

Сальниковые набивки. Слагаемые надежности

О.Ю. Исаев (ООО «Силур»),
В.П. Вирюкин, Е.П. Фесюк, С.М. Вайнберг (АО «ИркутскНИИхиммаш»)

В статье [1] специалисты ООО «Силур» подробно осветили проблему качества высокотемпературных сальниковых набивок на основе терморасширенного графита (ТРГ). Основной задачей той статьи было донести до читателя мысль, что за внешним привлекательным обликом набивки может скрываться весьма посредственное содержание, и если этого не понимать, то недалеко до беды. Но, как говорится в одной мудрой книге, «нет пророка в отечестве своем», вследствие чего приходится вновь возвращаться к этой теме, чтобы на практике еще раз доказать преимущество набивки российского производства.

Итак, специалистов Н-ского нефтеперерабатывающего завода смутил внешний вид поставленных набивок марки НГ производства ООО «Силур»: углы закруглены, а должны быть острыми; шелушение (да еще непривычно крупные чешуйки), какая-то более жесткая, ниточка торчит и др. В общем, не нравится и все тут. И в качестве образца – «эталона» – представили набивку китайского производства, гибкую и блестящую, но с большим содержанием (более 10%) клея и с другими недостатками, которые были освещены в статье [1].

Естественно, что снова повторять описанные в статье [1] эксперименты в этом случае было бы непродуктивно и единственным доказательным способом расставить все точки над *i* остались сравнительные испытания набивок в рабочих условиях. Для этого техническими службами завода было предложено оснастить сальниковые камеры двух одинаковых задвижек китайскими набивками и набивками ООО «Силур» и проверить их на герметичность до и после теплосмены.

Испытания были проведены в АО «ИркутскНИИхиммаш», где сохранилась, пожалуй, единственная в России независимая лаборатория, способная провести такие испытания.

Завод передал в институт образцы набивок НГ-200 (набивка ТРГ, армированная коррозионно-стойкой проволокой) и «эталонной» сечением 4Ч4 мм и две задвижки ЗКС.Ф-25.63 производства Воткинского машзавода, не новые, но отреставрированные и находящиеся в одинаково хорошем состоянии.

Испытания на герметичность под давлением воздуха 6,3 МПа проводились в два этапа: сначала после сборки, а затем после выдержки испытуемой арматуры в печи при температуре 500°C в течение 4 ч.

Представленные на испытания образцы набивки имели одинаковую и достаточно высокую плотность – 1,33 г/см³. Набивку нарезали на одну длину. Сальниковые камеры оснащались шестью кольцами, уложенными со смещением стыков на 90°. Осадку грундбоксы проводили до достижения герметичности по сальнику.

Первый этап испытаний показал, что набивка-«эталон» имеет существенно лучший результат – для достижения герметичности по воздуху потребовалось всего шесть колец с осадкой грундбоксы на половину ее рабочей длины. Сальник из набивки НГ-200 обеспечил герметичность при семи кольцах и осадке грундбоксы на всю длину. При этом с учетом высоты осадки грундбоксы, набивка-«эталон» в обжатом состоянии должна иметь плотность 1,87 г/см³, набивка НГ-200 – 2,19 г/см³,

что теоретически невозможно, так как это значение соизмеримо с плотностью компактного графита.

Полученные данные свидетельствовали о том, что набивка НГ выдавливалась в зазор, но почему? Ведь эксперименты в «пробирке», согласно данным статьи [1], показывали обратное: китайские набивки в одинаковый зазор при одинаковой нагрузке выдавливались гораздо сильнее.

Для исключения влияния индивидуальных особенностей арматуры сальники перенабили, поменяв набивку местами. Результат остался прежним, герметичность с набивкой-«эталон» достигалась при шести кольцах, с набивкой НГ-200 – при семи. Однако дополнительные гидроиспытания под давлением 6,3 МПа показали не столь значительное отставание набивки НГ-200. Герметичность сальника достигалась при шести кольцах при полной осадке грундбоксы.

Осмотр выпрессованных из сальниковой камеры колец набивки НГ-200 показал наличие выступа треугольной формы на нижнем торце нижнего кольца, свидетельствующего о наличии фаски на дне сальниковой камеры, при этом облоя графита не обнаружено, хотя с большой долей вероятности он просто оборвался при извлечении штока. На верхнем кольце толстый (0,6...0,7 мм) и высокий (1,5...2,0 мм) облой по внутреннему и наружному диаметру, что свидетельствует о больших зазорах между сопрягаемыми деталями: штоком, грундбоксой, корпусом.

Следует отметить, что в 2006 г. при переходе с асбестовых набивок на набивки ТРГ по рекомендациям ООО «Силур» в сальниковые камеры Воткинских задвижек ЗКЛ стали устанавливать два подсальниковых кольца с целью уменьшения зазоров и исключения фаски на дне сальниковой камеры. В течение 9 лет данные задвижки с модернизированной сальниковой камерой комплектуются набивками НГ-300 (набивка ТРГ, армированная стеклонитью), подпрессованными до плотности 1,4 г/см³. Для давления 4,0 МПа устанавливают четыре кольца, 16,0 МПа – шесть колец. Задвижки предназначены для применения и на газ рабочей температурой до 500°C. Проблем и замечаний по сальнику за истекший период не поступало.

Видимо, переданная для испытаний арматура была выпущена до 2006 г., и модернизация ее не коснулась, чем объясняются большие зазоры и скосы. И все же, почему при одинаково ненормированном состоянии сальниковых камер «эталонная» набивка показывает лучшие результаты?

Вода и воздух имеют различную проницаемость. Набивка НГ-200 одинаковой с набивкой-«эталон» плотности оказалась более газопроницаема, и для снижения этой газопроницаемости набивку НГ-200 нужно сильнее уплотнять, осаживая грундбуксу и выдавливая набивку в большие зазоры. Именно поэтому для герметизации потребовалось семь, а не шесть колец набивки.

В чем же феномен низкой газопроницаемости набивки «эталона»?

Традиционно для снижения газопроницаемости набивки пропитывают различными составами: резинографитовыми смесями, жировыми смазками, фторопластовыми суспензиями, силиконами. В случае с набивкой-«эталон» все по-другому – в качестве связующего здесь используется жидкий «незасыхающий» клей, о вреде которого неоднократно говорилось и писалось... Но вот на такое его «положительное» свойство все, честно скажем, не обратили внимание.

При обжатии набивки в сальниковой камере клей, находящийся внутри графитовых жгутов выдавливается, быстро и легко заполняет поры в набивке. Газоплотность достигается не за счет уплотнения и закрытия пор материалом набивки, т.е. графитом, а клеем.

Кто скажет, что низкая газопроницаемость – это плохо? Это очень хорошо. Но такое снижение газопроницаемости, как, впрочем, и применение пропиток, ограничивает применение набивок по температуре и средам. Кроме того, быстрое достижение герметичности за счет перераспределения клея в набивке при сборке и испытании арматуры может сослужить дурную службу. Не обжатый до нужной плотности графит не будет иметь необходимой упругости, чтобы компенсировать потерю массы набивки при выгорании. Тогда в рабочих условиях преимущество такой набивки «сгорит» без следа, что и показали последующие температурные испытания.

После выдержки в течение 4 ч при температуре 500°C испытываемая арматура с набивкой НГ-200 без подтяжки сальника имела протечку в 3–4 воздушных пузырька в 1 с, после подтяжки – 1–2 пузырька в 1 мин. при давлении испытания 6,3 МПа. Задвижка с набивкой-«эталон» имела такую сильную протечку, не устранимую подтяжкой, что при разборке вместо шести колец было обнаружено только пять.

Повторные испытания арматуры с использованием подсальниковых колец, обеспечивших требуемые зазоры, показали равноценность набивок при «холодных» испытаниях – шесть колец набивки обеспечивали герметичность сальника при давлении 6,3 МПа и осаживании грундбуксы на 35–40% рабочей длины.

После разогрева испытываемой арматуры до температуры 500°C и выдержке в течение 4 ч, сальник из набивки НГ-200 имел незначительную протечку, устранимую дополнительной подтяжкой грундбуксы на 1,2 мм.

Достичь герметичности сальника с набивкой-«эталон» не удалось при полном осаживании грундбуксы.

Какие же выводы можно сделать из полученных данных?

Во-первых, на арматуре, используемой при высокой температуре в газовых средах (особенно в водороде), необходимо контролировать зазоры между штоком и грундбуксой (корпусом) и при необходимости использовать подсальниковые кольца размерами и допусками, обеспечивающими зазор 0,02С (здесь С – сечение набивки, но не более 0,3 мм на сторону).

Во-вторых, следует использовать набивки с содержанием клея и других выгорающих составляющих не более 6% и не содержащие «живой» клей.

В-третьих, обжатие набивок при герметизации сальника проводить до плотности 1,7...1,9 г/см³.

Потеря массы набивки имеет определяющее значение для герметичности сальника, работающего при температуре. Именно поэтому специалисты ООО «Силур» ведут планомерную работу по снижению содержания клея в набивках ТРГ, совершенствуя оборудование и технологический процесс производства. Сегодня потеря массы набивки производства ООО «Силур» при температуре 400°C (именно при этой температуре определяют наличие выгорающих компонентов) не превышает 5–5,5%, а к лету 2016 г. планируется снизить этот показатель до 3%, что существенно повысит надежность сальника. Надеемся поделиться результатами этой работы в июньском номере журнала.

P.S. Кто-то может посчитать эту статью заказной, «притянутой за уши», сомневающиеся могут повторить этот эксперимент – он прост. А на кону не только финансовые убытки, но и безопасность людей.

Список литературы

1. Графит он и в Африке графит//Арматуростроение. 2013. №2.



СИЛУР

УПЛОТНИТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ И
УПЛОТНЕНИЯ ИЗ ТЕРМОРАСШИРЕННОГО
ГРАФИТА

ПЕРМСКИЙ КРАЙ Г. ПЕРМЬ

УЛ. 1905 ГОДА, 35

ТЕЛ: (342) 270-05-99

WWW.SEALUR.RU