

УДК 621.512.3

А.А. Сипливея, магистрант (ОАО «ГродноАзот», г. Гродно);
В.Н. Павлечко, доц., канд. техн. наук (БГТУ, г. Минск)

СПОСОБЫ СНИЖЕНИЯ ПОТЕРЬ ВОДОРОДА В САЛЬНИКЕ ПОРШНЕВОГО КОМПРЕССОРА

При работе сальникового уплотнения поршневого компрессора, предназначенного для сжатия водорода, 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 выход водорода после компрессора и повысит безопасность технологического процесса. В процессе работы предполагается усовершенствовать конструкцию сальникового уплотнения и подобрать наиболее эффективные уплотнительные материалы. Совершенствование конструкции и материального исполнения сальникового уплотнения поршневого компрессора позволит снизить потери водорода и повысить безопасность работы компрессора.

В действующем поршневом компрессоре нет абсолютной герметичности рабочих полостей и сопряженных поверхностей в узлах трения. Между деталями, разделяющими пространства с различным давлением газа, имеются зазоры, через которые компримируемый газ из области высокого давления просачивается в пространство с меньшим давлением, образуя потери. Одним из таких узлов является сальниковое уплотнение штока (далее сальник).

Общий вид сальника представлен на рисунке 1



Рисунок 1 – Общий вид сальника

Сальник состоит из металлического корпуса, образуемого наборными секциями (камерами), фланца, служащего базовой присоединительной поверхностью к корпусу рабочего цилиндра и комплекта сво-

бодно перемещающихся в точно обработанных камерах уплотнительных элементов штока, обеспечивающих создание минимального трения, оптимальную производительность и увеличенный срок службы.

Для подавляющего большинства химических и нефтехимических производств задача обеспечения технологических процессов водородом посредством сжатия его поршневыми компрессорами является весьма важной. В связи с этим герметичный сальник, исключающий утечки водорода, имеет огромное значение с точки зрения успешного функционирования производства, снижения эксплуатационных затрат и потерь, и безопасности технологического процесса.

Основным действенным способом максимального устранения утечек 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. Немаловажным фактором при подборе эффективно работающего сальника также является диаметр штока, его рабочая температура и ход.

На рисунке 2 представлены классические уплотнительные элементы.

Классические уплотнительные элементы сальников, устанавливаемые на поршневых компрессорах (см. рис. 2), 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.

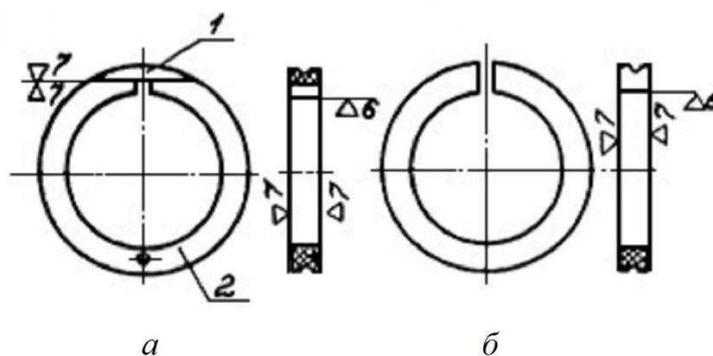


Рисунок 2 – Классические уплотнительные элементы сальников
a – уплотняющий; *б* – замыкающий
1 – сегмент; 2 – кольцо

Подход к процессу подбора сальника, а также конструкций и материалов уплотнительных элементов уплотнений основывается на рабочих характеристиках герметичных уплотнений. На кольца сальника,

как правило, воздействует целый ряд статических и динамических составляющих давления. Это приводит к необходимости применения в сальнике разнородных систем уплотнений, в которых дроссельные элементы амортизируют динамическую составляющую давления, что позволяет последующим уплотнительным элементам надежно герметизировать сальник поршневого компрессора и сводит к минимуму утечки газа и его потери, на которые влияет статическое давление.

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

На рисунке 3 представлены элементы сальников.

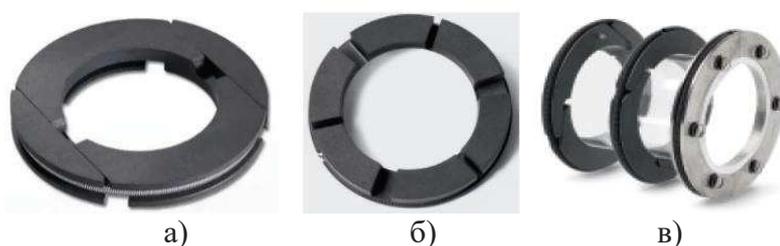


Рисунок 3 – Элементы сальников

***a* – уплотнительный элемент конструкции VCD; *б* – дроссельный элемент конструкции RB; *в* – уплотнительный элемент конструкции RS**

Уплотнительные элементы конструкции VCD (см. рис. 3 *a*) подходят для применения в газовой и нефтехимической отраслях промышленности, в частности, для работы с промышленными газами (водород, кислород и др.). 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.

На рисунке 3 *б* представлен дроссельный и уплотнительный элементы сальника.

Надежное дроссельное кольцо с оптимизированной поверхностью и определенным пределом износа. Представляет собой тангенциальное по внутреннему диаметру 3-х сегментное корончатое кольцо, выдерживающее воздействие динамической составляющей давления и защищающее последующие уплотнительные элементы (см. рис. 3 б).

На рисунке 3 в представлен уплотнительный элемент сальника конструкции RS.

Крайне надежный уплотнительный элемент с максимальной эффективной герметизацией, для уменьшения перепадов давления. Представляет собой пару аксиально нагруженных уплотнительных колец с двойным сегментным уплотнительным кольцом (см. рис. 3 в). 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 пружиной. Это позволяет предотвратить самостоятельную блокировку колец. Также в данном уплотнительном элементе гармонизирована поворотная и осевая предварительная нагрузки.

Наиболее распространенными в поршневых компрессорах являются сальники с твердой набивкой. Они выполняются с плоскими или коническими разрезными и неразрезными уплотняющими кольцами. В большинстве их конструкций основное усилие, необходимое для работы уплотнения, создается за счет давления перетекающего газа. Поэтому обычно такие сальники являются самоуплотняющимися.

В ходе проведения исследования предполагается повысить эффективность работы газового сальникового уплотнения штока путём испытания более эффективных уплотнительных материалов (графитопласта АФГМ ТУ 48-20-150-89 и фторопласта марки Ф4К20 ТУ 6-05-1413-76) и изменения конструкции сегментов сальника, дать оценку работы различных типов уплотнения штока и предложить оптимальную конструкцию уплотнительного устройства.