

Перевод крупных аммиачных холодильных компрессоров на работу без смазки

Канд. техн. наук **В.П.ЗАХАРЕНКО**
АОЗТ «НПЦ Компрессоры БС»,
г. Санкт-Петербург

В химической промышленности, потребляющей значительное количество холода, широко применяются крупные аммиачные холодильные компрессоры.

В холодильных установках циркулирует не чистый хладагент, а двухкомпонентная смесь хладагента и масла, так как полное отделение масла практически невозможно. Коэффициент теплопроводности масляной пленки невелик, поэтому она оказывает значительное сопротивление тепловому потоку. Кроме того, при дросселировании хладагента часть холода тратится на охлаждение масла, растворенного в нем, что снижает холодопроизводительность установки. Поэтому проблема модернизации крупных холодильных компрессоров путем перевода их на сухой ход особенно актуальна.

С этой целью необходимо было разработать конструкцию поршневых групп бессмазочного исполнения, подобрать наиболее износостойкий в среде аммиака самосмазывающийся материал для поршневых и сальниковых уплотнений, провести испытания и, отработав конструкцию, выработать рекомендации по модернизации компрессоров.

Для перевода на сухой ход был выбран двухрядный оппозитный двухступенчатый компрессор АО-600 со следующими характеристиками: ход поршня 220 мм; частота вращения вала 500 об/мин; средняя скорость поршня 3,67 м/с; мощность привода 320 кВт (см. таблицу).

Испытания проводили при следующих параметрах: давление всасывания 3,0...3,2 ати; температура всасывания -3...+1 °С; давление нагнетания 7,2...11 ати; температура нагнетания 60...95 °С. Система подачи смазки в цилиндры и сальники отсутствовала, отверстия подвода смазки были заглушены, а поршни заменены на более легкие стальные сварные и литые алюминиевые.

Все крупные аммиачные компрессоры изготавливают в горизонтальном исполнении, поэтому их успешная работа без смазки цилиндров и срок службы поршневого уплотнения определяются в первую очередь работоспособностью направляющих колец. Поэтому важно по возможности снизить массу поршня и максимально использовать его высоту под опорно-направляющие кольца. С этой целью в компрессоре АО-600 применены широкие направляющие коль-

ца (два кольца высотой по оси 35 мм) и поршни облегченной конструкции. Взамен литого чугуна поршня массой 55 кг разработаны две конструкции облегченных поршней: стальной сварной массой 29 кг и литой алюминиевый массой 25,8 кг на стальной оребренной ступице. При этом удельное давление на опорные кольца соответственно составляло 0,2 и 0,18 кг/см². Опорно-направляющие кольца в крайнем положении поршня сбегали с зеркала цилиндра, поэтому их изготавливали цельными и надевали с натягом.

Технология надевания цельных колец на поршень была отработана для материалов АФГ-80ВС и Ф4К20. Последний имел более стабильные механические показатели и надевался с натягом лучше, чем АФГ-80ВС. Заходный бурт поршня занижен с 274 до 271,4 мм путем расточки. Предварительный нагрев колец осуществляли в воде при температуре около 90 °С. Плотность посадки колец в поршневой канавке достигалась охлаждением их на поршне.

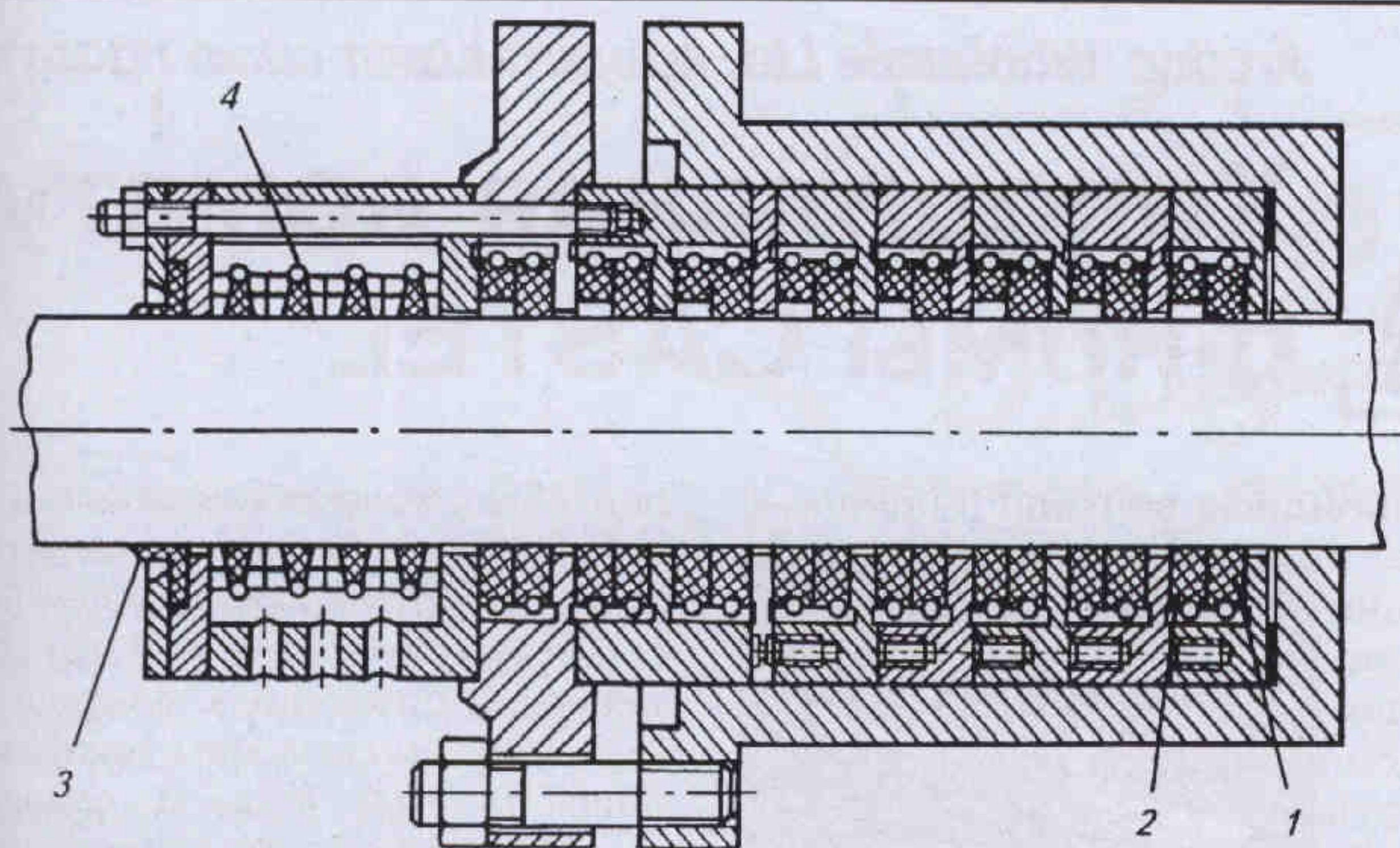
В серийном компрессоре АО-600 отсутствует специальная перегородка с маслосъемным устройством, препятствующим проникновению картерной

The article describes the conversion of large ammonia compressors AO-600 and AKG-56 to lubrication-free operation. Design of pistons has been changed for this purpose: steel welded and cast aluminium pistons of lightweight construction have been developed. A procedure for putting of supporting-guide rings from the materials АФГ-80ВС and F4K20 on a piston has been developed. Comparative tests of seals and supporting rings from these materials have been carried out. As a result of the investigations large ammonia refrigerating compressors AO-1200 217 without lubrication of cylinders and glands have been developed and their commercial production was started.

смазки в сальник. Поэтому на месте предсальника расположено маслосъемное устройство, состоящее из четырех маслосъемных колец. Для уменьшения утечки газа через сальник за плоскими уплотнительными элементами установлены манжеты шевронного типа. Несмотря на надежность манжетного уплотнения, требуется точность при его установке: сильная затяжка приводит к перегреву штока и элементов уплотнения, а слабая — к просачиванию аммиака через сальник. Конструкция уплотнительных элементов сальника — газоплотная, с одним разрезом, т.е. с неотъемным сегментом, перекрывающим радиальный стык. Испытания показали, что применение сальника этой конструкции значительно снижает утечки аммиака и, следовательно, загазованность помещения. Однако проверкой сальников установлено, что такое маслосъемное устройство не справляется с отведением масла и оно присутствует на всех уплотнительных элементах. Поэтому фактически сальник работает в условиях ограниченной смазки.

Дальнейшие испытания проводили с усовершенствованной конструкцией сальника (см. рисунок), где шевронные манжеты были заменены уплотнительными комплектами, число которых увеличилось с 5 до 8 шт., а перед маслосъемными кольцами установлена неразрезная L-образная манжета плавающего типа из неметаллического композиционного материала. Испытания подтвердили, что манжета эффективно снимала смазку со штока, а остатки масла удалялись маслосъемными кольцами.

Марка компрессора	Холодопроизводительность, ккал/ч	Диаметр цилиндра, мм	Диаметр штока, мм	Частота вращения вала, об/мин	Потребляемая мощность, кВт
ЗАГ	250 000	450	100	167	280
4АГ	1 700 000	450/450	100	167	625
АГК-56	150 000	560/300	75	187	240
АО-600	575 000	280/280	60	500	320
АО-1200	1 150 000	280×4	60	500	640
ДАОН-350П	350 000	500/280	60	500	500
ДАОН-175П	175 000	500/280	60	500	315



Усовершенствованная конструкция устройства уплотнения штока, работающего без подвода смазки, с L-образной маслосъемной манжетой:

1 — замыкающее кольцо; 2 — уплотняющее кольцо; 3 — маслостойная манжета L-образного типа; 4 — маслосъемное кольцо

Сравнительные испытания уплотнений поршня и опорных колец из материалов Ф4К20 и АФГ-80ВС показали, что износостойкость колец из Ф4К20 в 2—3 раза выше, чем из АФГ-80ВС. Аналогичная картина наблюдалась и с сальниками. Высокая плотность и долговечность новой конструкции сальников позволили резко снизить утечки.

После перевода на сухой ход компрессора АО-600 работы по модерниза-

ции холодильных аммиачных компрессоров были продолжены на компрессоре АГК-56, имеющем самый большой размер цилиндра 1-й ступени — 560 мм. Для изготовления уплотнительных и опорно-направляющих колец столь больших размеров впервые были использованы заготовки из композиционного материала Ф4К20 диаметром 600 мм.

После успешных промышленных испытаний поршневых групп бессма-

зочного использования и сальников были модернизированы 20 наиболее крупных компрессоров типов 3АГ, 4АГ, АГК-56, ДАО-275, АО-600 на Новомосковском ПО «Азот» и 11 оппозитных компрессоров типов АО-600 и АО-1200 на Курском комбинате химических волокон. Опыт их длительной работы показал, что крупные аммиачные поршневые компрессоры без смазки более надежны, чем со смазкой. Срок службы уплотнений без смазки составил более года непрерывной работы (8000 ч), при этом значительно уменьшилась загазованность помещений аммиаком. Кроме того, повысилась эффективность холодильных установок в целом.

Впервые для уплотнительных колец в компрессорах с большими диаметрами цилиндров (450 и 560 мм) был использован профилированный шнур. Он был разработан совместно с НИИГрафитом (Москва) следующих сечений: 8 × 8; 12 × 12; 16 × 16 и 20 × 20 мм при длине до 3 м.

Результаты исследований позволили разработать и осуществить серийное производство крупных аммиачных холодильных компрессоров без смазки цилиндров и сальников АО-1200-2П на ПО «Пензкомпрессормаш».

Министерство образования Российской Федерации
Научный совет РАН по проблеме «Теплофизика и теплоэнергетика»
Санкт-Петербургский государственный университет низкотемпературных и пищевых технологий
Международная академия холода
Международная академия наук высшей школы
Рабочая группа «Свойства хладагентов и теплоносителей»
Техническая и информационная поддержка:
Издательство «Холодильная техника»
ЗАО «Бюро техники кондиционирования и охлаждения»

Международная научно-техническая конференция «Углеводороды как хладагенты»

29 января 2002 г.

МЕСТО ПРОВЕДЕНИЯ:

Санкт-Петербургский государственный университет низкотемпературных и пищевых технологий
Проезд до ст. метро «Владимирская» или «Достоевская»
Желающим участвовать в работе конференции необходимо до 20 декабря 2001 г. выслать заявку по адресу:
191002, Санкт-Петербург, ул. Ломоносова, 9, СПбГУИПТ, учебно-информационный отдел, Смирновой Л.А. или кафедра «Теоретические основы тепло- и хладотехники», Лаптеву Ю.А.

ФОРМА ЗАЯВКИ НА УЧАСТИЕ В КОНФЕРЕНЦИИ

Ф.И.О. _____
Адрес организации _____
Телефон _____ Факс _____ E-mail _____
Организация, должность _____
Название доклада (если планируется) _____

Организационные взносы с участников конференции не взимаются.

Начало регистрации 29 января 2002 г. в 9-00, начало работы в 10-00.

ТЕМАТИКА:

- протокол Киото, синтетические и природные холодильные агенты;
- теплофизические и физико-химические свойства углеводородов;
- смазочные масла;
- углеводороды в бытовых холодильных приборах (домашних холодильниках и морозильниках);
- процессы теплообмена;
- углеводороды в торгово-технологическом оборудовании, в супермаркетах, транспортных системах;
- углеводороды в циклах тепловых насосов;
- техника безопасности систем с углеводородами, пожароопасность, системы контроля;
- компрессоры для углеводородов.

КОНТАКТНЫЕ ТЕЛЕФОНЫ И АДРЕС

Телефоны: (812) 314-78-61 (Смирнова Л.А.),

(812) 164-30-35 (Лаптев Ю.А.), (812) 311-56-89

Факсы: (812) 315-37-78 или (812) 315-36-17 с пометкой «Углеводороды»

E-mail: refr@sarft.spb.ru