

УДК 621.512.3

А. А. Сипливея, маг.; А. Е. Дубок, маг.
(ОАО «Гродно Азот», г. Гродно);
В. Н. Павлечко, доц., канд. техн. наук;
О. А. Петров, доц., канд. техн. наук
(БГТУ, г. Минск)

ИССЛЕДОВАНИЕ САЛЬНИКОВОГО УПЛОТНЕНИЯ ПОРШНЕВОГО КОМПРЕССОРА

Для многих химических и нефтехимических производств задача обеспечения технологических процессов водородом посредством сжатия его поршневыми компрессорами является весьма важной. Герметичный сальник, снижающий утечки водорода, имеет огромное значение с точки зрения успешного функционирования производства, снижения эксплуатационных затрат и потерь продукта, а также безопасности технологического процесса.

Основным способом максимального устранения потерь водорода в сальнике поршневого компрессора является правильный подбор конструкции самого сальника, а также конструкций и материалов уплотнительных элементов применительно к конкретным нормам технологического режима работы, важнейшими из которых являются рабочее давление водорода и его температура.

Классические уплотнительные элементы сальников, устанавливаемые на поршневых компрессорах, не обеспечивают необходимый уровень надежности и долговечности при сжатии водорода и требуют разработки дополнительных мероприятий при их применении, таких как монтаж газоотводных магистралей и установки принудительной вытяжной вентиляции для отвода утечек.

При работе сальникового уплотнения поршневого компрессора наблюдается повышенные потери водорода через сальник вследствие интенсивного износа уплотнительного материала. Водород, который просачивается через уплотнения подаётся на сжигание на «свечу». Поэтому снижение потерь водорода обеспечит его выход после компрессора и повысит безопасность технологического процесса.

В действующем поршневом компрессоре отсутствует герметичность рабочих полостей и сопряженных поверхностей в узлах трения. Между деталями, разделяющими пространства с различным давлением газа, имеются зазоры, через которые компримируемый газ из обла-

сти высокого давления просачивается в пространство с меньшим давлением, образуя потери.

Сальник состоит из металлического корпуса, образуемого наборными секциями (камерами), фланца, служащего базовой присоединительной поверхностью к корпусу рабочего цилиндра и комплекта свободно перемещающихся в точно обработанных камерах уплотнительных элементов штока, обеспечивающих создание минимального трения, оптимальную производительность и увеличенный срок службы.

Наиболее передовыми конструкциями элементов сальника, обеспечивающими почти полное отсутствие потерь при работе поршневого компрессора, являются конструкции VCD, RB и RS [1, 2].

Уплотнительные элементы конструкции VCD подходят для применения в газовой и нефтехимической отраслях промышленности, в частности, для работы с промышленными газами. Они предназначены для длительной, не требующей технического обслуживания эксплуатации с минимальной утечками и потерями.

Концепция сегментов превосходит свойства всех существующих промышленных конструкций – таких как радиальные или тангенциальные элементы. Основные сегменты уплотняют поршневой шток и образуют зазор для компенсации износа. Колпачковые сегменты обеспечивают уплотнение в осевом и радиальном направлениях.

Эта специальная конструкция обеспечивает выравнивание давления и гарантирует высокую эффективность на протяжении всего срока службы. Даже во время простоя под давлением уровень утечек на 70 % ниже, чем у традиционных решений.

Узкая конструкция снижает трение и связанное с ним повышение температуры.

Срок службы уплотнительных элементов VCD примерно в два-три раза больше, чем у существующих классических решений.

Сальники конструкции RB имеют надежное дроссельное кольцо с оптимизированной поверхностью и определенным пределом износа [2, 3]. Тангенциальные по внутреннему диаметру 3-сегментные корончатые кольца выдерживают воздействие динамической составляющей давления и защищают последующие уплотнительные элементы.

Элементы конструкции RS представляют собой пару аксиально нагруженных уплотнительных колец с двойными сегментными уплотнительными кольцами.

Для предотвращения подъема с уплотняемой поверхности на уплотнительный элемент, рассчитанный на низкие перепады давления, должна воздействовать дополнительная нагрузка. Для этих

целей используется пластина, приводимая в действие цилиндрической пружины. Это позволяет предотвратить самостоятельную блокировку колец. Также в данном уплотнительном элементе гармонизирована поворотная и осевая предварительная нагрузки.

Проведенные исследования предназначены для повышения эффективности работы газового сальникового уплотнения штока путём испытания более эффективных уплотнительных материалов (графитопласта 20АФГМ, включающего 20% графита и дисульфидмолибдена ТУ 48-20-150-89, фторлона Ф4К20, содержащего 20% кокса ТУ 6-05-1413-76, и Суперфлувиса, включающего углеродные волокна, покрытые тонким слоем фторполимеров ТУ ВУ 4000084698.178-2006) с целью оценки работы различных типов уплотнения штока и предложить оптимальную конструкцию уплотнительного устройства.

Испытания проведены для каждого из трех указанных материалов в течение 90 суток, разбитых на 3 периода. Ежедневно проводились замеры внутреннего диаметра сальниковых колец, их температуры и потерь водорода.

В каждом периоде выявлено возрастание внутреннего диаметра и потерь водорода от 0,85 до 0,9% для 20АФГМ, от 0,85 до 0,9% для Ф4К20 и от 0,72 до 0,76% для Суперфлувиса. Температура сопряжения шток-сальник изменялась незначительно в пределах 74-78°C для первых двух материалов и была минимальной (56-63°C) для Суперфлувиса.

Из полученных в ходе проведения исследований результатов выявлено, что при неизменной конструкции уплотнения и его элементов, а также постоянных и стабильных нормах технологического режима работы компрессора, вариант исполнения сальника с установленными уплотнительными элементами штока, изготовленными из углефторопласта Суперфлувис по относительной износостойкости превосходит вариант исполнения сальника с установленными уплотнительными элементами штока, изготовленными из фторопласта марки 20Ф4К20 в 6,5 раз и в 8 раз вариант исполнения сальника уплотнения с установленными уплотнительными элементами штока, изготовленными из изготовленных графитофторопласта АФГМ.

Наиболее оптимальным является применение варианта исполнения сальника с установленными уплотнительными элементами штока, изготовленными из углефторопласта Суперфлувис.

При использовании этого варианта достигаются минимальные потери водорода на выходе из свечного коллектора, что в конечном итоге отражается на безопасности процесса и потерям продукта, а принимая во внимание факт хорошей износостойкости и, как след-

стве, большой остаточный ресурс этого варианта исполнения, ему следует отдать предпочтение при выборе материала уплотнения сальника.

Экспериментальное исследование изнашивания полимерных антифрикционных материалов АФГМ, Ф4К20 и Суперфлувис проводилось на трёх одинаковых по техническим характеристикам поршневых компрессорах 5Г-300/15-30, которые находятся в цехе Метанол на ОАО «Гродно Азот».

Как следует из проведенных экспериментальных исследований, на отечественном рынке представлен широкий выбор полимерных антифрикционных материалов на основе фторопласта, обладающих уникальными физико-механическими свойствами и эксплуатационными характеристиками, не уступающими зарубежным аналогам.

Однако из исследованных полимерных антифрикционных материалов наиболее лучшие качества выявлены у Суперфлувиса, что обеспечивает меньшие износ и потери водорода.

Применение сальниковых уплотнений из материала Суперфлувис существенно снижает уровень износа уплотнений поршневого компрессора, заметно увеличивая срок их эксплуатации и минимизирует вероятность отказа механизма во время работы.

ЛИТЕРАТУРА

1. Пластинин, П. И. Поршневые компрессоры. Том 2. Основы проектирования. Конструкции: моногр. / П. И. Пластинин. – М.: КолосС, 2008. – 720 с.

2. Сипливея, А.А. Способы снижения потери водорода в сальнике поршневого компрессора / А. А. Сипливея, В. Н. Павлечко // Материалы 87-ой научно-технической конференция профессорско-преподавательского состава, научных сотрудников и аспирантов. БГТУ 31.01-17.02.2023 г. БГТУ. Минск. – С. 96–99.

3. Дубок, А. С. / Аналитический обзор материалов уплотнений штоков поршневых компрессоров // А. С. Дубок, А. А. Сипливея, Ю. А. Жепицкий, О. А. Петров, В.Н. Павлечко, БГТУ 31.01-17,02.2023 г. БГТУ г. Минск, С. 100–103.