



4 фактора, влияющие на надежность фланцевого соединения в трубопроводах. База знаний ОНИКС

А. ОСКОЛКОВА – контент-менеджер ООО «ОНИКС»

Трубопроводы используются для транспортировки жидкостей, отвода канализационных и сточных вод, газообразных веществ, кислотосодержащих сред, нефтепродуктов, суспензии, масел или мелких частиц, взвешенных в потоке воздуха или воды. Внешние климатические показатели характеризуют эксплуатацию трубопровода в условиях низких температур Крайнего Севера, при скалистом грунте, сейсмически активных территориях, через болота и обводненные участки, барханные пески или при проверке прочности и устойчивости насыпных (наземных) или подземных трубопроводах. Конструкция трубопровода должна сопротивляться внешним и внутренним воздействиям без разрушения. В этой статье расскажем вам про 4 критически важных фактора, от которых зависит фланцевое соединение в трубопроводах химической, нефтяной и газовой отрасли.

СРЕДА

По типу транспортируемого вещества выделяют три вида: неагрессивные/малоагрессивные, среднеагрессивные и высокоагрессивные среды. Если среда трубопровода носит агрессивный характер, то это влечет к износу конструкции. Среди опасных факторов – возникновение коррозии. Коррозионные разрушения можно подразделить на разные виды и типы в зависимости от воздействия и характера среды. Например, коррозию разделяют по механизму взаимодействия материала с атмосферными условиями (химическая, электрохимическая), характеру изменения поверхности у объекта коррозии и по виду окружающей среды.

Атмосфера, почва, морская вода, температура, радиоактивное излучение или кислотосодержащие среды имеют сильное влияние на трубопровод. К примеру, в нефтехимической промышленности часто встречается газовая коррозия металлов при условии минимального содержания влаги при получении серной и азотной кислоты, на стадии окисления диоксида серы или в процессе синтеза органических спиртов. В газовом трубопроводе фланцевые соединения используются не так часто. Их применяют только там, где есть фланцевая арматура, например, к ним можно отнести задвижки.

В результате, условия эксплуатации агрессивных сред бывают газовые и жидкие. Первые включают в себя сероуглерод, углекислый, сернистый газ, метан, акролеин и др. Таким образом, способность к растворению в воде, разновидность и концентрация газов, их температурный диапазон и влажность оказывают влияние на силу разрушения конструкции. Ко второму виду жидких агрессивных сред относят: щелочные, кислотные и солевые растворы, нефтепродукты, различные масла, растворители и др. Учитывайте напор и силу движения среды, а также ее концентрацию и температуру.

МАРКА СТАЛИ

Окружающая среда воздействует на металл создавая два типа коррозионных процессов: химическую и электрохимическую коррозию. Если условия работы трубопровода носят неагрессивный характер или линия предназначена для работы в критических температурах Севера, используют сплавы на основе углерода. Для придания специальных свойств (коррозионная стойкость, жаростойкость, жаропрочность, хладостойкость, криогенность), состав стали легируют дополнительными химическими элементами. Наиболее часто встречаются хром, никель, молибден, ванадий.

Для количественной и качественной оценки коррозионной стойкости металлов к процессу коррозии установлена десятибалльная шкала коррозионной стойкости, отраженная в табл. 1.

Для изготовления фланцев существует ряд рекомендованных сплавов по ГОСТ 33259-15, пункт 7.9, табл. 11. Фрагмент информации из НД представлен в табл. 2.

Таблица 1. Шкала коррозионной стойкости металлов и скорость коррозионных процессов по ГОСТ 9.908-85 (устар. ГОСТ 13819-68)

Балл	Группа стойкости	Скорость коррозии металла в год, мм/год
1	Совершенно стойкие	менее 0,001
2	Весьма стойкие	от 0,001 до 0,005
3		от 0,005 до 0,01
4	Стойкие	от 0,1 до 0,05
5		от 0,05 до 0,1
6	Пониженно-стойкие	от 0,1 до 0,5
7		от 0,5 до 1,0
8	Малостойкие	от 1,0 до 5,0
9		от 5,0 до 10,0
10	Нестойкие	10,0



Таблица 2. Рекомендуемые материалы для изготовления фланцев по ГОСТ 33259-15 с учетом транспортируемых веществ для бесшовных труб по ГОСТ 32569-13.

Группа стали	Марка материала	Транспортируемые вещества*	Температура применения, °С	PN, кгс/см ² , не более
Сталь углеродистая	20	А, Б, В (кроме пара и горячей воды)	От -40 до 475	PN 250
Низколегированная сталь	09Г2С	Все среды	От -70 до 475	PN 250
Сталь теплоустойчивая	15Х5М	Все среды	От -40 до 650	PN 250
	12Х18Н10Т	Все среды	От -270 до 610	PN 250
	06ХН28МДТ	Не указано	От -196 до 400	PN 250
Сталь коррозионностойкая	10Х17Н13М2Т	Все среды	От -253 до 700	PN 250

*Обозначение транспортируемых веществ:

А – Вещества с токсичным действием ГОСТ 12.1.007

- а) чрезвычайно и высокоопасные вещества классов 1,2
- б) умеренно опасные вещества класса 3;

Б – Взрыво- и пожароопасные вещества ГОСТ 12.1.044

- а) горючие газы (ГГ), в том числе сжиженные (СУГ)
- б) легковоспламеняющиеся жидкости (ЛВЖ)
- в) горючие жидкости (ГЖ);

В – Трудногорючие (ТГ) и негорючие вещества (НГ) по ГОСТ 12.1.044



Стали 12Х18Н10Т и 10Х17Н13М2Т имеют высокую стойкость в средах с кислотным и щелочным характером или первый балл стойкости, согласно табл.1. Железоникелевый сплав 06ХН28МДТ широко применяют в условиях производства серной кислоты различной концентрации. В северных регионах с холодным климатом высоко ценят механические и физические свойства черной стали 09Г2С.

Кстати, про большинство сталей, сотрудники ОНИКС уже рассказали в формате видео на YouTube-канале в рубрике «Стальные нервы». Переходите по qr-коду, чтобы узнать про разные стали и сплавы подробнее.



ТЕМПЕРАТУРА

Температура окружающей среды определяет климатические зоны работы линии трубопровода. Россия расположена в трех климатических поясах: арктическом, субарктическом и умеренном. В зависимости от установки трубопровода, магистраль взаимодействует с окружающей средой, будь то мерзлый, антропогенный, морской, пресноводный, сыпучий, торфяной или скальный грунт. В табл. 3 представлено соотношение температуры к различным разновидностям грунта.

Фланцевый ГОСТ 33259-15 регламентирует допустимую температуру рабочей среды для грамотной работы фланцевых соединений. К примеру, плоские приварные фланцы применяют при температуре среды до 300°C. А воротниковые фланцы приварные встык используют при температуре более 300°C. Плоские фланцы (тип 01, 02) нельзя использовать в холодных условиях окружающей среды ниже -40°C, тогда как фланцы типов 03 (плоские свободные на отбортовке), 04 (плоские свободные на хомуте под приварку) и тип 11 (воротниковые) допускаются к использованию в условиях северного климата.

Температура тесно связана с номинальным давлением. Чем выше коэффициент температуры, тем ниже номинальное давление. Поэтому фланцы с одинаковым диаметром при разных температурах будут выдерживать разные пределы давления.

Таблица 3. Соотношение температуры и разновидности грунтов по ГОСТ 25100-20

Разновидность грунтов	Температура грунтов T, °C
Немерзлый (талый)	$T \geq 0$
Охлажденный	$0 > T \geq T_{bf}$
Мерзлый	$T < T_{bf}$
Морозный (для класса скальных грунтов)	$T < 0$
Сыпучемерзлый (для дисперсных грунтов)	$T < 0$

ГЕРМЕТИЧНОСТЬ

Критичным фактором, оказывающим влияние на окружающую среду, является утечка рабочей среды, которая может возникнуть на различных разъемных соединениях. Поэтому к соединениям предъявляются высокие требования – они должны обладать достаточной прочностью для поддержания давления и других нагрузок, а также быть достаточно герметичным, чтобы избежать нежелательных утечек. Для большей части таких соединений используются фланцы, изготовленные в соответствии со стандартами: ГОСТ 33259-15, ГОСТ 34785-21, АТК 24.200.02-90, ASME B 16.47, ASME B 16.5, DIN/EN.

За герметичность в разъемных соединениях отвечают прокладки. Их устанавливают между двумя фланцами и надежно затягивают крепежными деталями. Для фланцевых соединений применяют три типа материалов прокладок: неметаллические (резина, паронит, фторопласт, картон), металлические (линзовые, овального и восьмиугольного сечения), комбинированные (графитофторлопастовые, спирально-навитые СНП и т.д.).

Торцевая поверхность фланца – это место для установки уплотнительного элемента (прокладки). Соединительная поверхность может быть выполнена в виде 10 исполнений, где зеркало, или зона контакта с прокладкой, встречается как с шероховатостью, так и полностью гладким. Глубина углубления шероховатости на поверхности зеркала служит для наиболее точного заполнения пространства уплотнительным материалом. ГОСТ 33259-15 допускает минимальную шероховатость уплотнительных поверхностей для исполнений А, В, С, D, E, F, где $Ra=3,2$ мкм. Для исполнений L, M, где $Ra=0,8$ мкм. Контактный уплотнительный материал должен полностью заполнять неровности на лицевой части детали и наличие шероховатости на зеркале способствует более плотному прилеганию прокладки к фланцу. Для систем с высокими температурами и высоким давлением используют зубчатую уплотнительную поверхность или металлическую прокладку. Для низкотемпературных систем и систем низкого давления могут использовать гладкую поверхность фланца и мягкие прокладки.

Зная условия внешней среды, номинальное давление и диаметр, подбирают фланцы.

Таблица 4. Соотношение видов прокладок для фланцев, требуемой шероховатости и рабочих сред

Виды прокладок	Группа	Рекомендуемая среда	Температура, °C	Фланцевое соединение	Рекомендуемая чистота обработки рабочей поверхности фланцев, мкм
Неметаллические	Паронит (ПОН, ПМБ, ПМБ-1, ПК, ПА, ПОН-А, ПОН-Б)	холодный и горячий газ, воздух, пар, масло, нефтепродукты, вода, сухие нейтральные инертные газы, водные растворы солей, аммиак, жидкий азот и кислород и др.	от -40 до +450	«шип-паз», «выступ-впадина», «гладкие»	6,4–12,7
Комбинированные	Спирально-навитые прокладки (СНП)	кислоты, щелочи, растворители, продукты нефтепереработки, пар, вода, сухие газы, хромовая и азотная кислота	от -253 до +600	«шип-паз», «выступ-впадина»	3,2–6,4
Металлические	Овального сечения (кольца АРМКО)	В зависимости от выбранной марки стали	от -70 до +600	для фланцев в исполнении 7 (J)	0,8–1,6
	Восьмиугольного сечения		от -70 до +600	для фланцев в исполнении 7 (J)	0,8–1,6
	Линзовые		от -50 до +510	для фланцев в исполнении 6 (K)	0,8–1,6

Таблица 5. Ответное фланцевое соединение: фланец ГОСТ 33259 и заглушка ГОСТ 34785-21

Фланец	Заглушка
В (с соединит. выступом)	В (с соединит. выступом)
Е (выступ)	Ф (впадина)
Ф (впадина)	Е (выступ)
Д (паз)	С (шип)
Л (шип, под фторопластовую прокладку)	М (паз, под фторопластовую прокладку)
М (паз, под фторопластовую прокладку)	Л (шип, под фторопластовую прокладку)
Ж (под прокладку овального сечения)	Ж (под прокладку овального сечения)

Промышленные фланцы включают в себя четыре типа и их можно классифицировать по способу монтажа к трубе:

- **Плоские приварные** крепятся к трубе за счет двух сварных швов;
- **Плоские свободные** состоят из двух частей, одна из которых надевается на трубу, а вторая – монтируется при помощи затяжки крепежа;
- **Воротниковые** или приварные встык имеют в своей конструкции горловину, ее приваривают к трубе, что позволяет плавно распределить нагрузку на узел;
- **Резьбовые** фланцы используются на трубопроводах, где сварка невозможна.

Фланцевое соединение может быть с проходным отверстием, так и без. Фланцы предназначены для соединения двух участков линии трубопровода. Фланцевые заглушки устанавливают с целью надежно заглушить поток среды. С 2022 года вступил в силу ГОСТ 34785-21 на фланцевые заглушки, которые хорошо сочетаются с фланцами по ГОСТ 33259-15. Для формирования ответного фланцевого соединения, заглушки по ГОСТ образуют фланцевую пару ко всем исполнениям фланцев по ГОСТ, кроме: А (плоскость), Д (паз) и К (под линзовую прокладку). В общей сложности возможно 7 пар соединений фланец + заглушка по ГОСТ. Подробнее в табл. 5.

Осенью 2022 года, компания «ОНИКС» запустила на производстве Санкт-Петербурга новое направление: изготовление фланцев и фланцевых заглушек по импортному стандарту ASME B 16.5. В англоязычных документах «глухой фланец» относится к основному фланцевому стандарту, тогда как в российских нормативных документах, эти типы фланцевого соединения разделены.



ИТОГ

Компания «ОНИКС», занимаясь производством и поставкой широкой номенклатуры соединительных деталей трубопроводов, реализует полный ассортимент товара из высоколегированной и легированной нержавеющей стали. Наша продукция проходит строгий контроль качества по геометрии, химическому составу и механическим свойствам.

Высококачественные фланцы, заглушки, изготавливаемые на производстве ООО «ОНИКС», работают на предприятиях России и стран СНГ, подтверждая свое качество, износостойкость и длительный срок эксплуатации.



ООО «ОНИКС»

199004, Санкт-Петербург, Средний пр. В. О., д. 4, корп. Б

тел. 8 800 555-38-38

e-mail: info@onyxspb.ru

onyxspb.ru