

УДК. 621.643

ПРОБЛЕМЫ ГЕРМЕТИЗАЦИИ ФЛАНЦЕВЫХ СОЕДИНЕНИЙ СОЕДИНИТЕЛЬНОЙ И ЗАПОРНОЙ АРМАТУРЫ

М. И. Родимова, Х. К. Кадеров, М. В. Корчагина, С. О. Киреев

Донской государственной технической университет (г. Ростов-на-Дону, Российская Федерация)

Рассмотрены проблемы герметизации фланцевых соединений фонтанной арматуры и запорных устройств, виды металлических прокладок и их конструктивные особенности. Приведены достоинства и недостатки фланцевого соединения. Обосновывается необходимость подбора оптимального уплотнения фланцевого соединения фонтанной арматуры и разработки оптимальной конструкции.

Ключевые слова: фланцевое соединение, герметичность, прокладки, уплотнения.

PROBLEMS OF SEALING OF FLANGED JOINTS OF CONNECTING AND SHUT-OFF VALVES

M. I. Rodimova, H. K. Kaderov, M. V. Korchagina, S. O. Kireev

Don State Technical University (Rostov-on-Don, Russian Federation)

The paper considers the problems of sealing flanged connections of fountain fittings and shut-off devices, types of metal gaskets and their design features. The advantages and disadvantages of the flange connection are given. The necessity of selecting the optimal sealing of the flange connection of fountain fittings and developing an optimal design is justified.

Keywords: flange connection, tightness, gaskets, seals.

Введение. Монтаж многих видов нефтегазового оборудования производится с помощью фланцевых соединений. Такой вид соединений используется в насосном оборудовании для откачки нефти, в устьевой арматуре, манифольдах различного назначения и в противовыбросовом оборудовании. Оборудование скважин для добычи нефти и газа осуществляет сложные и опасные технологические процессы, которые обязывают его быть исключительно надежным. Аварии с подобного рода оборудованием могут привести к серьезным последствиям — выбросам и пожарам. Именно по этой причине при конструировании арматуры, манифольдов и узлов крепления насосов и противовыбросовых устройств нужно стремиться к улучшению их надежности и герметичности [1].

Конструктивные особенности и герметичность. Фланцевое соединение — это соединение участков трубопровода с помощью фланцев в виде колец или плоских дисков, на которых равномерно размещены отверстия для крепежных элементов, в качестве которых обычно применяют шпильки или болты [2].

Фланец (рис. 1) применяют для монтажа трубопроводов и оборудования практически во всех отраслях. Многообразие материалов, из которых изготавливаются фланцы, позволяет применять эту продукцию в качестве соединительных деталей трубопровода почти при любых условиях внешней среды (влажности, температуре) и в соответствии со средой, проходящей по трубопроводу, в том числе и агрессивной.

Применение фланцевых соединений в трубопроводах обусловлено простотой сборки и возможностью замены запорной арматуры или фасонных изделий. При этом конструкция обеспечивает сравнительно прочную стыковку частей трубопровода [3].

Конструктивные особенности фланцев. В России используют три вида соединительных фланцев трубопроводов, отличающихся по конструкции. Параметры установлены ГОСТами. Типовая классификация стальных фланцев внесена в перечисленные стандарты:

— ГОСТ 12 820–80 используется для плоских приварных деталей. Элемент «одевается» на трубу с последующим крепежом посредством сварки. Соединение выполняется двумя швами по месту стыка. Монтаж отличается трудоемкостью, но обеспечивает надежную стыковку (рис. 1).



Рис. 1. Плоский фланец

— ГОСТ 12 821–80 применяется при стандартизации приварных деталей встык (воротниковый фланец). При монтаже соединения производится стыковка торца трубы и воротника основной детали. Для более прочного положения деталей проводится сварка однократным швом (рис. 2).



Рис. 2. Воротниковый фланец

— ГОСТ 12 822–80 используется для свободных частей на кольце. В комплектации имеется дополнительный элемент — кольцо, равное диаметру фланца. Данная конструкция отличается простотой монтажа, который эффективно используется в труднодоступных местах. Тип соединения применяется, если есть необходимость в частых ремонтах. Суть монтажа состоит в том, что необходимо приварить кольцо при свободном размещении фланца, который легко вращается на трубе (рис. 3) [4].



Рис. 3. Свободный фланец

При помощи уплотнительных материалов производят полную герметизацию соединений и систем для бесперебойной, надежной и более длительной эксплуатации оборудования [5].

Важнейшим требованием к любому соединению трубопроводной арматуры является герметичность. С целью обеспечения необходимой изоляции устанавливают прокладки, которые при сжатии герметизируют фланцевое соединение. Для того, чтобы поддерживать герметичность на достаточно высоком уровне, важно периодически подтягивать крепёж, фиксирующий соединение фланцев, а также менять прокладки между фланцами [6].

Одним из видов прокладок являются металлические прокладки. Выпускаются они обычно на основе пластичных и мягких металлов, которые во время зажатия легко деформируются и герметизируют стык. Они могут быть медными или стальными.

Металлические прокладки (в том числе стальные уплотнительные фланцевые линзы и прокладки) разнообразных размеров и форм рекомендуется использовать в условиях высоких давлений и температур, тогда как использование полуметаллических и неметаллических прокладок не представляется возможным [7].

Для более плотного прилегания металлической прокладки к пазам уплотнительной поверхности фланцев необходимо приложить высокую нагрузку, сообщаемую затянутыми болтами или шпильками. Таким образом, на сравнительно небольшую поверхность контакта стальной прокладки с пазами уплотнительной поверхности фланцевого изделия производится высокое давление, в результате которого уплотнение проходит особенно эффективно.

Виды металлических прокладок:

— стальные кольцевые прокладки (рис. 4) (кольца Армко) восьмиугольного, треугольного, овального, ВХ или RХ-сечения;

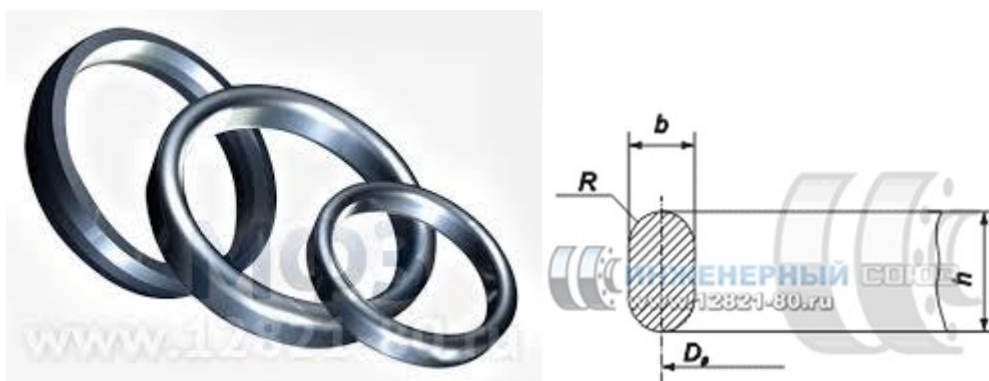


Рис. 4. Прокладка стальная фланцевая овального сечения (кольца Армко)

— линзы уплотнительные (рис. 5) — им присуща сферическая контактная поверхность, регламентируются стандартами DIN 2696, ГОСТ 10 493–81.

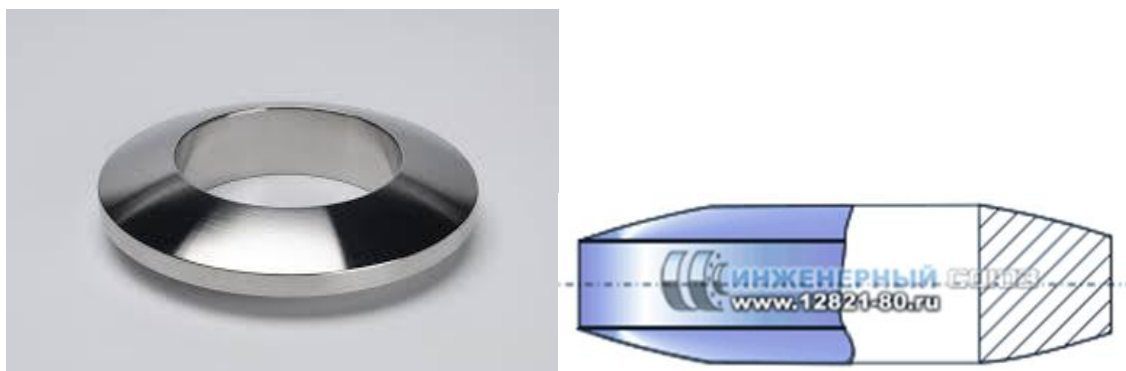


Рис. 5. Прокладки уплотнительные линзовые

— приварные металлические мембранные прокладки (рис. 6) регламентируются немецкими промышленными стандартами (DIN 2695). Этот вид прокладок производится из того же материала, что и соединяемые фланцы. Состоят они из двух одинаковых колец толщиной примерно 4 мм. При монтаже каждое из колец приваривается к соответствующему фланцу, после этого фланцы соединяются, а кольца привариваются друг к другу по внешнему диаметру.



Рис. 6. Прокладка приварная мембранная

При подборе прокладок и других деталей фланцевого соединения, важно иметь в виду обязательные характеристики, такие как: рабочая температура, соответствие уплотнительной поверхности фланца, номинальное давление, рабочая среда [8].

Основными требованиями к уплотнению являются: стойкость к среде в которой работают, упругость, антикоррозийность и сохранение своих физических свойств при рабочей температуре среды.

При применении металлических прокладок металл не должен деформировать уплотняющие поверхности фланца. Поэтому металл прокладок должен иметь твердость ниже, чем металл уплотняемых поверхностей фланцев.

Достоинства и недостатки фланцевого соединения. Достоинствами фланцевого соединения являются возможность многократного монтажа, демонтажа и использования в широком температурном диапазоне, а также надежность и прочность. Использование фланцев возможно при практически различных диаметрах арматуры, что подтверждает опыт ведущих зарубежных и отечественных производителей. Такие соединения используют в тех случаях, когда необходимо присоединить арматуру. Эта операция возможна только благодаря практичным свойствам фланцев. Также их довольно часто используют тогда, когда необходимо разобрать арматуру на несколько составляющих.

Недостатками фланцевого соединения являются излишняя трудоёмкость монтажных работ и высокая стоимость. Вместе с этим фланцевое соединение обладает еще одним недостатком — низкой надежностью при использовании. Это связано с изменением давления и низкой устойчивостью к перепадам температуры. Таким образом, если среда, транспортируемая по трубам, будет подвергаться перечисленным изменениям, то фланцевые соединения ослабнут. Это, в свою очередь, может привести к возникновению протечки [9].

Заключение. Проблема надежности герметизации фланцевых соединений остается актуальной и на сегодняшний день. Направлениями исследований в рассматриваемой области являются изучение контактной прочности в зоне уплотнения, изменение конструкции уплотнения, учитывающее возможность герметизации сред с высоким давлением. Проведение исследований возможно с применением современных программных комплексов моделирования и инженерных расчетов.

Библиографический список.

1. Фланцевые соединения трубопроводов / ДНС детали специального назначения: [сайт] — URL : <http://www.dsnsrb.ru/articles/view/flancevye-soedineniya-truboprovodov/> (дата обращения: 03.03.2021).
2. Фланцевые соединения, что это такое? Типы фланцевых соединений. / ООО НПП Система-А: [сайт] — URL:<https://systema-a.com.ua/publikatsii/flantsevye-soedineniya-cto-eto-takoe-tipy-flantsevyh-soedinenij> (дата обращения: 03.03.2021).
3. Основные характеристики и назначение фланцевых соединений / Jafar-Rus: [сайт] — URL : <https://jafar-rus.ru/news/articles/osnovnye-kharakteristiki-i-naznachenie-flantsevykh-soedineniy> (дата обращения: 03.03.2021).
4. Преимущества и недостатки фланцевых соединений / Независимый бостонский альманах: [сайт] — URL: <http://lebed.com/tehnika/preimushhestva-i-nedostatki-flantsevyih-soedineniy.htm> (дата обращения: 03.03.2021).
5. Добыча нефти фонтанным и газлифтным способами: особенности, преимущества и недостатки / Единый стандарт центр сертификации и лицензирования: [сайт] — URL: [единый https://1cert.ru/stati/dobycha-nefti-fontannym-i-gazliftnym-sposobami](https://1cert.ru/stati/dobycha-nefti-fontannym-i-gazliftnym-sposobami) (дата обращения: 05.03.2021).
6. Прокладки неметаллические / Конар-промышленная группа : [сайт] — URL: <https://konar.ru/produkcija/prokladki/prokladki-nemetallicheskie> (дата обращения: 05.03.2021).
7. Продукция / Реком - завод деталей трубопроводов : [сайт] — URL:<http://www.zavod-rekom.ru/products/kombinirovannye-uplotneniya> . (дата обращения: 05.03.2021).
8. Продан, В. Д. Герметичность разъёмных соединений оборудования, эксплуатируемого под давлением рабочей среды: учебное пособие / В. Д. Продан. — Тамбов : Издательство ФГБОУ ВПО «ТГТУ», 2012. — 280 с.

9. Классификация фланцевых прокладок и их выбор для различных фланцевых соединений / Метизно-фланцевый завод : [сайт] — URL: https://www.12821-80.ru/tech/83-Flancevye_prokladki_Vybor. (дата обращения: 05.03.2021).

Об авторах:

Родимова Мария Ивановна, магистрант кафедры «Машины и оборудование нефтегазового комплекса» Донского государственного технического университета (344003, РФ, г. Ростов-на-Дону, пл. Гагарина, 1), rodimova-masha@rambler.ru

Кадеров Хайдырь Кадерович, доцент кафедры «Машины и оборудование нефтегазового комплекса» Донского государственного технического университета (344003, РФ, г. Ростов-на-Дону, пл. Гагарина, 1), кандидат технических наук, доцент, spu58.2@donstu.ru

Корчагина Марина Валерьевна, доцент кафедры «Машины и оборудование нефтегазового комплекса» Донского государственного технического университета (344003, РФ, г. Ростов-на-Дону, пл. Гагарина, 1), кандидат технических наук, ms.korchaginamv@mail.ru

Киреев Сергей Олегович, заведующий кафедрой «Машины и оборудование нефтегазового комплекса» Донского государственного технического университета (344003, РФ, г. Ростов-на-Дону, пл. Гагарина, 1), доктор технических наук, профессор, spu-58.2@donstu.ru

About the Authors:

Rodimova, Mariya I., Master's degree student, Department of Machinery and Equipment of Oil and Gas Complex, Don State Technical University (1, Gagarin sq., Rostov-on-Don, 344003, RF), rodimova-masha@rambler.ru

Kaderov, Khaydyar K., Associate professor, Department of Machinery and Equipment of Oil and Gas Complex, Don State Technical University (1, Gagarin sq., Rostov-on-Don, 344003, RF), Cand.Sci., Associate professor, spu58.2@donstu.ru

Korchagina, Marina V., Associate professor, Department of Machinery and Equipment of Oil and Gas Complex, Don State Technical University (1, Gagarin sq., Rostov-on-Don, 344003, RF), Cand.Sci., ms.korchaginamv@mail.ru

Kireev, Sergey O., Head, Department of Machinery and Equipment of Oil and Gas Complex, Don State Technical University (1, Gagarin sq., Rostov-on-Don, 344003, RF), Dr.Sci., Professor, spu-58.2@donstu.ru