

**ПОВЫШЕНИЕ НАДЕЖНОСТИ ПРОМЫСЛОВОГО ТРУБОПРОВОДА ПУТЕМ
ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ТРУБ ИЗ КОМПОЗИТНЫХ МАТЕРИАЛОВ**

С.О. Стрюк

Научный руководитель - ассистент Бурков В.П.

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Трубопроводный транспорт на сегодняшний день является одним из самых доступных и эффективных способов транспортировки жидких и газообразных углеводородных сред. По трубопроводам осуществляется доставка нефти, продуктов её переработки и природного газа как на большие расстояния, так и в пределах территории предприятий, занимающейся добычей, хранением и переработкой. Значительная доля капиталовложений при обустройстве промысла приходится на сооружения сбора и транспорта скважинной продукции. Ежегодно по промышленным трубопроводам транспортируются миллионы кубометров продукции скважин и технологических жидкостей, содержащие значительное количество коррозионно-активных компонентов. В результате транспортировки агрессивной среды возникает основная проблема эксплуатации трубопроводов – коррозия.

Порывы трубопроводов в 90 % случаев обусловлены снижением срока службы из-за внутренней и внешней коррозии. Каждый год на нефтепромысловых трубопроводах Западной Сибири случается 25–30 тысяч отказов, из-за которых существенно сокращается срок их службы (по статистике 38 % промышленных трубопроводов не выдерживают и четырех лет эксплуатации, а 14 % – двух лет). На ежегодную замену только промышленных трубопроводов расходуют до 3 тысяч километров стальных труб. Помимо этого, значительный рост обводненности продукции скважин и высокая степень минерализации пластовых вод на месторождениях Западной Сибири повышают коррозионную активность добываемых флюидов [9].

Порывы выкидных линий, напорных трубопроводов для поддержания пластового давления, нефтесборных и магистральных трубопроводов влекут за собой загрязнение окружающей среды, падение добычи нефти и газа, а также дополнительные материальные расходы на капитальный ремонт трубопроводов и экологические мероприятия.

В связи с этим остро встает вопрос применения новых высокопрочных коррозионностойких конструкционных материалов, которые в будущем могли бы стать достойной заменой традиционным стальным трубам. К таким материалам относят полимерные композиты, имеющих в составе армирующий материал (волокна) и связующую матрицу. Одними из наиболее перспективных таких композитов являются стекло-базальтоволоконные трубы. Они обладают рядом преимуществ перед стальными трубами, самыми существенными из которых являются: высокая коррозионная и адгезионная стойкость, низкая теплопроводность, а также простота монтажа и эксплуатации. В настоящее время российский рынок в области стекло-базальтоволоконных труб не велик, что в первую очередь обусловлено необходимостью развития нормативной базы для их проектирования и внедрения, разработкой новых методов и технологий для контроля и мониторинга композитных изделий, а в связи с этим и недостаточной осведомленностью нефтегазодобывающих предприятий о возможностях применения стекло-базальтоволоконных материалов в нефтегазовой отрасли.

В нефтегазодобывающей промышленности стекло-базальтоволоконные трубы применяют так как они обладают высокой коррозионной стойкостью в агрессивных средах по сравнению со сталью. Этими агрессивными средами являются: сырая нефть, пластовые воды, буровые и технологические растворы [4].

Стекло-базальтоволоконные трубы обладают высокой удельной прочностью по сравнению с термопластичными полимерами. Так же они обладают очень низкой теплопроводностью, что приводит к сокращению тепловых потерь из трубопроводов.

В настоящее время из стекловолокна, базальтоволокна изготавливают трубы нефтесборных трубопроводов диаметром до 300 мм с рабочим давлением до 5 МПа и насосно-компрессорные трубы способные выдерживать еще большее давление. Так же применяются в агрессивных средах при утилизации отходов переработки, закачки минерализованной воды, добычи углеводородного сырья, в том числе при высоких концентрациях углекислого газа CO₂, сероводорода H₂S и агрессивных жидкостей [8].

Применение стекло-базальтоволоконных труб имеет значительное преимущество по сравнению с традиционным применением стальных труб. Материалы для композитных труб производят из высокопрочных стеклянных или базальтовых волокон, пропитанных эпоксидным или полиэфирным связующим. Он обладает уникальными физико-механическими характеристиками и высокой стойкостью к агрессивным средам. Стекловолоконные и базальтоволоконные трубы в пять раз легче стальных труб и обладают низким гидравлическим сопротивлением за счет гладкой внутренней поверхности [3]. Эквивалентные внутренние диаметры стекло-базальтоволоконных труб, вследствие отсутствия коррозии и малой шероховатости, можно определить соотношением:

$$D_{сбв} = 0,77 D_{ст},$$

где: $D_{сбв}$ – внутренний диаметр стекло-базальтоволоконной трубы;

$D_{ст}$ – внутренний диаметр стальной трубы.

Таким образом, расчетный внутренний диаметр применяемых стекло-базальтоволоконных труб может быть уменьшен на 23 % по отношению к стальному [5].

Выбор как стальных, так и композитных волоконных труб зависит от различных факторов: свойств транспортируемой среды, природно-климатических условий, рабочей температуры и давления, срока предполагаемой эксплуатации, технологических возможностей монтажа на данном объекте и пр. [1].

Общими преимуществами стекло-базальтоволоконных труб являются:

- отсутствие коррозии;
- высокоэффективная теплоизоляция исключает тепловые потери;
- трубы и соединения выдерживают повышение температур до 130 °С;
- имеют малую массу, что существенно снижает затраты при монтаже и транспортировке;
- особо гладкая внутренняя поверхность, что позволяет использовать в трубопроводах меньший диаметр;
- высокая термическая стабильность, коэффициент температурного расширения намного меньше, чем у труб из термопластов;
- соединение труб не требует сварки и контроля сварных швов.

Сегодня применение стекло-базальтоволоконных труб в российской нефтегазовой отрасли сильно ограничено, а их внедрение связано с проблемами отсутствия нужной нормативной базы, отработанных в этой области технологий и квалифицированных специалистов. Спрос на стекло-базальтоволоконные трубы в России только начинает формироваться, в результате возникает необходимость дополнительных исследований и разработок. Однако трубы из этого материала уже находят широкое применение за счет своей низкой теплопроводности, высокой коррозионной стойкости, а также простоты монтажа и эксплуатации [7].

Существуют два вида стекло-базальтоволоконных труб по типу связующей основы – трубы на полиэфирном связующем (GRP) и трубы на эпоксидном связующем (GRE).

Стенки труб на полиэфирном связующем формируются из термореактивных полиэфирных смол, укрепленных стекловолокном и песчаными добавками. Используемые полимеры обладают важными качествами:

- низкая токсичность;
- отверждение в условиях комнатного температурного режима;
- надежная сцепка с волокнами стекла;
- химическая инертность.

Трубы на основе полиэфирных смол устойчивы к коррозии и к не очень агрессивным средам [5]. Они более дешевы, а потому имеют широкую область применения: в ЖКХ, водоснабжении, сельском хозяйстве, очистных сооружениях. Недостатком таких труб является то, что они не могут применяться при температурах транспортируемой среды выше 90 °С и при давлении выше 32 атм.

Для транспортировки высокотемпературных сред и при высоком давлении используют стекло-базальтоволоконные трубы на эпоксидном связующем [6]. Такие трубы рассчитаны на эксплуатацию при температуре транспортируемой среды до 130 °С и давлении до 240 атм. GRE-трубы имеют низкую теплопроводность, что уменьшает потери тепла из системы трубопроводов. GRE-трубы производят диаметром от 5 до 600 мм. Такие трубы можно использовать не только для систем водоснабжения, но и для транспорта скважинной продукции, пластовой воды, буровых растворов. По данным производителей минимальный срок их службы в условиях высокого давления и температур оценивается в 25 лет, что во много превышает срок службы традиционных стальных труб. Таким образом, использование стекло-базальтоволоконных труб может повысить надежность и срок службы промысловых трубопроводов, уменьшить затраты на их строительство [2].

Литература

1. Базальтоволокно. Компания «Каменный Век» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://basfiber.com> свободный – (20.12.2018).
2. Виды стеклопластиковых труб. Академия Конъюнктуры Промышленных Рынков [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.newchemistry.ru/printletter.php?n_id=5382 свободный – (21.12.2018).
3. Волков А.С. Основные проблемы применения стеклопластиковых труб и пути их решения // Производственно-технический нефтегазовый журнал «Инженерная практика». – 2016. – № 10. – С. 108 – 111.
4. Волков А.С. Методы испытаний и диагностики композитных изделий и стеклопластиковых труб // Производственно-технический нефтегазовый журнал «Инженерная практика». – 2017. – № 10. – С. 80 – 86.
5. Грейлих В.И. Стекло-базальтопластиковые теплоизолированные трубы // Сантехника. – 2005. – № 6. – С. 139 – 146.
6. Композитные трубы. Интернет-энциклопедия по обустройству сетей инженерно-технического обеспечения [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://sovnet-ingenera.com> свободный – (20.12.2018).
7. Обзор рынка стекло-базальтопластиковых труб России. Исследовательская группа «ИНФОМАЙН» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.infomine.ru> свободный – (21.12.2018).
8. Проблемы внедрения стеклопластиковых труб в нефтяной и газовой промышленности // Отчет компании «Композиты СНГ». – 2015. – 4 с.
9. Хаустов А.П., Редина М.М. Охрана окружающей среды при добыче нефти. – М.: Дело, 2006. – 552 с.