



Стратегическая концепция герметизации фланцевых соединений ответственного оборудования

А.П. Епишов, генеральный директор ООО «Ильма», к.т.н.

В последнем десятилетии прошлого века в российской промышленности и энергетике наметилась тенденция к широкому внедрению новых высокоэффективных уплотнительных материалов. Вступил в активную фазу процесс замены традиционных асбестосодержащих материалов на новые материалы, главным образом, на основе терморасширенного графита (ТРГ) и синтетических волокон. Вместе с тем, относительно низкий уровень надёжности, в том числе, герметичности разъёмных соединений (РС) тепломеханического оборудования остаётся серьёзной проблемой. Главными причинами такого положения дел являются низкий уровень культуры производства при проведении сборки РС и отсутствие конструкций уплотнений с элементами, исключающими их повреждение и разрушение. Эта проблема особенно актуальна на объектах, где эксплуатируется ответственное оборудование с агрессивными и взрывоопасными рабочими средами.



Александр Павлович
Епишов

Факторы, влияющие на качество герметизации разъёмных соединений оборудования

Существует две группы факторов, влияющих на процесс герметизации РС тепломеханического оборудования. Первая группа – это факторы, формируемые разработчиками и производителями уплотнений. Задача разработчиков уплотнений заключается в предоставлении пользователям широкого спектра типов и разновидностей конструкций уплотнений, образно говоря, на все случаи жизни. При этом исключительную важность имеет техническая информация, описывающая особенности конкретного уплотнения: физико-механические свойства, диапазоны рабочих сред и их параметров, степень герметичности, рабочий ресурс, рекомендации по установке, методики расчёта усилий затяжки, рабочие коэффициенты и т.п. Изготовитель уплотнения обязан не только вооружить пользователя требуемой информацией, но, что исключительно важно, – обеспечить соответствие свойств каждого конкретного изделия заявленным для этого типа и исполнения уплотнения свойствам.

Вторая группа – это факторы, формируемые пользователем, такие как: культура производства, квалификация персонала, уровень конструкторской и технологической подготовки производства, режимы эксплуатации оборудования, уровень износа оборудования, наличие технических средств контроля условий сборки РС и т.п.

Как показывает практика, успех надёжной герметизации оборудования может быть обеспечен только при позитивной совокупности этих двух групп влияющих факторов. Даже потенциально надёжное уплотнение не сможет обеспечить герметичность РС, если нарушена процедура сборки соединения, или уплотнение, например, получило повреждение до сборки. В то же время, даже самый высокий уровень сборки РС не решит проблему, если характеристики выбранного уплотнения не соответствуют заявленным.

Во второй группе наиболее критическим является фактор правильной сборки РС. Зачастую именно неправильная сборка РС приводит к разгерметизации оборудования. Два характерных признака неправильной сборки – недостаточное или чрезмерное усилие затяжки крепёжных элементов РС. И если в первом случае, вероятно, ситуацию можно исправить, – просто подтянуть соединение, то во втором, может произойти (и происходит довольно часто) повреждение или разрушение уплотнения. Особенно опасный характер ситуация приобретает в тех случаях, когда повреждение не удаётся выявить даже путём гидравлических испытаний, – скрытый дефект до поры до времени не обнаруживает себя. Но позднее, особенно при наличии циклических нагрузок, усилие затяжки ослабляется и может произойти резкий вынос материала уплотнителя в зоне повреждения с образованием свища. Последствия такой аварии могут иметь самый серьёзный, и даже катастрофический характер.

Таким образом, в ряде случаев, при герметизации наиболее ответственного оборудования, особенно при наличии агрессивных и взрывоопасных рабочих сред, исключительное значение приобретает наличие в конструкции уплотнения элементов, предохраняющих его от повреждения и разрушения при сборке РС.

Стратегическая концепция герметизации фланцевых соединений – перспективная разработка отечественных инженеров

Для герметизации неподвижных РС ответственных узлов оборудования используются фланцевые прокладки с высокими эксплуатационными параметрами. Ниже будет приведено описание наиболее популярных видов таких уплотнений.

Одна из популярных конструкций – прокладка в виде стального сердечника с пазами для установки мягкого уплотнителя, например из ТРГ (см. фото 1). При сборке соединения



Фото 1.
Металлографитовая прокладка

фланцы упираются в сердечник и уплотнитель, таким образом, предохраняется от разрушения. Недостатком такой прокладки является её высокая цена, обусловленная технологией изготовления, — используется стальной лист толщиной не менее 15 миллиметров. Сердечник в этом случае может использоваться повторно, но операция по замене уплотнителя должна производиться в ремонтной мастерской.

Известны также другие решения, например, стальные зубчатые прокладки. В этом случае ограничителем выступает сама стальная прокладка. Основные недостатки такой прокладки — высокие значения усилия затяжки и повреждение уплотняемых поверхностей от внедрения в них вершин зубчатых профилей.

Также широко известны спирально-навитые прокладки (СНП) с кольцами — ограничителями сжатия (см. фото 2). Недостатком этих прокладок является низкая упругая деформация (относительно чистого ТРГ) и невозможность повторного использования.

При герметизации фланцевых соединений довольно широко используются фланцевые прокладки, вырубленные из листа чистого ТРГ, армированного перфорированным стальным листом. Довольно часто, конечные пользователи заказывают такие прокладки с обтюратором по внутреннему (см. фото 3), и иногда и по наружному диаметру, полагая, что обтюратор спасает прокладку от передавливания. На самом деле это не так. Обтюратор при неконтролируемой затяжке или при наличии непараллельности фланцев может быть разрушен, то есть, он не является элементом, ограничивающим сжатие прокладки. Назначение обтюлятора, — исключение доступа к материалу уплотнителя рабочей среды или внешней среды.

Российские инженеры из Санкт-Петербурга разработали новую стратегическую концепцию герметизации фланцевых соединений, нацеленную не только на исключение повреждения уплотнения при сборке РС, но также, и на удобство при её установке. Впервые предложено специальное установочное металлическое кольцо, содержащее элемент для закрепления на нём уплотнителя-картриджа и элемент (внутреннее металлическое армирующее кольцо), исключающий передавливание и, соответственно, разрушение уплотнителя при сборке РС (см. фото 4 и 5). Установочное кольцо центруется по крепёжным элементам и может быть снабжено специальной державкой для удобства монтажа и демонтажа.

В качестве материала установочного кольца используется нержавеющая сталь. Уплотнитель-картридж может быть выполнен практически из любого пластичного уплотнительного материала. Данное конструктивное решение гарантирует целостность уплотнителя при сборке РС. Размеры элементов установочного кольца (в частности толщина кольца-ограничителя сжатия) должны соотноситься с размерами (толщиной) уплотнителя. При этом при контакте фланцев с ограничительным кольцом деформация уплотнителя не должна превышать предельные значения для данного материала. Главное достоинство предложенного решения заключается в том, что установочное кольцо может использоваться повторно, а смена уплотнителя производится довольно быстро прямо на месте РС. Также вместо уплотнителя-картриджа на время ремонтов в установочное кольцо может быть помещена межфланцевая герметизирующая заглушка, содержащая уплотнитель.



Фото 2.
Прокладка СНП



Фото 3.
Армированные графитовые прокладки с обтюратором



Фото 4. Установочное кольцо с графито-фторопластовым уплотнителем-картриджем и державкой для установки и извлечения



Фото 5. Установочные кольца с различными видами уплотнителей-картриджей