

Высокоэффективные уплотнения для надёжной герметизации разъёмных соединений трубопроводной арматуры

Н.А. Плакий, коммерческий директор ООО «Ильма»

Введение

Разработчики и производители тепломеханического оборудования (ТМО) для промышленности и энергетики далеко не всегда уделяют адекватное внимание обеспечению надёжности разъёмных герметичных соединений (РГС). Следствием такой недальновидности зачастую является преждевременная потеря герметичности оборудования. Иногда разгерметизация имеет аварийный характер и может представлять серьёзную угрозу для окружающей среды и обслуживающего персонала. Такие случаи особенно характерны для технологических объектов с высокими параметрами рабочих сред, а также при работе с агрессивными средами. Кроме фактора безопасности и экологического фактора, в данном контексте имеет место экономический фактор — то есть, увеличение издержек на техническое обслуживание и ремонт оборудования. Поэтому в условиях цивилизованной рыночной экономики выбор оптимального, с учётом всех приведённых выше факторов, уплотнения имеет критическое значение. Осознание этой истины стимулирует разработчиков и производителей ТМО к изменению подходов к вопросам выбора более надёжных и высокоэффективных во всех отношениях уплотнений. Эта тенденция наблюдается и в отношении конечных пользователей, то есть технических специалистов, отвечающих за эксплуатацию оборудования на предприятиях.

В настоящее время уплотнители (элементы узлов уплотнения, работающие в условиях сжатия) для ТМО, в зависимости от области применения, изготавливаются из широкого ряда листовых, набивочных, ленточных (рис. 1) и иных (по форме) материалов. Традиционно, уплотнения для неподвижных РГС подразделяются на мягкие, полуметаллические (комбинированные), металлические. В качестве листового материала для пластичных уплотнителей обычно используются различные эластомеры, синтетические пластики, картон, комбинированные материалы на основе эластомеров с армированием различными волокнами, терморасширенный графит и другие.



Рис. 1. Уплотнительная фланцевая лента ГраФлан® ФЛ-ПЛ-002

Традиционные металлические материалы для изготовления фланцевых уплотнителей: нержавеющая сталь, углеродистая сталь, различные цветные металлы (медь, алюминий, серебро и др.). Набивочные материалы изготавливаются, как правило, методом плетения из нитей на основе натуральных или синтетических волокон, в комбинированном виде в состав набивок могут входить ТРГ, металлические нити и др. Для герметизации подвижных соединений трубопроводной арматуры часто используются формованные кольца различного сечения.

Столь широкое разнообразие уплотнительных материалов и изделий обусловлено столь же широким спектром условий эксплуатации оборудования. И если для герметизации соединения в обычной водопроводной системе достаточно взять традиционную резиновую прокладку, то, например, в случае ответственного теплообменника или реакторного оборудования в нефтепереработке или тепловой энергетике уже потребуются комбинированная зубчатая металлическая прокладка с графитовым покрытием.

Разнообразие динамических и химических агрессивных воздействий, которым подвергаются уплотнительные элементы, диктует необходимость вариативного подхода как к выбору материалов изделий уплотнительной техники, так и к методам модификации этих материалов.

Одновременно важно понимать, что утверждение «прокладка протекает» не всегда является справедливым. На самом деле всегда протекает соединение, а прокладка

является только одним из его компонентов. Надёжная работа РГС определяется совокупностью различных факторов, включая условия сборки соединения, рабочие характеристики и качество материала уплотнителя, а также всех других элементов РГС (фланцев, шпилек, гаек, шайб и др.).

Мировая уплотнительная техника предоставляет сегодня разработчикам и конечным пользователям широчайший спектр современных материалов, технологий и изделий. Сегодня многие российские предприятия, следуя духу времени и современным тенденциям, осу-

шествляют плановый переход на безасбестовые уплотнительные материалы с целью повышения надёжности и экологичности РГС. Для замены наиболее распространённого в России материала – асбестосодержащего паронита (ПОН, ПМБ и пр.) – можно использовать различные безасбестовые уплотнения. Наиболее популярными в данном случае являются фланцевые прокладки и сальниковые набивки на основе ТРГ (терморасширенного графита), так как они, как и многие асбестосодержащие материалы, могут использоваться для температуры рабочей среды до + 450 °С (в окислительной среде). Для герметизации рабочих сред с более низкими температурными и силовыми параметрами зачастую применяют безасбестовый паронит и различные модифицированные материалы на основе фторопласта (ПТФЭ).

На сегодняшний день компания «Ильма» готова предложить производителям оборудования и конечным потребителям уплотнений весь спектр высококачественных изделий и материалов для обеспечения надёжной работы подвижных и неподвижных разъёмных соединений оборудования. В номенклатуре компании представлены как собственные инновационные разработки: уплотнения Ильма® (на основе ТРГ) и ГраФлан® (ТРГ с покрытием из ПТФЭ), так и материалы и изделия от ведущих европейских производителей – Klinger, Kempchen и SGL Group.

Наряду с листовыми материалами «Ильма» предлагает на российском рынке немецкое оборудование компании «FuJ Peters», позволяющее осуществлять качественную вырезку фланцевых уплотнений. Оперативную вырезку изделий можно заказать непосредственно в «Ильме», ведь производственные возможности компании позволяют работать в режиме сервисного центра, осуществляющего оперативное изготовление и отгрузку заказов, ответственное хранение, содействие в организации доставки и консультирование по вопросам установки уплотнений.

Фланцевые уплотнения

Серия ГраФлан®

В серии ГраФлан® представлены уплотнительные фланцевые прокладки на основе ТРГ, плакированные экспандированным фторопластом (ПТФЭ) (рис. 2). Прокладки выполнены по запатентованной технологии путём

покрытия графитовой основы тонкой плёнкой на основе микрофибрильного ПТФЭ (или композиционных материалов на его основе). Для точной центровки на гладких фланцах и лёгкого демонтажа прокладки могут комплектоваться устройствами для установки и извлечения. Выпускаются прокладки многоразового использования. Графито-фторопластовые прокладки могут применяться в широком спектре сред, в т.ч. агрессивных, температурный диапазон применения: от - 60 °С до + 260 °С, давление – до 25 МПа.

Прокладка ГраФлан® ФЛ-ПЛ-003 – запатентованная фланцевая прокладка на основе листового ТРГ, армированного перфорированной нержавеющей стальной лентой, плакированная ПТФЭ. Прокладка обладает высокой экологичностью, повышенными антиадгезионными и антикоррозионными свойствами. Допускается использование прокладки при высоких давлениях среды и циклических нагрузках.

Прокладка ГраФлан® – Спецназ ФЛ-ПЛ-005 – запатентованная многоразовая фланцевая прокладка на основе листового ТРГ, армированного гладким нержавеющей стальным листом, плакированная ПТФЭ, с нержавеющей стальным установочным кольцом (может комплектоваться державкой для установки и извлечения) – (рис. 3). Уплотнение отличается повышенной прочностью за счёт ограничительного кольца, исключающего пережатие и разрушение прокладки при неконтролируемой затяжке. Державка помогает обеспечить лёгкий и точный монтаж прокладки без полной разборки фланцевого соединения и быстрый демонтаж. Прокладка может устанавливаться повторно до 4-х раз, эксплуатационный ресурс – не менее 15 лет.

Уплотнения из ТРГ

Одно из популярных фланцевых уплотнений в линейке компании «Ильма», зарекомендовавшее себя за много лет – фланцевая прокладка Ильма® ФЛ-ПЛ-003, изготовленная из листового ТРГ, армированная перфорированной нержавеющей стальной лентой. За счёт армирования прокладка обладает повышенной прочностью, может использоваться при наличии переменных тепловых и динамических нагрузок. Благодаря оригинальной технологии



Рис. 2. Фланцевая прокладка ГраФлан® ФЛ-ПЛ-003



Рис. 3. Многоразовая фланцевая прокладка ГраФлан® – Спецназ ФЛ-ПЛ-005

закатки торцевых поверхностей, прокладка имеет ровную кромку по периметру (без повреждения и загиба армирующего сердечника) и отличается повышенной стойкостью к радиальной деформации.

В 2011 году в продуктовой линейке компании «Ильма» появился новый высококачественный листовой уплотнительный материал Ильма® Графит (рис. 4). Листовые материалы этой серии производятся из ТРГ специально для российского рынка на заводе SGL Group в Германии. Листы данной серии изготавливаются из графитовой фольги Sigraflex® в соответствии с европейскими стандартами качества, при этом цена этой продукции адаптирована для российского рынка.

Качество графита Sigraflex® признано во всём мире. Благодаря минимальному содержанию примесей графит производства SGL обладает высокой коррозионной стойкостью и повышенной износостойкостью. Уплотнительные графитовые материалы Sigraflex® сохраняют свои свойства при повышенных температурах. Согласно результатам испытаний, графитовая фольга Sigraflex® показывает минимальные показатели потери массы даже при температуре на 150 °C выше, той, которую способны выдержать образцы графита обычного качества. Непревзойдённые показатели стойкости графита к окислению достигнуты путём длительных исследований и доработки графитовых материалов, которые изначально были разработаны для применения в автомобильной промышленности, а затем стали с успехом применяться в химической, нефтехимической отраслях и в энергетике.

Основные отличительные особенности материалов серии Ильма® Графит, изготовленных из фольги Sigraflex®: низкий коэффициент утечки, коррозионная стойкость, высокая термическая стабильность.

Ильма® Графит Стандарт – уплотнительный лист, изготовленный из однородного графита общепромышленного назначения (содержание углерода в графите $\geq 98.0\%$). В состав материала не входят клей, закрепляющие вещества и наполнители.

Ильма® Графит Универсал – уплотнительный лист, выполненный по бесклеевой технологии из графитовой фольги с армированием из листовой перфорированной нержавеющей стали.

Безасбестовый паронит

Компания «Ильма» предлагает безасбестовые листовые материалы общепромышленного и специального назначения под маркой Klinger® и под собственной маркой Ильма-Express.

Klingersil® – линейка безасбестовых листовых уплотнительных материалов, которые применяются для изготовления фланцевых уплотнений для неподвижных разъёмных соединений промышленного и энергетиче-

ского оборудования. Листовые материалы Klingersil® производятся на основе минеральных, арамидных волокон и отличаются высокой стойкостью к давлению.

Последняя разработка компании Klinger – материал Klinger® Quantum. Создание этого материала явилось результатом совершенствования уплотнителей с армирующими волокнами. Тем самым преследовалась цель разработать безасбестовый материал с характеристиками, аналогичными тем, которыми обладал ранее ис-



Рис. 4. Фланцевые прокладки серии Ильма® Графит

пользуемый асбестосодержащий уплотнитель Klingerit. В сравнении с традиционными безасбестовыми уплотнителями с армирующими волокнами Klinger® Quantum обладает тремя существенными преимуществами:

- является высокоэластичным материалом, подобным уровнем эластичности не обладал ни один ранее известный уплотнитель такого типа;
- сохраняет свои свойства в условиях продолжительных повышенных температур;
- обладает повышенной химической стойкостью и в сравнении со всеми известными уплотнителями с армирующими волокнами может применяться в гораздо более широком диапазоне рабочих сред.

Ильма-Express – универсальный листовый прокладочный материал общепромышленного назначения. Изготавливается по специальному заказу компании «Ильма» на заводе Klinger в Австрии. Является безасбестовой альтернативой ПОН. Этот материал пригоден для использования в широком спектре сред, включая масла, топливо, щелочи, умеренный пар, углеводороды и пр. Отличается улучшенными антикоррозионными свойствами и характеристиками восстанавливаемости и сжимаемости по сравнению с асбестосодержащими уплотнительными материалами. Срок хранения материала не менее 5 лет.

Уплотнения для подвижных соединений

Для герметизации вращающихся валов насосов инженерами компании «Ильма» рекомендован к применению инновационный комплект набивочных колец – из саль-

никовой набивки ГраФлан® СН-ПЛ-001 (рис. 5) и набивки из ТРГ, которые устанавливаются в сальниковую камеру кольцами — одно за другим. Такая комбинация позволяет обеспечить максимальную эффективность соединения, как с точки зрения герметичности, так и в отношении срока эксплуатации. При отказе от асбесто-содержащих уплотнительных материалов для герметизации трубопроводной арматуры предлагается использовать набивку сальниковую ГраФлан® СН-ПЛ-001 или набивку из ТРГ, в зависимости от температуры.

Насосы являются одним из самых проблемных и часто ремонтируемых видов тепломеханического оборудования. В настоящее время для герметизации сальниковых узлов насосов используется сальниковая набивка следующих видов: ЛП-31, АП и АГИ, а также набивка из ТРГ различных марок.

При герметизации сальниковых узлов насосов наиболее популярна набивка ЛП-31. Среди главных достоинств данной набивки специалисты выделяют удовлетворительное качество герметизации не только новых, но и изношенных сальниковых узлов, а также незначительное негативное влияние на защитную гильзу вала. Льняная набивка не набухает при нахождении насоса в резерве. Материал уплотнения вымывается из сальниковой камеры постепенно, поэтому практически всегда можно установить необходимость замены сальника (протечка не уменьшается при подтяжке крепежа нажимной втулки). Все это объясняет широкое использование данного типа набивки в тепловой энергетике на сетевых и подпиточных насосах (T_p 60 °С, V_{op} 4 м/с), насосах холодной воды (T_p 5-20 °С, V_{op} 4 м/с), и даже в ряде случаев на питательных насосах (T_p 105 °С, V_{op} 10 м/с).

Асбестосодержащие набивки АП и АГИ, в большей степени, используются на питательных насосах. Специалисты отмечают, что данные набивки обеспечивают лучшую герметичность сальниковых узлов, чем набивки на основе льна.

К основным недостаткам традиционных набивок (ЛП, АП, АГИ) относятся короткий срок эксплуатации: на горячей воде (60-120 °С) — 1-4 месяца, на холодной воде (5-20 °С) — около 6 месяцев. Наряду с этим, данные набивки оказывают негативное влияние на состояние здоровья человека и не удовлетворяют экологическим требованиям. Асбестосодержащие набивки (АП, АГИ) также вызывают коррозию, повреждают защитную втулку вала и поверхность сальниковых камер насосов.

Набивки из ТРГ в меньшей степени изнашиваются и вымываются и характеризуются большим сроком эксплуатации на новом оборудовании (1 год и более). Набивки из ТРГ характеризуются высокой химической стойкостью и выдерживают относительно высокую температуру.

Основным недостатком набивки из ТРГ является невозможность достижения, в значительном числе случаев, удовлетворительной герметизации изношенных сальниковых камер насосов, склонность к адгезии к контактным поверхностям. К числу недостатков набивок из ТРГ относится не-

благоприятное влияние на узлы насоса, которое возникает по причине попадания воды между графитовыми волокнами, размывания уплотнения и выноса материала уплотнения за пределы сальниковой камеры.

Технология ГраФлан® предполагает использование лакирования (покрытия) основы из терморасширенного графита экспандированной фторопластовой лентой при изготовлении сальниковой набивки. Данная технология дает возможность нивелировать недостатки набивки из ТРГ. Во-первых, исключается или существенно ограничивается попадание рабочей среды между волокнами графитовой основы уплотнения, что определяет значительное увеличение срока службы уплотнения (до 30 лет). Во-вторых, исключается вынос материала набивки и попадание его на узлы насоса, что, в свою очередь, исключает одну из причин механического повреждения и коррозии. В-третьих, существенно снижается фильтрация рабочей среды через набивку. Наряду с этим, использование в качестве оболочки композитного уплотнения ленты из экспандированного фторопласта позволяет получить следующие дополнительные преимущества. Благодаря эластичности уплотнения, создаются условия для успешного использования набивки ГраФлан® в изношенных сальниковых камерах. Значительно (по сравнению с набивкой из ТРГ) уменьшается коэффициент трения по стали, что уменьшает сопротивление вращению вала насоса и экономит электроэнергию. Эксплуатация набивки ГраФлан® на предприятиях теплоэнергетики подтвердила наличие указанных выше преимуществ.

Набивка ГраФлан® относится к уплотнениям нового поколения и обладает серьезными преимуществами перед другими набивочными материалами, используемыми для герметизации разъемных соединений насосов. Важным фактором, который позволяет в полной мере раскрыть эти достоинства, является возможность изменения регламента планово-профилактических работ, связанных с заменой уплотнений. Так, в ряде случаев, чтобы добиться максимального экономического эффекта от использования сальниковой набивки ГраФлан®, допускается увеличение межремонтного периода эксплуатации узлов. Заключение о продлении срока использования набивки может быть принято в случае, если уплотнитель сохранил целостность и продолжает обеспечивать требуемый уровень герметичности узла. Выводы о состоянии уплотнения должны быть сделаны на основании визуального осмотра без разборки крышки насоса. В случае, если набивка была извлечена из сальниковой камеры, производитель не рекомендует устанавливать этот уплотнитель повторно, т.к. верхний фторопластовый слой может потерять свою целостность, что, в свою очередь, может стать причиной разгерметизации узла вследствие разрушения набивки. Как показала практика, вал насоса с установленной в него набивкой ГраФлан® может успешно эксплуатироваться на протяжении 4 лет при условии обеспечения своевременной замены подшипников, а также сохранения механической целостности набивки после ремонтных работ.



Рис. 5. Сальниковая набивка ГраФлан® СН-ПЛ-001