KVIHT.RU
+7 (812) 715-41-64

@KVIHT

Винтовые компрессоры – курс лекций

Лекция: Уплотнения в винтовых компрессорах. Торцевые уплотнения. Принципиальные схемы уплотнений

Лектор: Юрий Владимирович Кожухов, доцент, к.т.н.

www.kviht.ru

Торцевое уплотнение работает по тому же принципу, что и поршневые уплотнительные кольца – т.е. за счёт перепада давления. Статичная часть уплотнения покоится относительно вала и крепится к крышке ведущего ротора. Динамическая часть уплотнения вращается вместе с ведущим ротором. Зазоры между отверстием крышки и корпусом, между валом и динамической частью уплотняются при помощи кольцевых прокладок (уплотнительных колец).

Пружины необходимы для обеспечения предварительного контакта между трущимися кольцами в начальный момент времени и при простое, при отсутствии перепада давления, которое создаёт силу, прижимающую кольца друг к другу. Перепад давления создаётся подачей масла из сепаратора под давлением нагнетания. Масло препятствует прохождению газа через уплотнение из полости всасывания в атмосферу. Единственным местом для прохода масла является поверхность контакта двух трущихся колец. Для нормального режима этого уплотнения допускается утечка масла в размере нескольких капель в минуту.

Основные типы торцевых уплотнений

- Одинарное торцевое уплотнение
- Двойное торцевое уплотнение
- Уплотнение картриджного типа

1. Одинарное торцевое уплотнение.

Одинарное торцевое уплотнение применяется в оборудовании, работающем в химически нейтральных и нетоксичные газах, при температуре рабочей среды до 200°С и давлении до 20МПа. Могут быть внешними (для абразивных сред) и внутренними (для сред обладающих смазывающими свойствами). Также могут комплектоваться дополнительными охлаждающими устройствами для повышения эффективности.

2. Двойное торцевое уплотнение

Двойное торцовое уплотнение применяется в оборудовании, работающем при работе с нефтепродуктами, сжиженных газов, сред содержащих абразивные включения, а также содержащих вредные и токсичные вещества, при температуре рабочей среды до 400°С и давлении до 30 МПа.

Конструктивно разделяются на:

1. «спина-к-спине» («back-to-back»)
2. «лицом-к-лицу»(«face-to-face»)
3. тандем

3. Уплотнение картриджного (патронного) типа

Один из наиболее востребованных типов торцевых уплотнений. Обе части уплотнения выполняются в виде единого узла (модуля) .

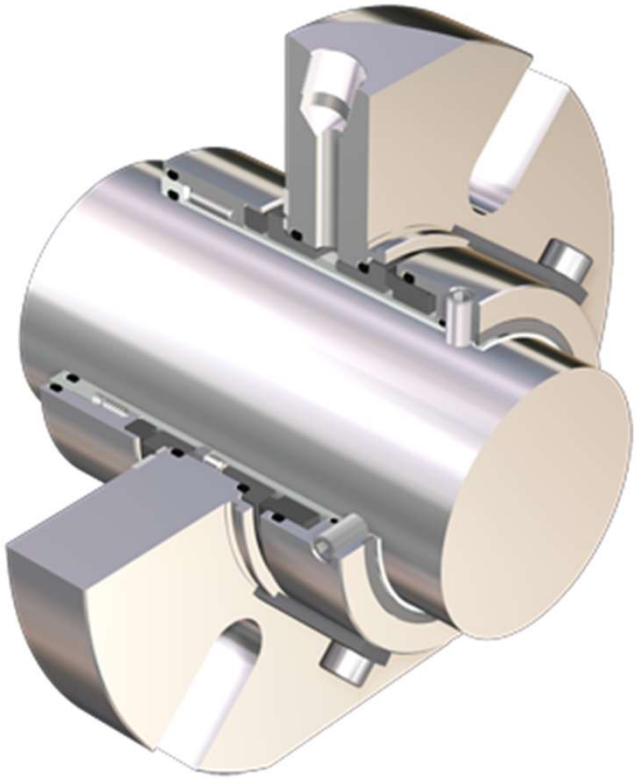
Выпускаются для конкретных условий эксплуатации и типов оборудования. Помимо одного или нескольких контуров уплотнения могут иметь в своём составе дополнительные устройства обогрева, охлаждения, смазки, создания противодавления, промывные устройства, различные датчики и пр. В зависимости от конструкции и применяемых материалов, серийные торцевые уплотнения катриджного типа могут быть использованы при температурах эксплуатации до 650 °С и давлении до 80 МПа.

@KVIHT

WWW.KVIHT.RU

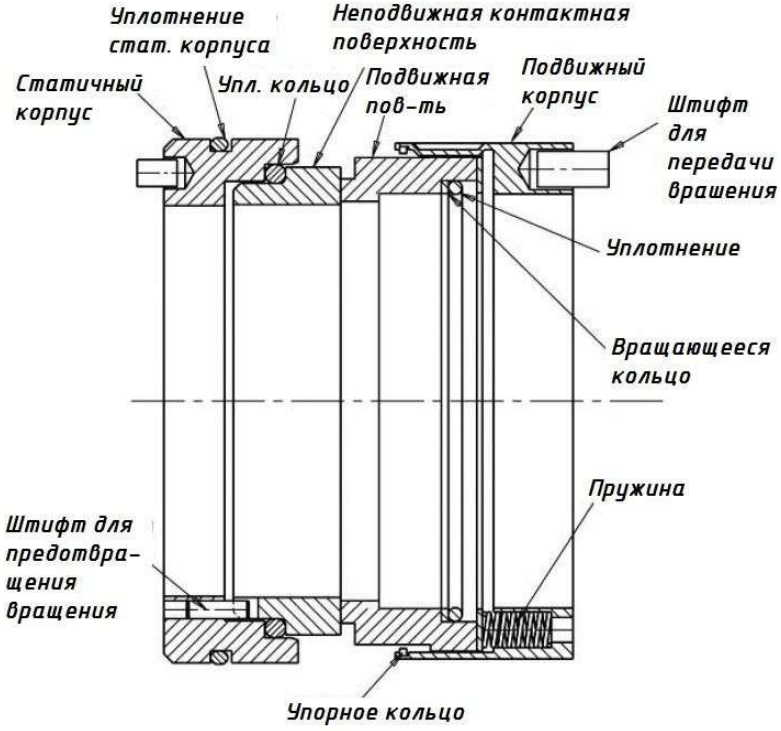
+7 (812) 715-41-64

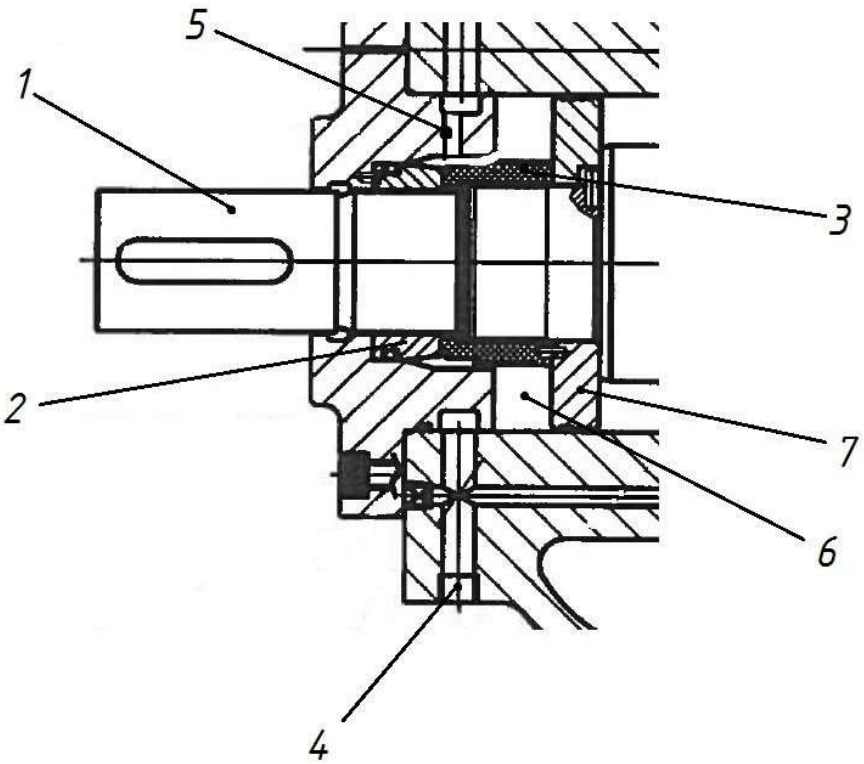
Научно-инжиниринговая группа
«Компрессорная, вакуумная, холодильная
техника и системы транспорта и переработки газа»



Уплотнение картриджного типа

Газовое уплотнение трения. 1 – уплотняющие трущиеся кольца из карбида силикона. 2 - Корпус из нержавеющей стали. 3 – Пружины для создания преднатяжения.





Газовое уплотнение трения. А – Строение торцевого уплотнения, Б - Торцевое уплотнение на валу: 1 – ведущий ротор, 2 – статическая часть уплотнения, 3 – вращающаяся часть уплотнения, 4 – подвод масла для балансировочного поршня и на смазку подшипников, 5 – подвод масла к полости балансировочного поршня, 6 – полость балансировочного поршня, 7 – балансировочный поршень с лабиринтным уплотнением на внешнем диаметре.

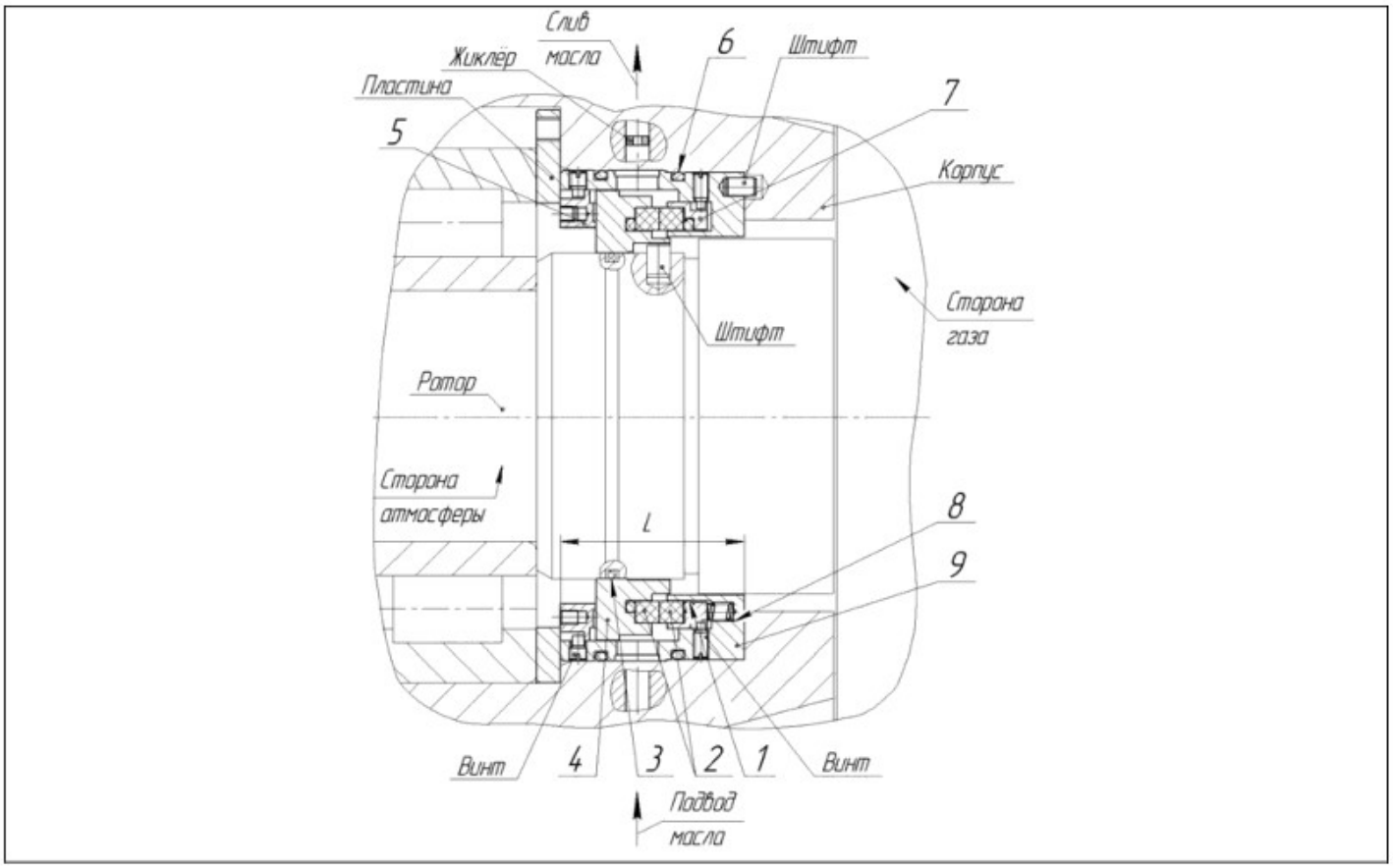


Рис. 3 - Уплотнение пакетного типа для винтового компрессора: 1,3,6 - кольцо резиновое; 2 - кольцо уплотнительное (пара трения); 4 - втулка; 5 - подпятник; 7 - кольцо нажимное; 8 - пружина; 9 - корпус

Торцовые уплотнения для винтовых компрессоров (см.рис.3) успешно применены более чем в десяти установках, эксплуатируемых на нефтяных и газовых месторождениях Западной Сибири и Татарстана.

Для винтовых и центробежных компрессоров создан типоразмерный ряд концевых уплотнений (табл.1). Определяющими размерами в ряду являются: диаметр вала под уплотнением и размеры пар трения. С целью уменьшения номенклатуры покупных пар трения, резиновых уплотнительных колец и изготавливаемых деталей уплотнений проведена их максимальная унификация. Так, для 6 и 7 баз винтовых газовых компрессоров используются одни и те же уплотнения.

На основе типоразмерного ряда, по результатам стендовых, приемосдаточных заводских испытаний, а также испытаний на месте эксплуатации компрессоров создается новая редакция стандарта предприятия на торцовые уплотнения пакетного типа

В компрессорах углеводородного газа для предотвращения перетечек сжатого газа по поверхностям роторов в полости низкого давления, а также для исключения контакта сжимаемого газа с маслом, идущим на смазку подшипников на шейках роторов, установлены двухсторонние торцовые уплотнения пакетного типа. Рабочими элементами уплотнений являются плавающие (самоустанавливающиеся) графитовые кольца.

Уплотнение (рис. 4) состоит из двух пар графитовых колец 4,7,14,17, размещенных во внутренней полости, образованной корпусом 8 , а также втулкой 9. От проворота графитовые кольца фиксируются штифтами 10. Графитовые кольца 4 и 7 с помощью пружин 12 и 20 и давлением масла поджимаются через промежуточные кольца 12, 19 к графитовым кольцам 14, 17, образуя, таким образом, две пары трения.

Графитовые кольца установлены свободно и опираются торцами на уплотнительные кольца 3, 13, 15, 16. Это обеспечивает самоустановку пар трения, что ведет к наилучшему прилеганию рабочих торцовых поверхностей графитовых колец друг к другу и, следовательно, к уменьшению утечки масла.

Уплотнение постоянно заполнено маслом, как во время работы, так и при стоянке.

Расход масла через уплотнение определяется диаметром отверстия жиклера 6, установленного в корпусе компрессора.

Созданные торцовые уплотнения пакетного типа просты по конструкции, удобны при монтаже в компрессорах и надежны в эксплуатации.

Г. С. Баткис, Н. М. Лившиц, В. К. Хайсанов,
В. А. Максимов

ТОРЦОВЫЕ УПЛОТНЕНИЯ НОВОГО ПОКОЛЕНИЯ ДЛЯ ЦЕНТРОБЕЖНЫХ И ВИНТОВЫХ КОМПРЕССОРОВ

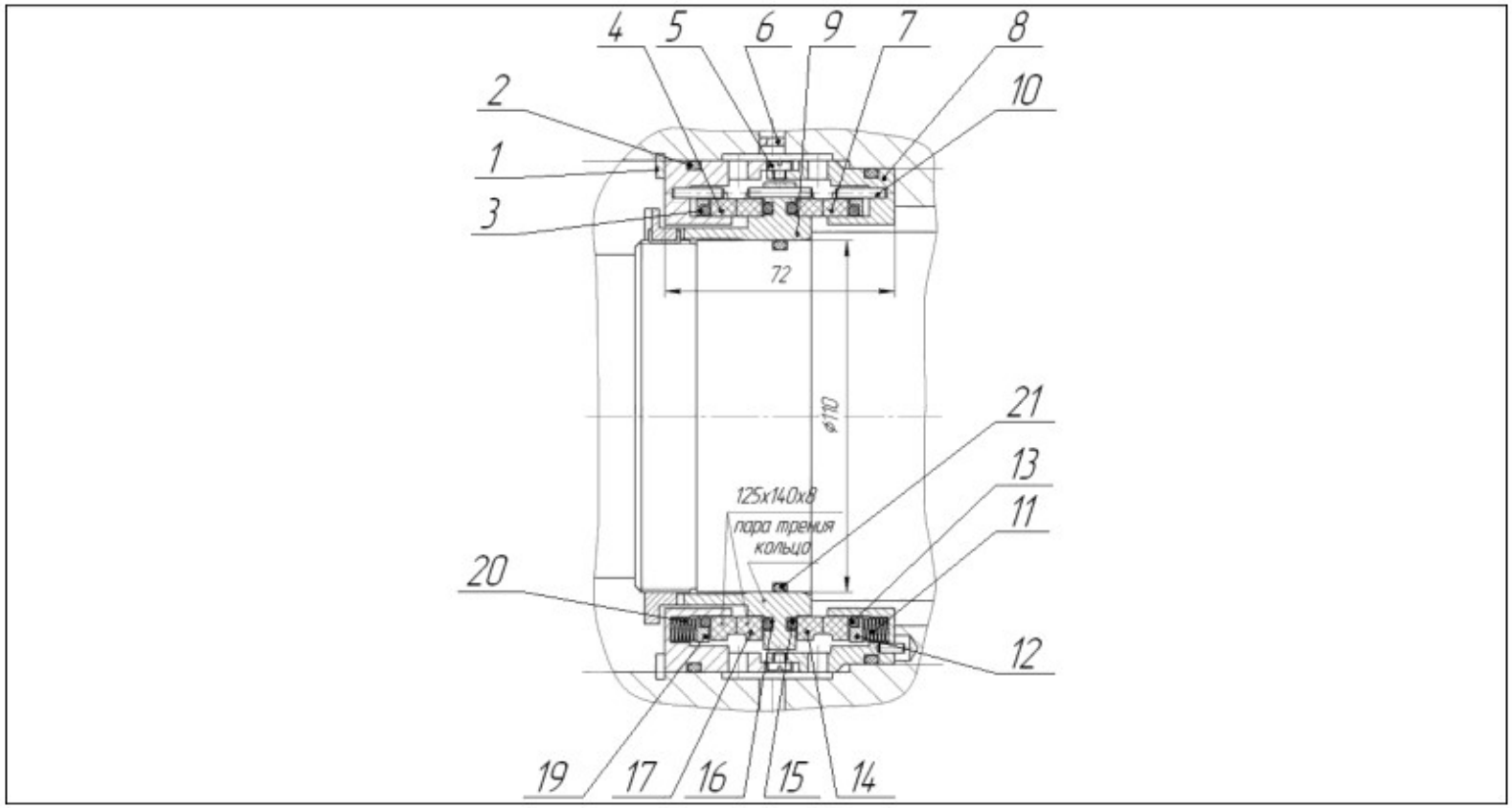
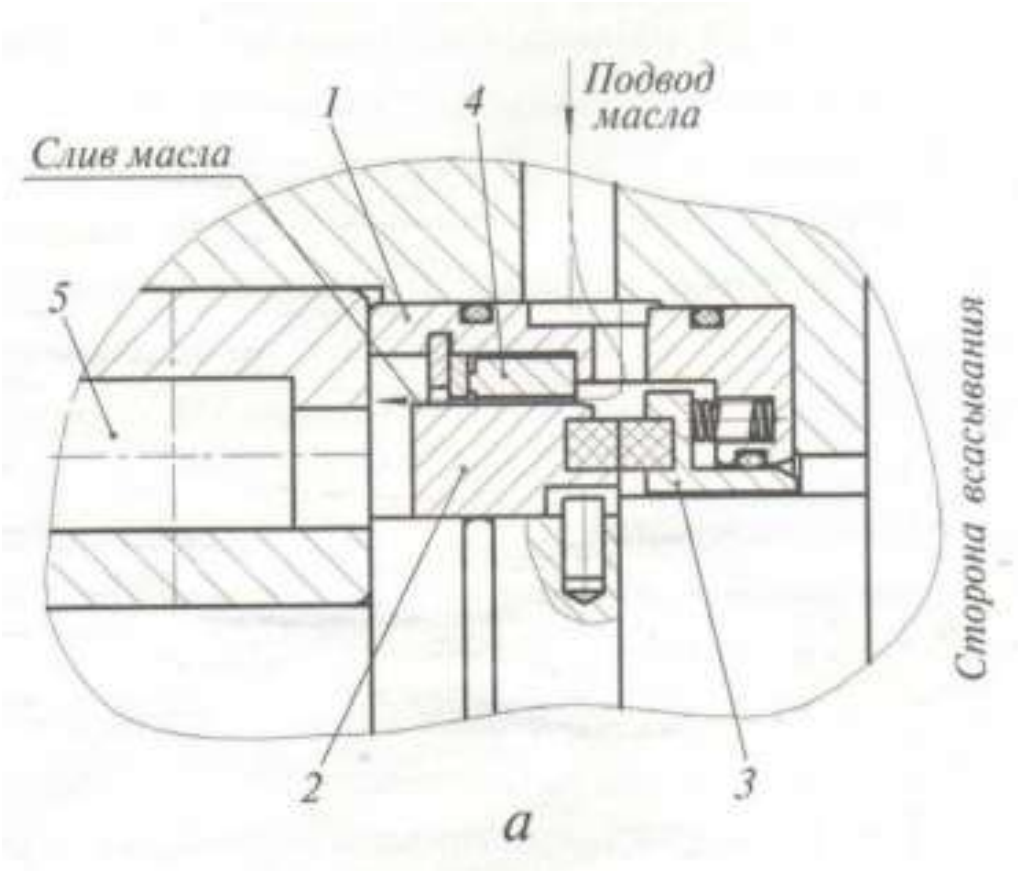


Рис. 4 - Двухстороннее торцовое уплотнение пакетного типа: 1 - кольцо стопорное; 2,3,13,15,16,21 - кольцо уплотнительное; 4,7,14,17 - кольцо графитовое; 5 - винт; 6 - жиклер; 8 - корпус; 9 - втулка; 10 - штифт; 11,20 - пружина; 12,19 - кольцо

Таблица 1 - Типоразмерный ряд торцовых уплотнений с гидрозатвором для центробежных и винтовых компрессоров

Компрессорные машины	Тип компрессоров	Базы компрессоров	Тип уплотнений по СТП 0502-238-84	Диаметр вала под подшипником d, мм	Диаметр вала под уплотнением d, мм	Длина уплотнения L, мм	Обороты ротора n, об/мин	Размеры пар трения D_1xdxh, мм	Внедрение
Винтовые	Газовый маслозаполненный	5		70	90,5	62	2000/3000	120×105×8	5ГВ-8/9М1УХЛ4 5ГВ-12/10М1УХЛ4
		6		85	110			140×125×8	
		7							ТАКАТ-50.07М3У1
	Газовый сухого сжатия	6		90	105	62	7150	140×125×8	6ГВ-55/2,5-11С УХЛ4 6ГВ-55/3,5-15С УХЛ4
Центробежные	Газовый		Вместо типа УТ-122	101,6	110	135	6572		5ГЦ1-401/12
			УТ-84	65	74				
			УТ-94	75	82				
			УТ-112	90	100				
			УТ-137	114	125				



Торцевое уплотнение состоит из корпуса 1, вращающегося уплотнительного кольца 2, не вращающегося уплотнительного кольца 3, которое пружиной поджимается к кольцу 2, и втулки 4, расположенной со стороны подшипников 5.

Конструктивная схема торцевого уплотнения на стороне всасывания

Принцип работы торцевых уплотнений основан на перепадах давления.

Статичная часть покоится относительно вала и крепится к крышке ведущего ротора. Динамическая часть- вращается вместе с ведущим ротором. Перепад давления создается подачей масла из сепаратора под давлением нагнетания.

Масло препятствует прохождению газа через уплотнение из полости всасывания в атмосферу.

Единственным местом, где газ может пройти является поверхность контакта 2-х трущихся колец.

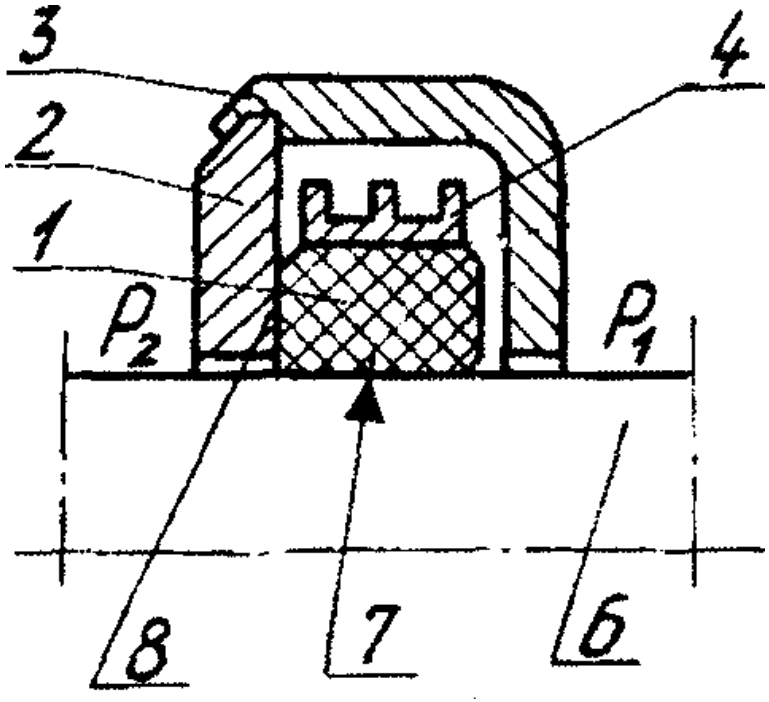
Особенностью конструкции торцевого уплотнения является то, что герметичность достигается за счет плотного прижатия двух деталей (вращающейся и неподвижной) по торцевым плоскостям. Пара трения, выполняющая роль основного уплотнительного элемента, изготавливается из специальных материалов и с высоким качеством обработки поверхностей трения для обеспечения максимальной герметичности.

Для изготовления пар трения используют различные марки стали, чугуна, углеродных (углеграфитовых) материалов, твёрдых сплавов (карбид вольфрама), а также полимеры и керамику. Выбор пары трения зависит от конкретных условий эксплуатации.

Уплотнения сухих ВК

В ВКС уплотнения устанавливаются на всех валах, чтобы отделить рабочие полости всасывания, сжатия и нагнетания компрессора от камер подшипников и синхронизирующих шестерен, и, в газовых компрессорах, на выходном конце вала. Для уплотнения рабочих полостей используются сухие уплотнения с плавающими кольцами и торцовые уплотнения; для уплотнения выходного вала компрессора - торцовые уплотнения.

Элемент сухого уплотнения с плавающими кольцами

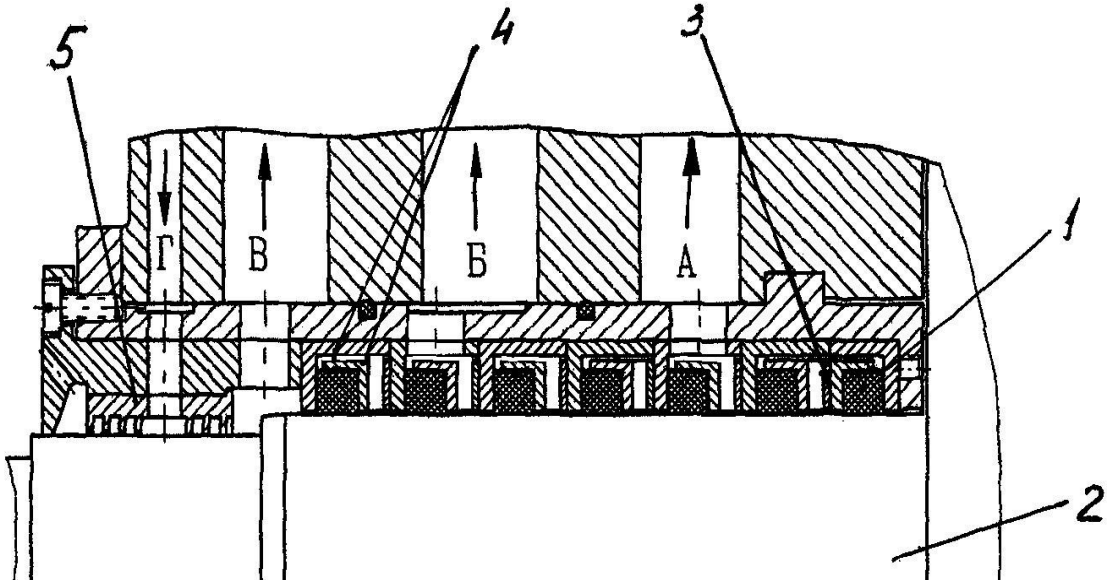


Элемент уплотнения с плавающими кольцами

1-уплотнительное кольцо, 2-неподвижное уплотнительное кольцо, 3-корпус, 4-бандажное кольцо, 6-вал, 7-цилиндрическая поверхность уплотнения, 8-торцовая поверхность уплотнения.

Уплотнительное кольцо 1, выполненное из антифрикционного материала (чаще всего из тефлона, т.к. этот материал нейтрален по отношению к большинству веществ), без зазора одевается на выходной вал 6 компрессора. На кольцо, также без зазора, надевается бандажное кольцо 4, выполненное из того же материала, что и вал. Уплотнительное и бандажное кольца размещаются в корпусе 3, который закрывается неподвижным уплотнительным кольцом 2 с помощью защёлки. Газ, который уплотняется, имеет давление p_1, которое выше давления p_2. При первых оборотах вала 6 уплотнительное кольцо 1 износится, и между цилиндрической поверхностью 7 уплотнительного кольца 1 и валом 6 установится минимально возможный зазор. При работе давление p_1 прижмёт уплотнительное кольцо 1 к неподвижному уплотнительному кольцу 2 и образуется уплотнение трения. Так как при работе компрессора его детали нагреваются, то при отсутствии бандажного кольца между ним и валом образовывался большой зазор, так как материал уплотнительного кольца 1 имеет более высокий коэффициент линейного расширения, чем материал вала 6. Однако бандажное кольцо не позволяет уплотнительному кольцу расширится и между ним и валом сохраняется при работе минимально возможный зазор. Таким образом, через рассмотренный элемент уплотнения будет протекать минимальное количество газа.

В воздушных компрессорах – камеры А, Б и Г закрыты, камера В открыта в атмосферу и через неё в атмосферу выходит протекший воздух.



Уплотнение вала с плавающими кольцами:
1-плавающее кольцо, 2-вал, 3-дистанционное кольцо, 4-бандажное кольцо,5-лабиринтное уплотнение (за ним располагается подшипниковый узел).

В газовых компрессорах - если сжимаемый газ должен быть абсолютно чистым, камера *А* подсоединяется к всасывающему патрубку компрессора, утечки газа в камеру *Б* отсасываются (вентилятором или эжектором) на факел. Из камеры Б на факел подаётся газ, протекший из компрессора, и запорный газ, протекший через лабиринтное уплотнение и элементы уплотнений с плавающими кольцами, расположенные между камерами Б и В. Через камеру *В* в атмосферу выбрасывается только запорный газ.

Если попадание небольшого количества запорного газа в сжимаемый газ допустимо: камера *А* подсоединяется к всасывающему патрубку, в камеру *Б* подводится запорный газ ($p_Б \rangle p_A$), камера *В* открыта в атмосферу.

Спасибо за внимание