

## ОПЫТ СТРОИТЕЛЬСТВА И ЭКСПЛУАТАЦИИ ТРУБОПРОВОДОВ ИЗ МЕТАЛЛОПЛАСТМАССОВЫХ ТРУБ

Айдуганов В.М., Волкова Л.И.  
ООО «Инженерно-производственный центр» г. Бугульма

Лаптева Т.И.  
ООО «ВНИИГАЗ»

В практике эксплуатации промышленных трубопроводов важной проблемой является выход их из строя в результате коррозии. Средний срок службы промышленных трубопроводов изменяется от нескольких месяцев до 15 лет. Коррозионные процессы приводят к снижению механической прочности труб, и как следствие - к отказам трубопроводов. В результате отказов происходит загрязнение окружающей среды, снижение добычи нефти, повышение затрат на капитальный ремонт трубопроводов и на природоохранные мероприятия.

Промысловые трубопроводы, построенные из углеродистой и низколегированной стали, подвержены, в основном, коррозии по нижней образующей труб (так называемая «ручейковая коррозия»). При этом происходит локальное утонение стенки трубы, и в некоторых местах появляются коррозионные отверстия - свищи. В то же время толщина стенки труб по остальному периметру практически не уменьшается.

На рис. 1 показан образец трубы, подверженный «ручейковой» коррозии.

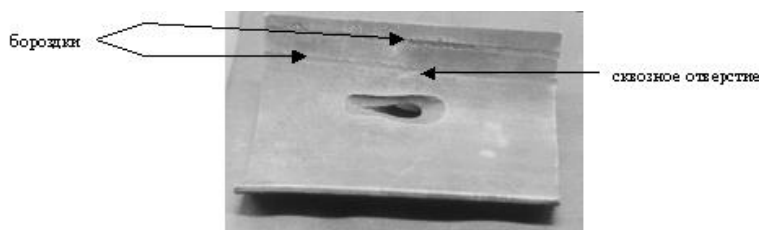


Рис. 1. Образец трубы с коррозионным разрушением

Для борьбы с «ручейковой» коррозией, наиболее эффективным способом является создание барьера между внутренней поверхностью труб и транспортируемой средой. Для этого способа характерно нанесение различных видов покрытий на внутреннюю поверхность стальных труб или плакирование различными видами коррозионностойких материалов на основе металлов и

неметаллов. Одним из способов плакирования внутренней поверхности стальных труб является их футерование пластмассовыми трубами, где стальная оболочка обеспечивает прочность, а пластмассовая оболочка - коррозионную стойкость, что с практической и экономической точки зрения является одним из наиболее простых способов в применении.

*Стальные трубы, футерованные полиэтиленом* (металлопластмассовые трубы), применяются в России с начала 60-х годов XX века. Футерованные трубы представляют собой двухслойную систему, состоящую из стальной наружной трубы и внутренней полиэтиленовой трубы. Процесс изготовления труб не предусматривает теплового воздействия на полиэтиленовую трубу, сохраняя ее физические и химические свойства.

Полиэтилен является наиболее химически стойким материалом по отношению ко многим агрессивным средам. Он стоек к кислотам (азотная, соляная, фтористоводородная, кремнистофтористоводородная, серная, фосфорная, хлорная, уксусная и т. д.), щелочам (едкий натр, гидроокись кальция, гидроокись алюминия и т.д.), растворам солей (хлористый натрий, серноокислый натрий, хлористый калий и т.д.), растворителям (ацетон, бензин, бензол, дихлорбензол, хлорбензол и т.д.), сероводороду, углекислому газу, минеральным маслам и другим агрессивным средам. Полиэтиленовые трубы химически стойки к нефти, нефтепромысловым сточным водам и по литературным данным срок их эксплуатации может достигать 50 лет. Для изготовления полиэтиленовых труб рекомендуется использовать трубные марки полиэтилена высокой плотности (ПВП), прочностные характеристики которого выше, чем у трубных марок полиэтилена низкой плотности (ПНП). Например, по механической прочности более 2-х раз, твердости более 3-х раз, модулю упругости в 2,5 раза и теплостойкости в 1,15 раза. Важными показателями для полиэтилена, являются газо- и влагонепроницаемость. Эти показатели у ПВП на порядок меньше, чем у ПНП. Также ПВП более стоек к поражению микроорганизмами. Все эти показатели подтверждают вывод, что полиэтилен высокой плотности является более предпочтительным для футерования стальных труб применительно к условиям нефтегазодобывающей промышленности.

Разработаны различные способы футерования стальных труб полиэтиленовыми трубами [1, 2, 3, 4]. Качество изготовления стальных труб, футерованных полиэтиленом, зависит от параметров применяемых труб, а также технологии футеровки. Композитные составляющие футерованных труб должны работать как единое целое в процессе эксплуатации, то есть между ними не должно быть никакой прослойки, сжимающейся или перемещающейся под воздействием высокого давления транспортируемой по трубопроводу промышленных сред (нефти, газа и промышленных сточных вод). Это достигается за счет использования полиэтиленовых труб с наружным диаметром, немного превышающим номинальный внутренний диаметр стальных труб, что создает контактное давление, позволяющее полиэтиленовой трубе плотно прилегать к внутренней поверхности стальной трубы. Чем выше шероховатость внутренней поверхности стальной трубы, тем лучше будет закреплена полиэтиленовая труба в футерованной трубе. Надо также учитывать наличие внутренних напряжений, остающихся в полиэтиленовой трубе после футерования, которые отрицательно сказываются на эксплуатации промышленных трубопроводов. Эти напряжения снимаются путем термической обработки композитных труб в горячей водяной ванне в течение 2 часов. Описанная технология футеровки обеспечивает прочность, герметичность при избыточном давлении и коррозионную стойкость композитных труб.

ООО «Инженерно-производственный центр» (г. Бугульма, РТ) при участии авторов [5, 6] разработал бессварочную технологию соединения труб неразъемными муфтами. Технология основана на методе холодной обработки металла давлением. Технологический процесс аналогичен холодному волочению труб через сужающую фильеру. Неразъемность муфты, имеющей по концам утолщения, с трубой создается за счет их совместного обжатия по всей поверхности контакта. При этом образуется фрикционно-замковое соединение. Прочность соединения обеспечивается за счет сил трения, препятствующих сдвигу, и зависит от площади контакта внутренней поверхности муфты с наружной поверхностью концов труб, а также замков, работающих на срез, величина которых зависит от утолщений муфты. Естественно, что прочность неразъемного муфтового соединения труб зависит от толщины стенки труб и муфты, и марки стали, из которых они изготовлены. Неразъемное муфтовое соединение труб получается герметичным только в том случае, если содержание углерода в металле трубы равно или

превышает содержание углерода в металле муфты. В противном случае муфта отходит от металла трубы за счет сил упругости. Технологический процесс создания неразъемного муфтового соединения осуществляется на специально разработанной и изготовленной установке.

Для монтажа трубопроводов в полевых условиях из труб с внутренним покрытием разработана поточная, автономная, мобильная технологическая линия. Технология и оборудование позволяет быстро и надежно соединять различные трубы с покрытием, обеспечивая при этом полную защиту соединения труб от коррозии:

- Стальные трубы с толщиной стенки от 1 мм до 12 мм и диаметром до 325 мм, футерованные изнутри и снаружи полиэтиленовыми трубами.
- Стальные трубы с внутренним покрытием из любого другого полимерного материала.
- Стальные трубы с внутренним стеклоэмалевым покрытием.
- Армированные пластмассовые трубы.
- Трубы из высокопрочного чугуна с шаровидным графитом.

Климатические условия на технологический процесс соединения не влияют и ограничиваются только температурными пределами работы строительной техники: трактора, трубоукладчика.

За период с 1989 года по 2002 год по описанной технологии было смонтировано более 1100 км нефтепромысловых трубопроводов на промыслах нефтяных компаний «Татнефть», «Башнефть», «Сиданко», «ЛУКОЙЛ-Пермнефть», «ЛУКОЙЛ-Западная Сибирь», ТНК, «ЛУКОЙЛ-Нижневолжскнефть», «ЮКОС», «Уральская нефть», «ГРИЦ», «Иделойл». Транспортируемыми продуктами были агрессивные нефтепромысловые системы (обводненная сернистая нефть и сточные воды, в том числе содержащие сероводород до 500 мг/л). За все время эксплуатации трубопроводов не было ни одного случая выхода соединений труб по причине внутренней или наружной коррозии [1].

В 2002 году «Центр технической диагностики» ОАО «Татнефть» при НПУ «ЗНОК и ППД» провел диагностирование нефтепроводов  $\varnothing 108 \times 6$  мм,

смонтированных из труб, изготовленных Первоуральским новотрубным заводом и футерованных полиэтиленом, по которым транспортируют высокообводненную сернистую нефть с содержанием сероводорода до 130 мг/л. Эти нефтепроводы были смонтированы в 1989-1993 гг. на промыслах НГДУ «Лениногорскнефть». Результаты технической диагностики позволяют рекомендовать дальнейшую эксплуатацию этих нефтепроводов сроком еще на 8 лет и с проведением следующей технической диагностики не позднее августа 2010 года [2].

В период с августа 2003 г. по декабрь 2004 г. на территории ТПП «Когалымнефтегаз» ООО «ЛУКОЙЛ-Западная Сибирь» было построено 52876 п.м трубопроводов, футерованных полиэтиленом, в том числе из труб диаметрами: 114\*5–11240 п.м.; 159\*6–33936 п.м. (в том числе футерованных изнутри и снаружи полиэтиленом–3714 п.м.); 168\*14–500 п.м.; 219\*8–7200 п.м.

По материалам технических служб ТПП «Когалымнефтегаз» ОАО «ЛУКОЙЛ-Западная Сибирь» по состоянию на 01.01.2005 г. общая протяженность находящихся в эксплуатации нефтесборных трубопроводов и водоводов на промыслах ТПП «Когалымнефтегаз» составила около 5200 тыс. км, из которых 292 км защищены различными методами от внутренней коррозии (рис. 2).

Как показывает опыт строительства и эксплуатации промысловых трубопроводов в условиях Западной Сибири, а также Крайнего Севера (Республика Коми), применение металлопластмассовых труб экономически выгодно. Для месторождений средней полосы России, где также имеется опыт применения металлопластмассовых труб, характерны высокая плотность блуждающих токов, что приводит к наружной коррозии труб. Поэтому для этого региона необходимо переходить к применению стальных труб, футерованных изнутри и снаружи полиэтиленом (металлобипластмассовых труб). Массовое производство этих труб промышленно освоено.

Рассмотренная технология соединения металлопластмассовых труб применима и для металлобипластмассовых труб. Опыт строительства и эксплуатации таких трубопроводов имеется в ТПП «Когалымнефтегаз» ООО «ЛУКОЙЛ-Западная Сибирь», НГДУ «Бузулукнефть» ОАО «Оренбургнефть».

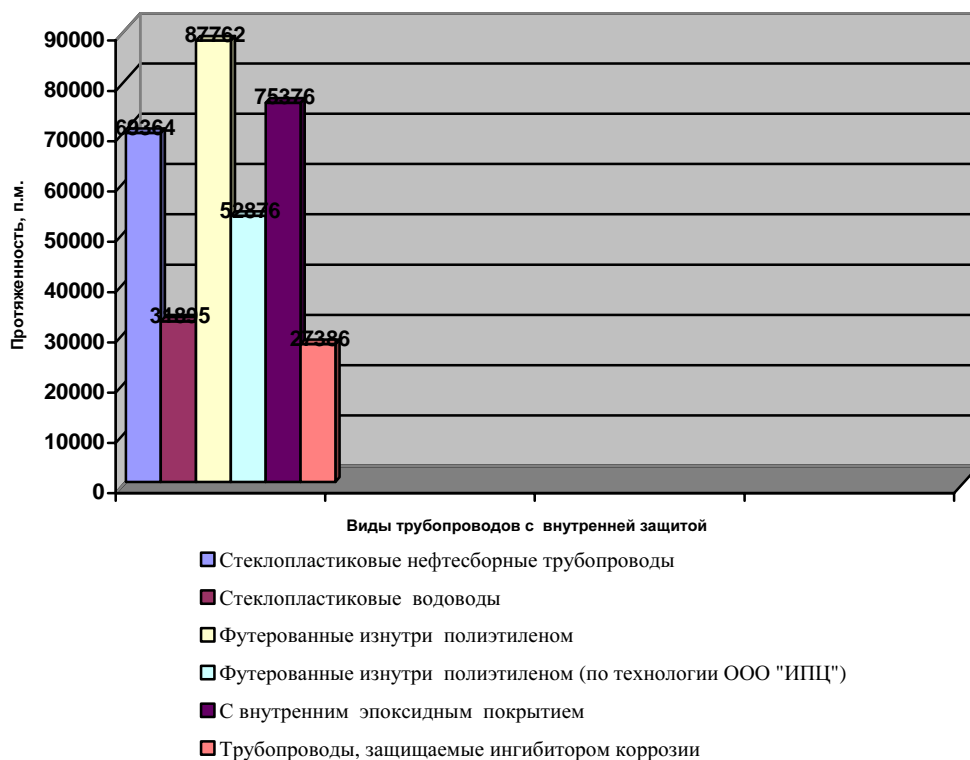


Рис. 2. Протяженность промышленных трубопроводов, защищенных от внутренней коррозии

#### ЛИТЕРАТУРА.

1. В.М. Айдуганов. Футерованные полиэтиленом трубы производства ОАО «Первоуральский новотрубный завод» и опыт их применения в нефтедобывающей промышленности // Нефтегазовая вертикаль. – 2003. - № 12.
2. В.И. Горнштейн, В.М. Айдуганов, О.В. Рабинзон, И.Г. Кашлаков, Л.И. Волкова, С.Л. Чახеев. Стальные трубы, футерованные полиэтиленом, для нефтегазодобывающей промышленности. 1-ый Трубный конгресс г. Екатеринбург, 2004 г.
3. З.А. Гринберг, О.В. Рабинзон и др. Способ изготовления футерованных металлических труб. Авт. свидетельство № 177832. Бюл. № 2, 1966.
4. З.А. Гринберг, Д.Ф. Каган, Г.Г. Гусев, В.Н. Быхов, О.В. Рабинзон. Стальные трубы, футерованные полиэтиленом. М.: «Металлургия», 1973.
5. В.М. Айдуганов, А.Э. Бус, И.З. Зарипов и др. Способ неразъемного муфтового соединения металлических труб. Патент № 2016338. Бюл. № 13, 1994.
6. В.М. Айдуганов, А.Э. Бус, И.З. Зарипов и др. Способ соединения металлических труб. Патент № 2023931. Бюл. № 22, 1994.