

Конструкции гидродинамических торцовых уплотнений «пакетного» типа для винтовых и центробежных компрессоров ЗАО «НИИтурбокомпрессор им. В.Б. Шнеппа»

Г.С. Баткис, Е.В. Демидович, Н.М. Лившиц, А.Ф. Дмитриев, В.К. Хайсанов

(ЗАО «НИИтурбокомпрессор им. В.Б. Шнеппа»)

Показаны конструкции и описаны особенности новых торцовых уплотнений, разработанных в казанском ЗАО «НИИтурбокомпрессор им. В.Б. Шнеппа». Проанализированы недостатки и преимущества данных уплотнений. Эффективность уплотнений подтверждается успешной работой в эксплуатационных условиях.

Ключевые слова: винтовые компрессоры, центробежные компрессоры, торцовые уплотнения.

Design of hydrodynamic package-type end seals for screw and centrifugal compressors at «NIIturbocompressor named after V.B. Shneppe» CJSC

G.S. Batkis, Ye.V. Demidovich, N.M. Livshits, A.F. Dmitriev, V.K. Haysanov

There are designs and peculiarities of new end seals, developed in CJSC «NIIturbocompressor named after V.B. Shneppe», Kazan', described in the Article. There is also analysis of advantages and disadvantages of seals of above type. Seals efficiency was proved by successful operation in operating conditions.

Key words: screw compressors, centrifugal compressors, end seals

В настоящее время в ЗАО «НИИтурбокомпрессор им. В.Б. Шнеппа» активно ведутся работы по созданию торцовых гидродинамических уплотнений «пакетного» типа с применением современных материалов пар трения, резиновых колец и точечных пружин, изготовленных по современным технологиям, взамен уплотнений, применяемых по СТП 0502-238-84 «Уплотнения торцовые. Типы, основные параметры и размеры». Изготавливаемые по указанному СТП уплотнения (рис. 1, 2) имеют ряд конструктивных недостатков, их изготовление осуществляли по устаревшим технологиям – пары трения 3, 4 крепили к упорному кольцу 1 и втулке 5 с помощью припоя или клея. В результате такого крепления припаянные пары трения в процессе эксплуатации растрескивались, а приклеенные – отклеивались, что приводило к разгерметизации уплотнений. Пары трения изготавливали из графита ГАКК 55/40, приобретаемого в виде заготовок. В усло-

виях ОАО «Казанькомпрессормаш» из-за отсутствия специального оборудования не удавалось добиться требуемой чистоты и плоскости рабочих поверхностей.

Сборку уплотнений по СТП 0502-238-84 осуществляли поэлементно, что не гарантировало качества сборки из-за малости размеров мест под уплотнения и их труднодоступности, особенно на винтовых компрессорах. Эти недостатки связаны с отсутствием в 80-е гг. необходимых материалов и современных технологий изготовления.

Опыт ведущих отечественных и иностранных фирм, проведенные в ЗАО «НИИтурбокомпрессор им. В.Б. Шнеппа» исследования новых материалов и внедрение современных технологий позволили создать новые конструкции торцовых уплотнений «пакетного» типа (рис. 3, 4) для центробежных и винтовых компрессоров. Такие уплотнения собирают отдельно от корпуса компрессора в виде «картриджа» и в собранном виде

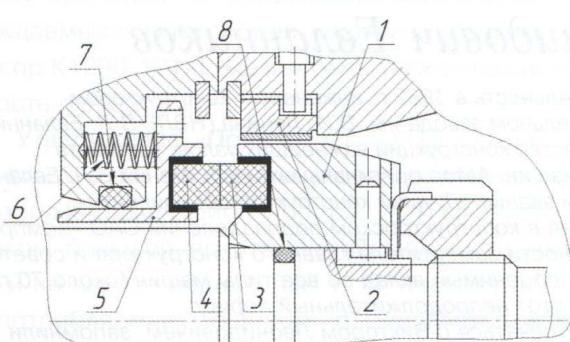


Рис. 1. Торцовое уплотнение для центробежных компрессоров по СТП 0502-238-84:

1 – кольцо упорное; 2 – кольцо расходное;
3, 4 – кольцо графитовое (пара трения); 5 – втулка;
6 – пружина; 7, 8 – резиновое кольцо

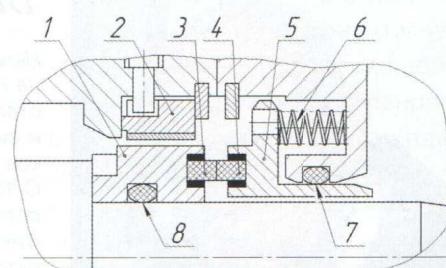


Рис. 2. Торцовое уплотнение для винтовых компрессоров по СТП 0502-238-84:

1 – кольцо упорное; 2 – кольцо расходное;
3, 4 – кольцо графитовое (пара трения); 5 – втулка;
6 – пружина; 7, 8 – резиновое кольцо



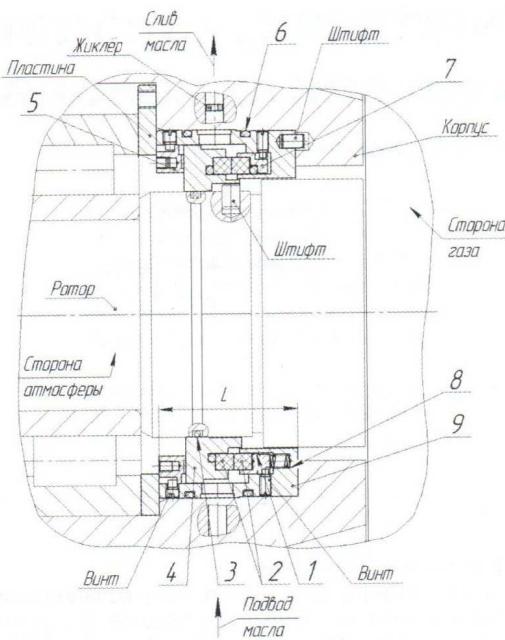


Рис. 3. Уплотнение «пакетного» типа для винтового компрессора:

1, 3, 6 – кольцо резиновое; 2 – кольцо уплотнительное (пара трения); 4 – втулка; 5 – подпятник; 7 – кольцо нажимное; 8 – пружина; 9 – корпус

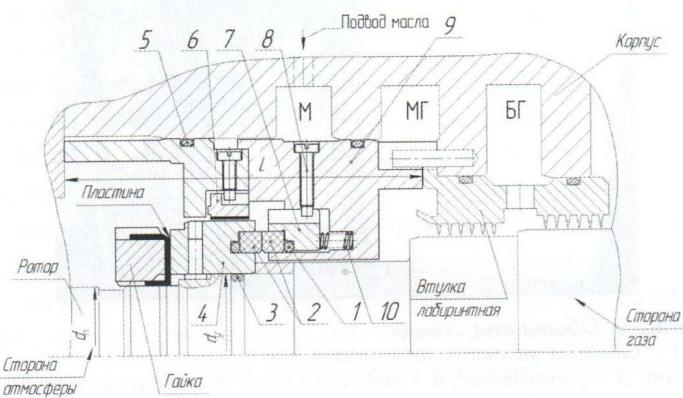


Рис. 4. Современное концевое уплотнение центробежного компрессора:

М – камера масла; МГ – камера масло–газ; БГ – камера буферного газа; 1, 3, 5 – кольцо резиновое; 2 – кольцо уплотнительное (пара трения); 4 – втулка; 6 – кольцо расходное; 7 – кольцо нажимное; 8 – винт; 9 – корпус; 10 – пружина

устанавливают в корпус компрессора. Кроме удобства в монтаже, уплотнения «пакетного» типа можно испытать вне компрессора на стенде, что особенно важно при поставке запасных частей.

Пары трения 2 в этих конструкциях упираются на резиновые уплотнительные кольца 1, что обеспечивает их герметизацию с тыльной стороны. Кольца пар трения, изготовленные из карбидокремниевой смеси, имеют в 1,5 раза (до 90 HRC) большую твердость, чем ранее применявшаяся графит ГАКК 55/40. Их поставляет специализированная организация в готовом виде. За счет высокой точности изготовления рабочих поверхностей уплотнения обеспечивают надежную герметизацию торцевого зазора.

В уплотнениях используют резиновые уплотнительные кольца из смеси на основе фторкаучука, химически стойкой к перекачиваемым компрессорами газам и к высоким температурам. Кольца изготавливают с высокой точностью.

Пары трения в этой конструкции (см. рис. 3) свободно посажены во втулку 4 и кольцо нажимное 7; от проворота они зафиксированы штифтами (на рис. не показаны). Втулка 4 не имеет жесткой фиксации на валу ротора, а поджимается силами давления масла в корпусе уплотнения к подпятнику 5, который одновременно выполняет функции упорного подшипника и расходного кольца. Расход масла в уплотнении регулируется изменением сечения канавок на рабочей поверхности подпятника.

К недостатку этих конструкций следует отнести то, что отсутствие жесткого крепления втулки 4 на валу ротора приводит в процессе эксплуатации к повышенному торцовому биению рабочей поверхности пар трения и повышенному уносу масла через их стыки. Кроме того, конструкция уплотнения со свободно посаженными парами трения и без жесткой фиксации втулки 4 требует очень высокой точности изготовления элементов уплотнения, а также высокой квалификации при сборке и установке уплотнений в компрессор. Такие конструкции уплотнений нашли широкое применение в винтовых компрессорах ТАКАТ 50.07М3 и ТАКАТ 54.08М1.

Конструкция уплотнения, показанного на рис. 4, с поджатием гайкой вращающейся втулки 4 к торцу ротора нашла применение в центробежном компрессоре 5ГЦ1-401/12 для компримирования хлор-метила и более полутора лет успешно работают в ОАО «Нижнекамскнефтехим». Аналогичные конструкции уплотнения использованы в винтовых компрессорах «сухого» сжатия 6ГВ-55/2,5-11С и 6ГВ-55/3,5-15С, которые успешно работают в ОАО «Новоуфимский НПЗ» более двух лет.

В компрессорах 6ГВ-18/6-19 применена конструкция двойного торцевого уплотнения (рис. 5) со свобод-

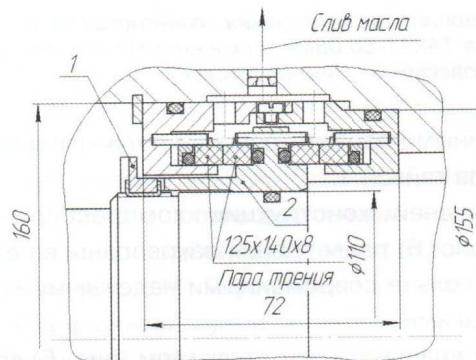


Рис. 5. Двухстороннее уплотнение «пакетного» типа 6 базы компрессора 6ГВ-18/16 со свободно установленными парами трения (ГПП, г. Туймазы, респ. Башкортостан):
1 – гайка; 2 – кольцо

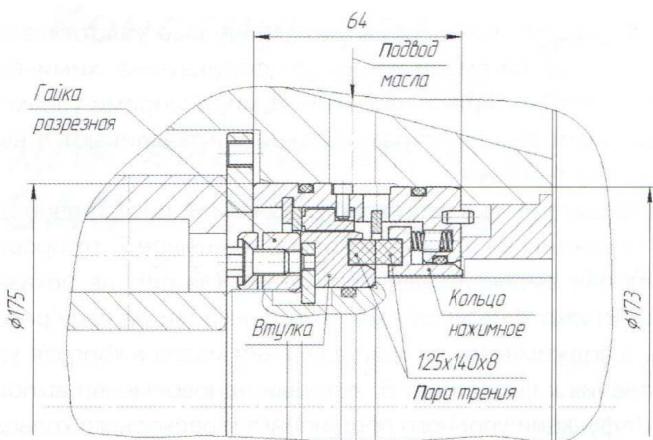


Рис. 6. Уплотнение «пакетного» типа 7 базы компрессора TAKAT 50.08 M4 с вклеенными парами трения (УКГ «Самотлорнефтегаз», г. Нижневартовск)

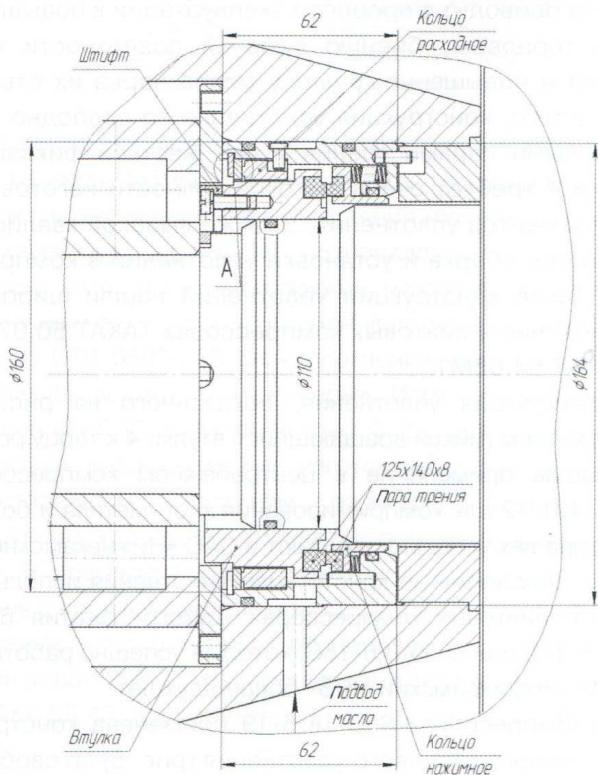


Рис. 7. Модернизация уплотнения «пакетного» типа 7 базы компрессора TAKAT-50.08M4 с вклеенными парами трения (КС «Хохряковская», г. Нижневартовск)

но посаженными парами трения, с поджатием кольца 2 к торцу вала гайкой 1.

В последней конструкции компрессора ТАКАТ 50.08М4 (рис. 6) пары трения закреплены во втулке и нажимном кольце современными надежными kleющими материалами.

На валу вращающуюся втулку (см. рис. 6) крепят с помощью разрезной гайки. Указанные компрессоры около полугода успешно работают в УКГ «Самотлорнефтегаз» г. Нижневартовска.

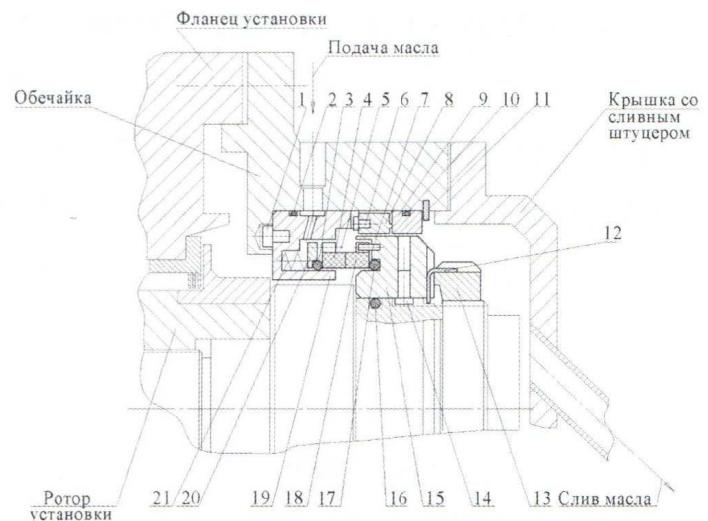


Рис. 8. Уплотнение на стенде:
1, 5, 6, 7, 14 – штифт; 2, 3, 10, 16, 17 – кольцо резиновое;
4, 18 – пара трения; 8 – кольцо расходное; 9 – кольцо стопорное;
12 – шайба; 13 – гайка; 15, 19 – втулка; 20 – кольцо нажимное;
21 – пружина

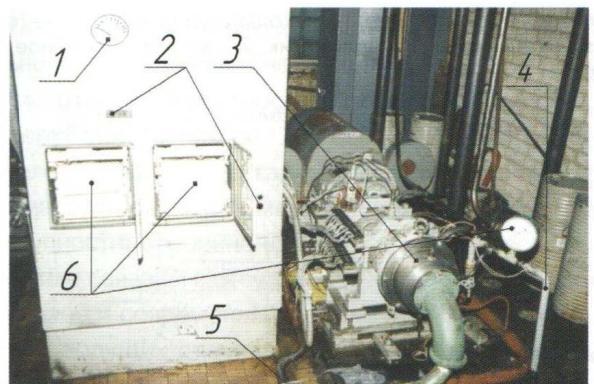


Рис. 9. Общий вид стенда:
1 – система автоматической защиты; 2 – система управления;
3 – уплотнение; 4 – маслосистема; 5 – регулировочная аппаратура;
6 – контрольно-измерительная аппаратура

На действующих компрессорах запланирована установка модернизированной конструкции уплотнений (рис. 7).

В этой конструкции пары трения крепят к втулке и нажимному кольцу kleем. На валу вращающуюся втулку крепят штифтами с помощью трех винтов, равномерно расположенных по окружности. Расход масла через уплотнение регулирует расходное кольцо.

Внедрению уплотнений в компрессорные машины предшествуют испытания на специально изготовленном стенде (рис. 8, 9) в ЗАО «НИИтурбокомпрессор им. В.Б. Шнеппа», а также проверка в составе компрессорных машин на стенах ОАО «Казанькомпрессормаш».

По результатам работ в условиях эксплуатации из описанных конструкций уплотнений будет выбрана предпочтительная для создания новой редакции стандарта предприятия.