Научно-технический аспект мероприятий по обеспечению герметичности оборудования в химической, нефтехимической и нефтегазоперерабатывающей промышленности.

Нагиев Руслан Агабадалович / Nagiev Ruslan Agabadalovich –заместитель директора, ООО «Эксперт-Проект», г. Лениногорск

Иванов Константин Владимирович / Ivanov Konstantin Vladimirovich – директор, ООО «Эксперт-Проект», г. Лениногорск

Муртазина Эльвира Илгизаровна / Murtazina Elvira Ilgizarovna – ведущий инженер, ООО «Эксперт-Проект», г. Лениногорск

Аннотация: в статье рассматриваются некоторые особенности при осуществлении экспертизы промышленной безопасности проектной документации в части анализа и оценки мероприятий по обеспечению герметичности оборудования и актуализируются научно-технические основания для рассмотрения вопросов связанных с неподвижными герметичными разъемными соединениями.

Ключевые слова: промышленная безопасность, экспертиза промышленной безопасности, проектная документация, разъемные герметичные соединения, испытания на герметичность, химическая, нефтехимическая и нефтегазоперерабатывающая промышленность.

Регламентированное, а значит и безопасное, функционирование любой технологической линии, находящейся под давлением (или разряжением) рабочей среды, во многом определяется герметичностью разъемных соединений компонентов этой линии (аппаратов, трубопроводов, машин) и прочностью деталей, составляющих эти компоненты, в том числе и деталей этих соединений. И хотя узел уплотнения имеет небольшой удельный вес в конструкции, от него во многом зависит работоспособность всей технологической системы. Кроме очевидных экономических потерь (сырье, конечный продукт), нарушение герметичности приводит к загрязнению окружающей среды и в некоторых случаях, значительному снижению уровня безопасности эксплуатации оборудования при протечках токсичных, взрыво- и пожароопасных рабочих сред. Нарушение же прочности может быть причиной аварий с серьезными последствиями.

Анализ причин аварий и загрязнения окружающей среды показывает [1], что в основном они происходят из-за неудовлетворительного технического состояния разъемных герметичных соединений (РГС) промышленного оборудования, работающего под давлением.

При экспертизе промышленной безопасности необходимо учитывать следующее [2]:

- Технологические системы, в которых обращаются горючие продукты (газообразные, жидкие, твердые), способные образовывать взрывоопасные смеси с воздухом, должны быть герметичными и исключать создание опасных концентраций этих веществ в окружающей среде во всех режимах работы;

- Конструкция уплотнения, материал прокладок и монтаж фланцевых соединений должны обеспечивать необходимую степень герметичности разъемного соединения в течение межремонтного периода эксплуатации технологической системы;

- На трубопроводах для транспортирования взрывопожароопасных продуктов должна устанавливаться арматура с металлическим уплотнением в затворе. Класс герметичности определяется в проектной документации.

Проектирование уплотнительных узлов связано с широким кругом вопросов и требует комплексного решения задач, находящихся на стыке отдельных научных дисциплин.

Разъемные герметичные неподвижные соединения (РГНС) являются узлами, обеспечивающими герметичность соединения отдельных участков трубопроводов и аппаратов (крышек, днищ, патрубков).

Основные детали этих соединений: уплотнительный элемент (прокладка), замыкающие прокладку 1, фланцы 2 и крепежные элементы 3, обеспечивающие прочность соединения при рабочем давлении уплотняемой среды и требуемое усилие нагружения уплотнительного элемента (рис. 1).

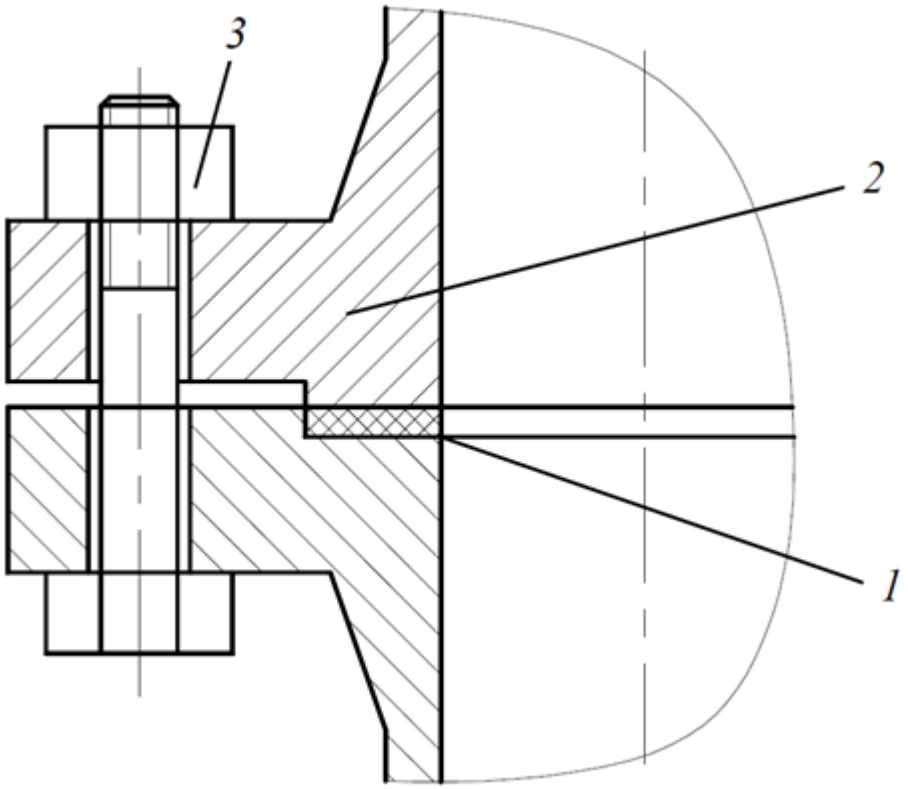


Рис. 1

Нормативные условия испытания оборудования на герметичность зависят от условий эксплуатации оборудования (свойств рабочей среды, ее рабочего давления), типа оборудования и экологических норм эксплуатации. Так, для оборудования химической и нефтехимической промышленности в настоящее время испытания на герметичность оборудования осуществляют замером падения давления. В результате проведенного анализа существующих методов определения условий герметизации разъемных соединений и уплотнительных соединений установлено: наиболее объективным является экспериментальный метод, при котором оценка герметичности производится по величине утечки уплотняемой (газовой) среды - степени герметичности [1].

Это наиболее простой и дешевый метод оценки герметичности, не требующий специального дорогостоящего оборудования. Однако оценка герметичности по этому методу довольно приближенная.

Вводится допускаемый коэффициент негерметичности m, соответствующий величине падения давления в единицу времени при испытании объекта на герметичность [3]:

$$m = (P_н T_к – P_к T_н)/P_н T_к \text{ , (1)}$$

где, $P_н = P_н^б + P_н^м$; $P_к = P_к^б + P_к^м$ - абсолютные давления в начале и конце испытания (Па); индексы «б» и «м» – барометрическое и показание манометра; Т – абсолютная температура среды в испытываемом оборудовании; - время.

В таблице 1 представлены значения допускаемых коэффициентов негерметичности m для отдельных видов оборудования.

Таблица 1

Оборудование	Среда в оборудовании	Длительность испытания, $P_{нач}$	m, $ч^{-1}$
Сосуды, поршневые компрессоры и другое оборудование под давлением			
Вновь установленное оборудование	Токсичная	24 ч при рабочем давлении	10^{-3}
	Пожаро- и взрывоопасная		$2x10^{-3}$
При повторных испытаниях	Токсичная, пожаро-и взрывоопасная	4 ч при рабочем давлении	$5x10^{-3}$
Трубопроводы для горючих, токсичных и сжиженных газов			
Внутрицеховые	Токсичные и горючие	24 ч при рабочем давлении	$5x10^{-4}$
	Прочие горючие газы		10^{-3}
Межцеховые	Токсичные		10^{-3}

174

Испытание на герметичность проводят воздухом или азотом, а затем, при оценке количества протечки, пересчитывают на рабочий газ по выражению [3]:

$$G = 1,2 \times 10^{-4} nmVP(M_p / T_p), \quad (2)$$

где n – коэффициент запаса, учитывающий ухудшение герметичности соединений с течением времени их эксплуатации, n = 1,5…2,0; M_p – молярная масса рабочего газа; T_p – его рабочая температура; V – объем рабочей полости объекта.

Таким образом, всеобъемлющий взгляд на анализ и оценку мероприятий по контролю обеспечения герметичности в проектной документации должен исходить из того, что общая технология обеспечения герметичности разъемных соединений разделена на технологию их создания и технологию эксплуатации. Эти технологии имеют ряд общих принципов достижения работоспособности разъемных соединений. Они включают: выбор конструкций и материалов; учет особенностей эксплуатации оборудования через расчеты по определению усилий или контактных давлений, действующих на детали и элементы, при действии давления или при предварительном нагружении; разработку критериев оценки качества изготовления и сборки; технологическое обеспечение изготовления и сборки, а также оценку фактического технического состояния деталей и элементов разъемных соединений перед сборкой. Доказано, что невыполнение этих принципов приводит к потере герметичности соединения или недопустимой по условию прочности перегрузке его деталей [1].

Список литературы

1. Погодин В.К. Технология и техника обеспечения герметичности разъемных соединений оборудования высокого давления: афтореф. дис. … д-ра технич. наук, 05.04.09. / В.К. Погодин. – Москва: 2000. – 34 с.

2. Федеральные нормы и правила в области промышленной безопасности "Общие правила

взрывобезопасности для взрывопожароопасных химических, нефтехимических и нефтеперерабатывающих производств" (утв. Приказом Ростехнадзора от 11.03.2013 N 96).

3. Продан В. Д. Герметичность разъемных соединений оборудования, эксплуатируемого под давлением рабочей среды: учебное пособие / В.Д. Продан. – Тамбов: Изд-во ФГБОУ ВПО «ТГТУ», 2012. –280 с.