектирования сложных конструктивных схем является внедрение современных информационных технологий и методик, в общем, и CALS-методологии, в частности. Концепция и стандарты CALS определяют набор правил и регламентов, в соответствии с которыми строится взаимодействие субъектов.

Использование новых информационных технологий неизбежно влечет за собой пересмотр существующих принципов и методов проектирования. Сегодня уже недостаточно получения геометрической или математической модели проектируемого изделия и набора чертежей. В процессе моделирования необходимо получать динамические пространственные модели, отражающие полную структуру изделия, его взаимодействие с оборудованием. Создание полной электронной модели изделия – основная задача CALS-технологии.

Надежность поршневых компрессоров во многом зависит от стабильности подачи смазочного масла к подшипникам и другим трущимся деталям шатунно-поршневой группы. В связи с высокой растворимостью смазочных масел в хладоне-12 и фреонах требуется обеспечивать необходимое давление в системе и разгружать компрессор при пуске до достижения рабочего давления масла. Для этого используют различные способы: ручное и автоматическое управление всасывающим и нагнетательным вентилями, регулирование давления масла способом безопасного изменения подачи его насосом, контроль за давлением масла в эксплуатации. Часто совмещают эти способы. Например, автоматический контроль за давлением масла сочетается с использованием автоматических запорного, всасывающего и нагнетательного клапанов.

Безаварийная работа обеспечивается и такими мерами, как тщательная очистка, сушка и вакуумирование холодильных агрегатов, использование чистых хладагентов и масел, повышение теплостойкости изоляции обмоток встроенных электродвигателей компрессоров.

На надежности агрегатов сказывается и проводящаяся специализация заводов-изготовителей и ремонтных предприятий, внедрение крупносерийного способа производства, комплектная поставка оборудования и холодильных агрегатов с максимальной степенью готовности предприятиям, которые будут их эксплуатировать.

КОМПРЕССОРЫ
ТЕРМИНЫ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ ГОСТ 28567–90

Дата введения 01.07.91

Настоящий стандарт устанавливает термины и определения понятий в области компрессорной техники.

Настоящий стандарт не распространяется на авиационные компрессоры, являющиеся частью авиационного двигателя.

Термины, установленные настоящим стандартом, обязательны для применения во всех видах документации и литературы, входящих в сферу работ по стандартизации или использующих результаты этих работ.

1. Стандартизованные термины с определениями приведены в табл.1.

2. Для каждого понятия установлен один стандартизованный термин. Применение терминов – синонимов стандартизованного термина не допускается. Недопустимые к применению термины-синонимы приведены в табл.1 в качестве справочных и обозначены пометкой «Ндп».

2.1. Для отдельных стандартизованных терминов в табл.1 приведены в качестве справочных краткие формы, которые разрешается применять в случаях, исключающих возможность их различного толкования.

2.2. Приведенные определения можно при необходимости изменять, вводя в них производные признаки, раскрывая значение используемых в них терминов, указывая объекты, входящие в объем определяемого понятия. Изменения не должны нарушать объем и содержание понятий, определенных в данном стандарте.

2.3. В случае, когда в термине содержатся все необходимые и достаточные признаки понятия, определение не приведено и в графе «Определение» поставлен прочерк.

2.4. В табл. 1 в качестве справочных приведены иноязычные эквиваленты для ряда стандартизованных терминов на немецком (D) и английском (E) языках.

3. Алфавитные указатели содержащихся в стандарте терминов на русском языке и их иноязычных эквивалентов приведены в табл. 2, 3, 4 (см. ГОСТ).

4. В стандарте имеется приложение, содержащее схему классификации компрессоров по принципу действия и основным конструктивным признакам.

5. Стандартизованные термины набраны полужирным шрифтом, их краткая форма – светлым, а недопустимые термины-синонимы – курсивом.

РАЗРАБОТЧИКИ

И.Ф. Однобоков (руководитель разработки); И.В. Семенов, канд. техн. наук; Н.В. Коньгин; Л.Я. Руденко; К.П. Селезнев (руководитель разработки), д-р техн. наук; А.К. Григорьев, Б.С. Хрусталева, Ф.С. Ректин, Н.И. Бабенко; Е.Б. Доброклонский; И.Н. Дмитриев

Таблица 1

Термин	Определение
<p>1. Компрессор</p> <p>Ндп. <i>Нагнетатель</i></p> <p><i>Воздуходувка</i></p> <p><i>Газодувка</i></p> <p><i>Эксгаустер</i></p> <p>D. Kompressor, Verdichter</p> <p>E. Compressor</p>	<p>Энергетическая машина или устройство для повышения давления и перемещения газа или их смесей (рабочей среды)</p>
<p>2. Компрессорный агрегат</p> <p>D. Kompressorsatz</p> <p>E. Compressor set</p>	<p>Компрессор (или компрессоры) с приводом</p>
<p>3. Компрессорная установка</p> <p>D. Verdichteranlage</p> <p>E. Compressor unit</p>	<p>Компрессорный агрегат с дополнительными системами, обеспечивающими его работу</p>

Термин	Определение
4. Компрессорная станция D. Kompressorstation E. Compressor installation	Комплекс, включающий в себя одну или более компрессорных установок, здание, в котором они размещены, шасси, кузов, платформу, навес, систему управления и необходимое вспомогательное оборудование
5. Компрессор низкого давления D. Niederdruckverdichter E. Low-pressure compressor	Компрессор с конечным давлением до 1,5 МПа
6. Компрессор среднего давления D. Mitteldruckverdichter E. Medium-pressure compressor	Компрессор с конечным давлением от 1,5 до 10 МПа
7. Компрессор высокого давления D. Hochdruckverdichter E. High-pressure compressor	Компрессор с конечным давлением от 10 до 100 МПа
8. Компрессор сверхвысокого давления D. Oberdruckkompressor E. Super high-pressure compressor	Компрессор с конечным давлением от 100 МПа
9. Дожимающий компрессор D. Nachverdichter	Компрессор, у которого начальное давление не ниже 0,1 МПа
10. Стационарный компрессор (стационарная компрессорная установка, станция) D. Stationar Verdichter, Stationare Verdichteranlage, Stationare Kompressorstation	Компрессор (установка, станция), местоположение которого при эксплуатации не меняется

Термин	Определение
<p>11. Передвижной компрессор (передвижная компрессорная установка, станция)</p> <p>D. Fahrbar Kompressor, Fahrbare Verdichteranlage, Fahrbare Kompressorstation E. Portable compressor</p>	<p>Компрессор (компрессорная установка, станция), смонтированный (ая) на самоходном, передвижном, переносном шасси или на передвижной, переносной платформе, раме</p>
<p>12. Переносной компрессор (переносная компрессорная установка, станция)</p> <p>D. Tragbar Kompressor, Tragbare Verdichteranlage, Tragbare Kompressorstation E. Portable compressor</p>	<p>Передвижной компрессор (передвижная компрессорная установка, станция), переносимый (ая) с одного места эксплуатации на другое без дополнительных монтажных работ</p>
<p>13. Прицепной компрессор (прицепная компрессорная установка, станция)</p> <p>D. Anhangerverdichter, Anhangerverdichteranlage, Anhangerkompressorstation</p>	<p>Передвижной компрессор (передвижная компрессорная установка, станция), перемещаемый (ая) с одного места эксплуатации на другое путем буксировки транспортным средством</p>
<p>14. Самоходный компрессор (самоходная компрессорная установка, станция)</p> <p>D. Selbstfahrverdichter, Selbstfahrverdichteranlage, Selbstfahrkompressorstation</p>	<p>Передвижной компрессор (передвижная компрессорная установка, станция), установленный (ая) на самоходном транспортном средстве</p>
<p>15. Транспортный компрессор</p> <p>D. Transportverdichter E. Transport compressor</p>	<p>Компрессор, установленный на транспортном средстве и предназначенный для обеспечения сжатым воздухом или газом данного транспортного средства</p>
<p>16. Автомобильный компрессор</p> <p>E. Motor vehicle compressor</p>	<p>Транспортный компрессор, установленный на автомобиле</p>

Термин	Определение
17. Судовой компрессор D. Schiffsverdichter E. Marine compressor	Транспортный компрессор, установленный на судне
18. Железнодорожный компрессор	Транспортный компрессор, установленный на подвижном составе железнодорожного транспорта
19. Газовый компрессор D. Gasverdichter E. Gas compressor	Компрессор для сжатия газа или смеси газов, кроме воздуха. Примечание. В зависимости от рода газа различают кислородные, водородные, аммиачные и т.д. газовые компрессоры
20. Воздушный компрессор D. Luftkompressor Luftverdichter	Компрессор для сжатия воздуха
21. Компрессор общего назначения E. General service compressor	Компрессор, предназначенный для сжатия атмосферного воздуха до 0,8–1,5 МПа и выполненный без учета специальных требований
22. Циркуляционный компрессор	Компрессор, предназначенный для обеспечения циркуляции газа в замкнутом контуре
23. Специальный компрессор D. Sonderverdichter E. Special purpose compressor	Компрессор, выполненный с учетом специфических требований, характерных для заданной области применения
24. Многоцелевой компрессор E. Multipurpose compressor	Компрессор, предназначенный для попеременного сжатия различных газов
25. Многослужебный компрессор E. Multiservice compressor	Специальный компрессор, предназначенный для одновременного сжатия различных газов

Термин	Определение
26. Микрокомпрессор E. Microcompressor	Специальный компрессор мощностью до 1 кВт
27. Холодильный компрессор E. Refrigeration compressor	По <u>ГОСТ 24393</u>
28. Криогенный компрессор	Компрессор, в котором сжимаемый газ хотя бы на одной из стадий цикла имеет криогенную температуру, т.е. температуру ниже 120 К
29. Герметичный компрессор D. Luft-und gasdichter Kompressor E. Pressure-tight compressor	Специальный компрессор, в котором обеспечено отсутствие утечки сжимаемого газа из компрессора и проникновения газа из окружающей среды в компрессор
30. Бессмазочный компрессор Ндп. <i>Сухой компрессор</i> D. Verdichter ohne Zylinderschmierung (Trockenlauf)	Специальный поршневой компрессор без смазки цилиндров и сальников или роторный компрессор без подачи масла в полость сжатия
31. Ступень компрессора Ступень D. Verdichterstufe E. Compressor stage	Совокупность элементов компрессора, обеспечивающих повышение давления и перемещение газа в определенном интервале давлений внутри заданного диапазона
32. Одноступенчатый компрессор D. Einstufenverdichter E. Single-stage compressor	Компрессор, повышение давления газа в котором от начального значения до конечного достигается одной ступенью
33. Многоступенчатый компрессор D. Mehrstufenverdichter E. Multi-stage compressor	Компрессор, повышение давления газа в котором от начального значения до конечного достигается последовательным сжатием более чем в одной ступени

Термин	Определение
34. Комбинированный компрессор E. Combined compressor	Многоступенчатый компрессор, у которого не все ступени однотипны (например, осевые – центробежные, поршневые – мембранные)
35. Одновальный компрессор	Компрессор, имеющий один вал
36. Многовальный компрессор	Компрессор, имеющий два или более валов
37. Рабочий процесс компрессора E. Operating characteristics	Совокупность физических явлений, сопровождающих повышение давления и перемещение газа в компрессоре и обеспечивающих передачу газу механической энергии двигателя
38. Привод компрессора Привод D. Antriebsmaschine	Двигатель компрессора и устройства для передачи подводимой энергии компрессору
2. КОМПРЕССОРЫ ОБЪЕМНОГО ДЕЙСТВИЯ	2. КОМПРЕССОРЫ ОБЪЕМНОГО ДЕЙСТВИЯ
39. Компрессор объемного действия D. Verdrängerverdichter E. Displacement compressor	Компрессор, в котором рабочий процесс осуществляется в результате циклического изменения объемов рабочих камер
40. Поршневой компрессор D. Hubkolbenverdichter E. Reciprocating compressor	Компрессор объемного действия, в котором изменение объемов рабочих камер осуществляется поршнями, совершающими прямолинейное возвратно-поступательное движение
41. Аксиально-поршневой компрессор E. Axial-piston compressor	Поршневой компрессор с механизмом движения, у которого ось вращения вала параллельна осям рабочих цилиндров или составляет с ними угол не более 45°

Термин	Определение
42. Свободнопоршневой компрессор D. Freikolbenmaschine E. Free piston compressor	Поршневой компрессор, у которого передача движения от привода к поршням осуществляется непосредственно без применения кривошипно-шатунного механизма
43. Свободнопоршневой дизель-компрессор D. Freikolbenverdichter E. Free piston diesel-engine compressor	Свободнопоршневой компрессор, конструктивно объединенный с приводом свободнопоршневым двигателем внутреннего сгорания
44. Свободнопоршневой электрокомпрессор	Свободнопоршневой компрессор с электромагнитным приводом поршней
45. Компрессор с жидкостным поршнем	Специальный поршневой компрессор, в котором роль поршня выполняет жидкость
46. Мембранный компрессор D. Mymbranverdichter E. Diaphragm compressor	Компрессор объемного действия, в котором изменение объемов рабочих камер осуществляется циклически колеблющимися мембранами
47. Поршнемембранный компрессор E. Reciprocating-diaphragm compressor	Комбинированный компрессор, одна часть ступеней которого поршневого, а другая – мембранного типа
48. Мотокомпрессор E. Engine compressor	Поршневой или мембранный компрессор с кривошипно-шатунным механизмом движения и приводной двигатель внутреннего сгорания
49. Роторный компрессор Ндп. <i>Ротационный компрессор</i> D. Drehkolbenverdichter	Компрессор объемного действия, в котором рабочие камеры образуются расточкой корпуса и размещенным в ней ротором

Термин	Определение
50. Однороторный компрессор E. One-rotor compressor	Роторный компрессор, имеющий один ротор
51. Многороторный компрессор	Роторный компрессор, имеющий два или более роторов. Примечание. По числу роторов, различают двухроторные, трехроторные и т.д. компрессоры
52. Однокорпусный роторный компрессор Ндп. <i>Одноцилиндровый компрессор</i>	Роторный компрессор, выполненный в одном корпусе
53. Многокорпусный роторный компрессор Ндп. <i>Многоцилиндровый компрессор</i>	Роторный компрессор, выполненный в двух или более самостоятельных корпусах. Примечание. По числу корпусов различают двухкорпусные, трехкорпусные и т.д. компрессоры
54. Пластинчатый компрессор D. Zellenverdichter E Rotary vane compressor	Роторный компрессор, в цилиндрической расточке корпуса которого вращается эксцентрично установленный ротор, представляющий собой вал с установленными на нем продольными подвижными в радиальном направлении или гибкими в окружном направлении пластинами
55. Жидкостно-кольцевой компрессор D. Flüssigkeitsringverdichter E. Liquid ring compressor	Роторный компрессор, в цилиндрической расточке корпуса которого вращается эксцентрично установленный ротор, представляющий собой вал с неподвижно закрепленными на нем радиальными или загнутыми вперед лопатками

Термин	Определение
56. Водокольцевой компрессор D. Wasserringverdichter E. Water-ring compressor	Жидкостнокольцевой компрессор, в котором для жидкостного кольца используется вода
57. Компрессор с катящимся ротором D. Rollkolbenverdichter E. Rolling piston compressor	Роторный компрессор с двумя рабочими камерами, образуемыми цилиндрической расточкой корпуса, разделительной пластиной и эксцентрично расположенным по отношению к корпусу ротором, обкатывающим внутреннюю поверхность корпуса так, что ось ротора обегает вокруг оси цилиндрической расточки корпуса
58. Роторно-поршневой компрессор E. Rotary-piston compressor	Роторный компрессор, в котором расточка корпуса и ротор имеют специальные профили и ось вращения ротора обегает вокруг осп цилиндрической расточки корпуса
59. Винтовой компрессор D. Schraubenverdichter E. Rotary screw compressor	Роторный компрессор, в котором рабочая камера образуется корпусом и винтообразными роторами, имеющими различные профили зубьев
60. Шестеренчатый компрессор Ндп. <i>Воздуходувка</i> D. Zahnradkompressor	Роторный компрессор с двумя роторами, имеющими зубчатые сопряженные профили
61. Трохоидный компрессор	Роторный компрессор, в котором профилирование рабочих поверхностей корпуса и ротора осуществляется таким образом, что теоретический профиль одной из них – исходный – выполняется по какой-либо из трохойд

Термин	Определение
62. Жидкостнозаполненный компрессор	Компрессор объемного действия с впрыском в рабочие полости жидкости с целью уплотнения зазоров и уменьшения работы сжатия
63. Маслозаполненный компрессор E. Oil flooded compressor	Жидкостнозаполненный компрессор, в котором в качестве впрыскиваемой жидкости используется масло
64. Горизонтальный компрессор D. Verdichter, Lage der Zylinder liegend E. Horizontal compressor	Компрессор с горизонтальным расположением осей цилиндров (мембранных блоков, роторов в роторном или турбокомпрессоре)
65. Вертикальный компрессор D. Verdichter, Lage der Zylinder stehend E. Vertical compressor	Компрессор с вертикальным расположением осей цилиндров (мембранных блоков, роторов в роторном или турбокомпрессоре)
66. Оппозитный компрессор D. Hubkolbenverdichter, Lage der Zylinder einander waagrecht gegenuberliegend (Boxerbauart)	Поршневой компрессор, оси цилиндров которого расположены в двух противоположных от коленчатого вала направлениях и лежат в горизонтальной плоскости
67. V-образный компрессор D. Hubkolbenverdichter, Lage der Zylinder V-Form E. V-type compressor	Поршневой компрессор, оси цилиндров которого в плоскостях, перпендикулярных к оси коленчатого вала, расположены в двух направлениях, составляющих одинаковые, меньшие 90°
68. Прямоугольный компрессор D. Hubkolbenverdichter oder Membranverdichter, Lage der Zylinder oder Membran rechtwinklig zueinander (Winkelbauart) E. L-type compressor	Поршневой или мембранный компрессор, оси цилиндров или мембранных блоков которых в плоскостях, перпендикулярных к оси коленчатого вала, расположены в двух направлениях, одно из которых совпадает с вертикальной плоскостью, а другое – с горизонтальной

Термин	Определение
<p>69. Ш-образный компрессор</p> <p>D. Hubkolbenverdichter, Lage der Zylinder W-Form</p> <p>E. W-type compressor</p>	<p>Поршневой компрессор, оси цилиндров которого в плоскостях, перпендикулярных к оси коленчатого вала, расположены в трех направлениях, одно из которых совпадает с вертикальной плоскостью, а два другие образуют одинаковые углы с вертикальной плоскостью меньше 90°</p>
<p>70. Звездообразный компрессор</p> <p>D. Hubkolbenverdichter, Lage der Zylinder Stern-Form</p> <p>E. Star-delta compressor</p>	<p>Поршневой компрессор, оси цилиндра которого в плоскостях, перпендикулярных к оси коленчатого вала, расположены звездообразно в четырех и более направлениях</p>
<p>71. Механизм движения поршневого (мембранного) компрессора</p> <p>Механизм движения</p> <p>D. Kurbelgetriebe</p> <p>E. Running gear</p>	<p>Совокупность элементов поршневого (мембранного) компрессора, предназначенная для преобразования и передачи движения от привода к поршням (мембранам)</p>
<p>72. База поршневого (мембранного) компрессора</p> <p>База компрессора</p>	<p>Совокупность сборочных единиц, объединяющая кривошипно-шатунные механизмы и включающая станину с коренными подшипниками и направляющими кресткопфов, коленчатый вал, шатуны, кресткопфы, элементы системы смазки кривошипно-шатунных механизмов, предназначенная для использования в различных компрессорах</p>

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Бумагин Г.И. Криогенные машины: Учеб. пособие. – Омск: Изд-во ОмГТУ, 2007. – 216 с.

Михайлов А.К., Ворошилов В.П. Компрессорные машины: Учеб. пособие. – М.: Энергоатомиздат, 1989. – 288 с.

Новотельнов В. Н. Криогенные машины: Учеб. пособие. – СПб.: Политехника. – 1991.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	3
УСТРОЙСТВО И ПРИЦИП ДЕЙСТВИЯ МЕМБРАННОГО КОМПРЕССОРА	5
УСТРОЙСТВО И ПРИНЦИП ДЕЙСТВИЯ КОМПРЕССОРА С КАЧАЮЩЕЙСЯ ШАЙБОЙ.....	10
КОМПРЕССОРЫ С КРИВОШИПНО-ШАТУННЫМ МЕХАНИЗМОМ ДВИЖЕНИЯ.....	12
КУЛАЧКОВЫЙ МЕХАНИЗМ ДВИЖЕНИЯ ПОРШНЕВОГО ДЕТАНДЕРА.....	17
РОМБИЧЕСКИЙ МЕХАНИЗМ ДВИЖЕНИЯ	20
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	23
Приложение. КОМПРЕССОРЫ. ТЕРМИНЫ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ ГОСТ 28567–90.....	25
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.....	37



В 2009 году Университет стал победителем многоэтапного конкурса, в результате которого определены 12 ведущих университетов России, которым присвоена категория «Национальный исследовательский университет». Министерством образования и науки Российской Федерации была утверждена программа его развития на 2009–2018 годы. В 2011 году Университет получил наименование «Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики».

ИНСТИТУТ ХОЛОДА И БИОТЕХНОЛОГИЙ



Институт холода и биотехнологий является преемником Санкт-Петербургского государственного университета низкотемпературных и пищевых технологий (СПбГУНиПТ), который в ходе реорганизации (приказ Министерства образования и науки Российской Федерации № 2209 от 17 августа 2011г.) в январе 2012 года был присоединен к Санкт-Петербургскому национальному исследовательскому университету информационных технологий, механики и оптики.

Созданный 31 мая 1931года институт стал крупнейшим образовательным и научным центром, одним из ведущих вузов страны в области холодильной, криогенной техники, технологий и в экономике пищевых производств.

В институте обучается более 6500 студентов и аспирантов. Коллектив преподавателей и сотрудников составляет около 900 человек, из них 82 доктора наук, профессора; реализуется более 40 образовательных программ.

Действуют 6 факультетов:

- холодильной техники;
- пищевой инженерии и автоматизации;
- пищевых технологий;
- криогенной техники и кондиционирования;
- экономики и экологического менеджмента;
- заочного обучения.

За годы существования вуза сформировались известные во всем мире научные и педагогические школы. В настоящее время фундаментальные и прикладные исследования проводятся по 20 основным научным направлениям: научные основы холодильных машин и термотрансформаторов; повышение эффективности холодильных установок; газодинамика и компрессоростроение; совершенствование процессов, машин и аппаратов криогенной техники; теплофизика; теплофизическое приборостроение; машины, аппараты и системы кондиционирования; хладостойкие стали; проблемы прочности при низких температурах; твердотельные преобразователи энергии; холодильная обработка и хранение пищевых продуктов; тепломассоперенос в пищевой промышленности; технология молока и молочных продуктов; физико-химические, биохимические и микробиологические основы переработки пищевого сырья; пищевая технология продуктов из растительного сырья; физико-химическая механика и тепло-и массообмен; методы управления технологическими процессами; техника пищевых производств и торговли; промышленная экология; от экологической теории к практике инновационного управления предприятием.

В институте создан информационно-технологический комплекс, включающий в себя технопарк, инжиниринговый центр, проектно-конструкторское бюро, центр компетенции «Холодильщик», научно-образовательную лабораторию инновационных технологий. На предприятиях холодильной, пищевых отраслей реализовано около тысячи крупных проектов, разработанных учеными и преподавателями института.

Ежегодно проводятся международные научные конференции, семинары, конференции научно-технического творчества молодежи.

Издаются журнал «Вестник Международной академии холода» и электронные научные журналы «Холодильная техника и кондиционирование», «Процессы и аппараты пищевых производств», «Экономика и экологический менеджмент».

В вузе ведется подготовка кадров высшей квалификации в аспирантуре и докторантуре по 11 специальностям.

Действуют два диссертационных совета, которые принимают к защите докторские и кандидатские диссертации.

Вуз является активным участником мирового рынка образовательных и научных услуг.

www.ihbt.edu.ru
www.gunipt.edu.ru

Молодова Юлия Игоревна

**КОМПРЕССОРЫ ОБЪЕМНОГО ДЕЙСТВИЯ
ТИПЫ И МЕХАНИЗМЫ ДВИЖЕНИЯ**

Учебно-методическое пособие

Ответственный редактор
Т.Г. Смирнова

Компьютерная верстка
Д.Е. Мышковский

Дизайн обложки
Н.А. Потехина

*Печатается
в авторской редакции*

Подписано в печать 12.03.2014. Формат 60×84 1/8
Усл. печ. л. 4,88. Печ. л. 5,25. Уч.-изд. л. 4,75
Тираж 30 экз. Заказ № С 18

НИУ ИТМО. 197101, Санкт-Петербург, Кронверкский пр., 49
ИИК ИХиБТ. 191002, Санкт-Петербург, ул. Ломоносова, 9

Санкт-Петербургский национальный исследова-
тельный университет
информационных технологий,
механики и оптики
197101, Санкт-Петербург, Кронверкский пр., 49
Институт холода и биотехнологий
191002, Санкт-Петербург, ул. Ломоносова, 9

