

**ГЕРВИКОН
HERVICON**



**ЭККОН
ЕККОН**



6 - 9 сентября 2011, СумГУ, г. Сумы, Украина

XIII Международная научно-техническая конференция "ГЕРВИКОН-2011"

Международный форум "НАСОСЫ-2011"

Семинар "ЭККОН-11"

ОЦЕНКА ГАЗОДИНАМИЧЕСКИХ УПЛОТНЕНИЙ КОМПРЕССОРА АММИАКА ПОСЛЕ 9 ЛЕТ ЭКСПЛУАТАЦИИ НА АЗОТНОМ ЗАВОДЕ „ПУЛАВЫ”АО

Рышард Лех, Лукаш Мизура ¹

АННОТАЦИЯ

В докладе речь идёт о газодинамических торцовых уплотнениях используемых в промышленных компрессорах. За последние годы фирма «Анга» предложила уплотнения такого типа для компрессоров работающих в национальных и зарубежных химических заводах. После 9 лет работы на азотном заводе «Пулавы» пришло время оценки общего состояния работающих там уплотнений.

Ключевые слова: торцовые уплотнения, газодинамические уплотнения, уплотнения для центробежных компрессоров, бесконтактные уплотнения

ВВЕДЕНИЕ

Завод АО „ПУЛАВЫ” приступая к программе ограничения загрязнения технологического аммиака разными компонентами в частности маслом, использованным прежде в системе лабиринтных уплотнений компрессоров типа 180С1 и 180С2, принял решение в 2001 году о модернизации сальниковых камер с целью устранения (элиминации) системы масла.

В связи с этим завод обратился к производителям механических уплотнений за предложением проектного решения возникшей проблемы.

¹ "ANGA" Uszczelnienia Mechaniczne Sp. z o.o., ul. Wyzwolenia 550, 43-340 Kozy, Polska

После анализа разных конструкционных возможностей торцовых уплотнений были выдвинуты газодинамические уплотнения фирмы «АНГА».

1. УПЛОТНЕНИЯ ГАЗОДИНАМИЧЕСКИЕ

Газодинамические уплотнения состоят из пары колец скольжения, стационарного и вращающегося со спиральными канавками, нагнетаются затворным газом с соответствующим давлением. Газ поступает в зазор между кольцами скольжения и при высоких скоростях вращения вала образует газовую подушку, раздвигающую эти кольца. Образование газовой подушки между торцовыми поверхностями колец скольжения - это эффект динамического сжатия газа в микроканавках, находящихся на поверхности одного из колец скольжения (чаще всего вращающегося кольца). Давление газа, образовавшееся в газовой подушке выше давления уплотняемого технологического вещества, что предотвращает его утечку в окружающую среду. Удержание постоянной газовой подушки позволяет добиться бесконтактного режима работы обоих колец скольжения, что в свою очередь значительно снижает трение – основную причину износа.

Технико-экономические эффекты использования газодинамических уплотнений в промышленных компрессорах:

- устранение попадания затворного масла из уплотнений в среду;
- удлинение периода безаварийной работы уплотнений (статистика показывает, что 60-80% выключений компрессоров происходит из-за аварий разного типа масляных систем уплотнения);
- уменьшение количества запасных частей (сокращение расходов по запасным частям);
- снижение расходов (отсутствие установки сепарации и отгазовки масла);
- снижение потребления энергии (газодинамическое уплотнение потребляет лишь 5% энергии работы трения по сравнению с контактными уплотнениями, устранены также затраты мощности гидравлического оборудования (выключена система затворного масла).

2. ПАРАМЕТРЫ РАБОТЫ УПЛОТНЕНИЙ

После снятия размеров компрессора и анализа существующей технической документации фирма «АНГА» представила оферту на изготовление и монтаж газодинамических уплотнений вместе с необходимой контрольно-питательной системой затворного газа. Для разработки технической задачи были приняты основные рабочие параметры

компрессора 180С1 такие как: давление нагнетания 0,80 МПа, давление всасывания 0,26 МПа (уплотняемое давление), макс. температура 140°С, скорость вращения вала 10500 оборотов/мин.; всё это согласно требованию обязательного сохранения высокого уровня чистоты (в пределе 99,8%) технологического вещества каким является газовый аммиак. Дополнительно были учтены ожидания достижения надежной работы уплотнения с удлиненным, безотказным сроком эксплуатации.

3. КОНСТРУКЦИЯ УПЛОТНЕНИЙ

На заводе «Пулавы» были предложены для применения газодинамические уплотнения типа GK3 и GK4, схема которых показана на рисунке 1.

Это двойные торцовые уплотнения в системе „лицо к лицу”, бесстыковые в компактном исполнении, приспособленном к химически активным газам. Уплотнение вместе с запроектированной и изготовленной производителем уплотнений системой контрольно-измерительных блоков подключается к установке сжатого азота используемого в характере затворного газа.

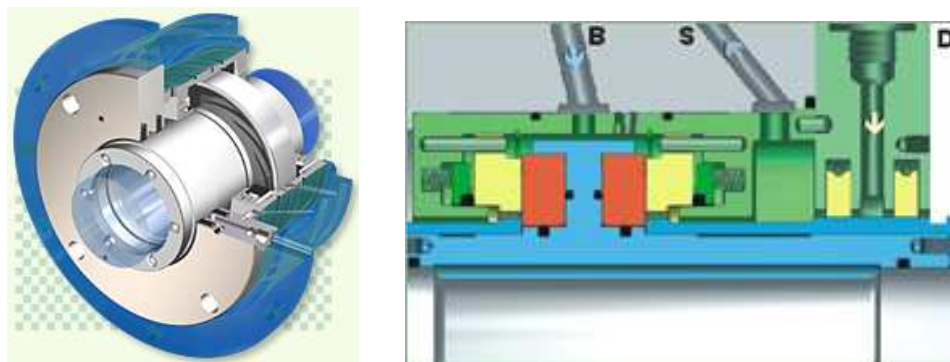


Рисунок 1 - Конструкция газодинамического уплотнения типа GK3 и GK4 (АНГА)

Уплотнения состоят из двух пар скользящих колец в следующем исполнении материалов: спекаемый карбид кремния в случае вращающихся колец, углеграфитовый композит пропитанный сурьмой (антимонием) в случае стационарных колец. На торцовых поверхностях вращающихся колец находятся спиральные канавки вызывающие эффект динамического сжатия газа. Соответственная форма и расположение канавок на торцовой поверхности скользящего кольца обеспечивает герметичность уплотнения при выключенном компрессоре. Кроме того, дополнительно в конструкцию уплотнения было прибавлено радиальное уплотнение типа PGS с двумя графитовыми кольцами,

что позволило исключить попадание масла из корпуса подшипника, а также обеспечить дросселирование аварийного выброса сжатого аммиака в случае аварии. Компрессор и блок питания показаны на рис. 2.

В газодинамических уплотнениях вторичные эластомеры были изготовлены из этилен-пропилена (EPDM) и из бутадиеннитрильного каучука (NBR) и перфторкаучука (FFKM).

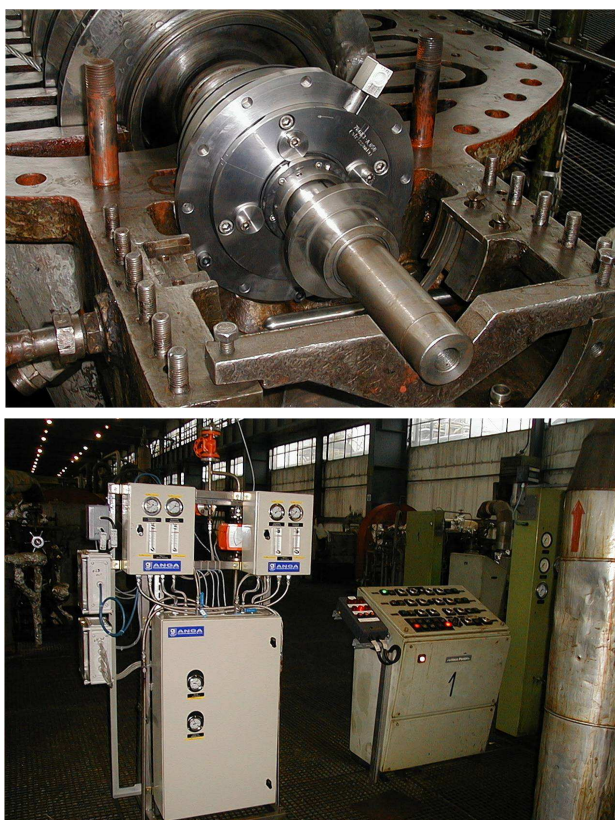


Рисунок 2 - Монтаж уплотнений на вале компрессора и системы питания затворным газом

4. ОЦЕНКА ПОСЛЕ 9 ЛЕТ ЭКСПЛУАТАЦИИ

Первый пуск компрессора 180С1 с установленным в сальниковой камере газодинамическим уплотнением фирмы «АНГА» (тип 76GК3 от всасывания и 76GК4 от нагнетания) имел место 30 января 2002 года и спустя 38000

часов работы, 16 декабря 2010 года компрессор был выключен с целью выполнения планируемых ремонтных работ.

Надлежащий подбор газодинамических уплотнений типа GK3 и GK4 нашёл подтверждение во время технического осмотра состояния узлов после демонтажа уплотнений для их ремонта. На поверхностях вращающихся колец были единственно отмечены незначительные следы контакта со стационарными кольцами в виде тёмных полос (пример на рис.3). Это следы контакта с рабочими поверхностями стационарных колец, сконцентрированные в проектной зоне стыка колец. Такой вид рабочего стыка возможен при сниженной скорости вращения вала и позволяет сохранить непроницаемость во время выключения, простоя и пуска компрессора.

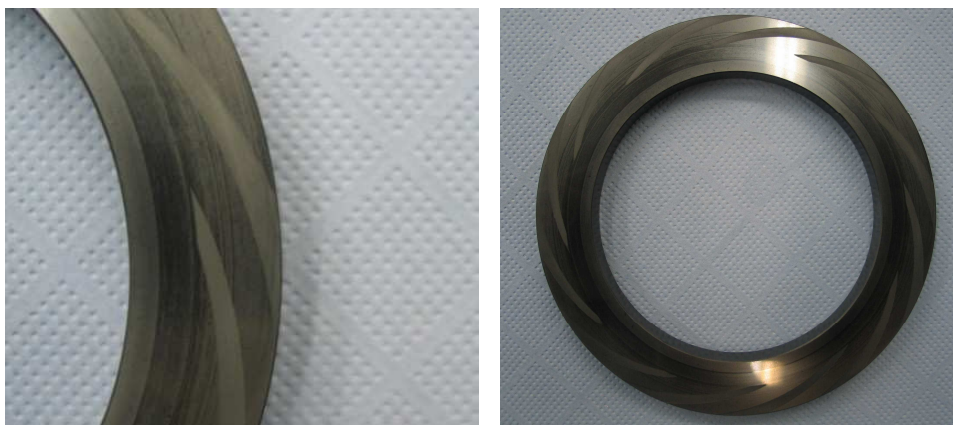


Рисунок 3 - Состояние торцевой поверхности вращающегося кольца

Очень хорошее состояние рабочих поверхностей вращающихся колец было подтверждено в результате измерения их шероховатости и плоскости в сертифицированной Испытательной Лаборатории фирмы «АНГА» (акредитация РСА № АВ701). Измеренная шероховатость сравнимая или даже ниже допускового предела для нового кольца а отклонения плоскостности составляют от 7 до 25% допуска для нового кольца.

Такие выводы были сделаны во время осмотра поверхностей стационарных колец. Заметные на них следы рабочего режима (пример на рис. 4) подтверждают правильность работы уплотнений. Относительно низкий уровень износа стационарных колец (шероховатость немного выше величины допускаемой для нового изделия) свидетельствует о контактном режиме работы исключительно в коротких периодах времени: выключения и пуска компрессора. В случае, когда рабочий контакт скользящих колец во

время работы компрессора происходил бы чаще, тогда надо было бы считаться с явлением износа торцовых поверхностей тех же колец (работа всухую) и в конечном итоге с выходом уплотнений из строя (авария). Некоторые О-ринги подверглись пластической деформации под влиянием длительного сдавливания, принимая форму канавок, в которых были установлены, но они не потеряли своих уплотняющих свойств.

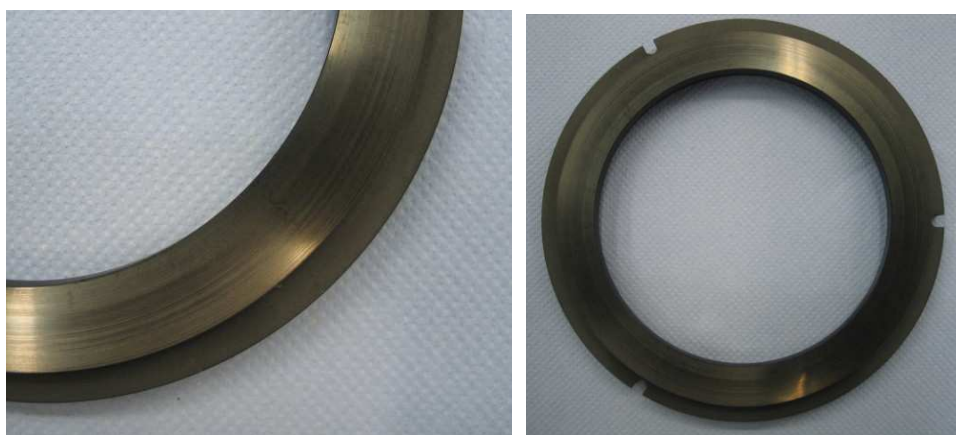


Рисунок 4 - Состояние торцовой поверхности стационарного кольца

ВЫВОДЫ

Учитывая длинный срок постоянной эксплуатации газодинамических уплотнений 76GK3 и 76GK4 и использованных в них вторичных эластомеров, можно констатировать, что их подбор был правильный. Вывод с проведенного осмотра: техническое состояние газодинамических уплотнений установленных в сальниковой камере компрессора аммиака 180С1 на заводе в Пулавах после 38000 часов работы очень хорошее. Такая оценка непосредственно вытекает из очень хорошего состояния торцовых поверхностей скользящих колец (вращающихся и стационарных) показавших минимальные следы износа.

В след за этим нужно подчеркнуть, что оба газодинамические уплотнения типа 76GK3 и 76GK4 фирмы «АНГА» являются успешной альтернативой для лабиринтных уплотнений, при чем альтернативой решающей много эксплуатационных проблем и влияющей на снижение затрат на эксплуатацию оборудования. А ещё дополнительно на долговечность уплотнений повлиял правильный проект контрольно-питательной системы совместно с контрольно-измерительной аппаратурой, высокое качество изготовления и монтажа всех элементов.

Не без значения остаётся факт выполнения пользователем компрессора 180С1 требований по условиям работы газодинамических уплотнений определённых их производителем, что явно способствовало столь длинному безотказному периоду работы компрессора.

EVALUATION OF THE GAS-LUBRICATED COMPRESSOR SEALS OPERATION AND ANGA'S EXPERTISE IN IMPLEMENTING THIS TYPE OF SEALS IN THE CHEMICAL INDUSTRY

SUMMARY

The paper concerns the gas-lubricated mechanical seals used in industrial compressors. During recent years ANGA had implemented such type of seals in compressors working in domestic and foreign chemical plants. After 9 years of operation the gas-lubricated seals in chemical plant Zakłady Azotowe "Puławy" S.A. it is time to evaluate the overall condition of the seals operating there.

Keywords: seals, mechanical seal, seals for centrifugal compressors, gas lubricated seals, non-contacting seals.