

УДК 621.644.07.

*Леонов И.С., кандидат технических наук, доцент
доцент кафедры «Транспорт и хранение нефти и газа»*

Санкт-Петербургский горный университет

Россия, г. Санкт-Петербург

Нурбеков Ш.Н.,

студент магистратуры

2 курс, факультет «Нефтегазовое дело»

Санкт-Петербургский горный университет

Россия, г. Санкт-Петербург

ПРИМЕНЕНИЕ НЕМЕТАЛЛИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ НАДЕЖНОСТИ НЕФТЕГАЗОПРОВОДОВ

***Аннотация:** В статье рассматриваются альтернативные материалы, применяемые для повышения надежности в современных системах нефтегазопровода. Цель статьи - анализ, сбор и систематизация данных для максимально эффективной и безопасной эксплуатации трубопроводов с применением полимерных материалов и их композитов.*

***Ключевые слова:** трубопроводный транспорт, коррозия трубопровода, неметаллические материалы, стеклопластиковая труба, гибкая труба.*

***Annotation:** The article discusses alternative materials used to improve reliability in modern oil and gas pipeline systems. The purpose of the article is to analyze, collect and systematize data for the most efficient and safe operation of pipelines using polymer materials and their composites.*

***Key words:** pipeline transport, pipeline corrosion, non-metallic materials, fiberglass pipe, flexible pipe.*

Трубопроводы играют существенную и динамичную роль в транспортировке сырой нефти и природного газа. Сырая нефть и природный газ содержат различные агрессивные примеси, такие как CO₂, H₂S, вода и микробы. Коррозия CO₂ и H₂S являются наиболее распространенными формами коррозии. На скорость внутренней коррозии в арматурах и трубопроводах влияют содержание CO₂ и H₂S, вода, скорость потока и состояние поверхности материала.

Внутреннюю коррозию трубопровода можно уменьшить несколькими способами: выбор подходящего материала, использование ингибиторов коррозии, металлических и неметаллических футеровок или покрытий. Практика использования неметаллических материалов для труб (НМТ) при добыче и транспортировке нефти и газа становится жизнеспособным и надежным решением для борьбы с коррозией.

К НМТ относятся полимеры, композиты. Такие материалы находят применение, как в наземных, так и в морских трубопроводах. Преимущество НМТ заключается в малом весе и лучшей коррозионной стойкости по сравнению с металлами. Однако возможность проникновения при высоких температурах-давлениях углеводородов и кислых газов ограничивает их применение. Таким образом, систематическая оценка возможных механизмов и фаз деградации имеет решающее значение для успешного использования материалов НМТ.

Коррозия в нефтегазопроводах

Различными частями, подверженными внутренней коррозии, являются скважинные трубы, наземные трубопроводы, сосуды под давлением и резервуары для хранения. Внутренняя коррозия может привести к катастрофическому отказу, вызывающему серьезные последствия для населения, имущества и окружающей среды. 70 % отказов трубопроводов в нефтяной и газовой промышленности происходят из-за коррозии, и 58% из них коррозия внутреннего характера.

Коррозионно-стойкие сплавы считаются лучшим вариантом, но их использование со временем сокращается из-за высоких капитальных затрат. Для защиты были созданы покрытия, которые используются для создания барьера между рабочим трубопроводом и текучей средой. Он может быть металлическим и неметаллическим.

Неметаллические материалы

Неметаллические материалы для труб состоят как из полимеров, так и из композитов и уже много лет используются в качестве внутреннего покрытия. В случае внутренней коррозии труб использование термопластичных вкладышей для защиты является возможным вариантом для продления срока службы трубопроводов и снижения затрат на техническое обслуживание. Этот метод перебазировки был впервые использован в Европе и Северной Америке. Они обладают многими уникальными свойствами, включая малый вес, коррозионную стойкость, химическую инертность и превосходную устойчивость к нагреву и возгоранию.

Среди термопластов полиэтилен высокой плотности (ПЭВП), полиамид (ПА11, ПА12) и поливинилиденфторид (ПВДФ) являются наиболее распространенными полимерными материалами, используемыми в трубопроводной промышленности. Композиты материалов НМТ делятся на две группы: ПАВ (пластик, армированный волокном) и ПАЭ (эпоксидная смола, армированная волокном). Матрица может быть изготовлена из термопластичных, терморезактивных и эластомерных материалов, а армирование — из стекла, арамида и углерода. Данное сырье используется для изготовления конечной композитной трубы, такой как труба из армированной терморезактивной смолы, труба из армированного термопласта и термопластичная композитная труба по новейшей технологии.

На рисунке 1 показаны различные слои внутри трубы из армированного стеклопластика (GRP)



Рисунок 1 – структура стеклопластиковой трубы

Гибкие трубы

Гибкие трубы используются из-за их гибкости и прочности в морских системах добычи и транспортировки. Неметаллические трубы, в том числе армированные термопластичные трубы (АТТ), термопластичные композитные трубы (ТКТ) и гибкие композитные трубы (ГКТ), вводятся вместо жестких трубопроводов. Внутренний и внешний слои выполнены из термопластичных материалов, а армирование состоит из стекловолокна, арамидного волокна, GRE и стальных кордов. Они по структуре подразделяются на связанные и несвязанные. В связанных трубах арматурная сталь заделана в полимер, а в несвязанных используется одинарная полимерная труба, помимо стального покрытия.

ПВДФ является вязкоупругим материалом, и он становится тоньше, а не образует шейки при приложении напряжения, что является одной из причин его использования в гибких трубах. Полиамид уже 30 лет используется в гибких трубах из-за его способности выдерживать механические нагрузки в динамических условиях. Пластификаторы добавляются для повышения эластичности и снижения прочности. PA11 и PA12 могут использоваться в

диапазоне температур до 100 °С для транспортировки сырой нефти. На рисунке 2 показана слоистая структура гибкой трубы.

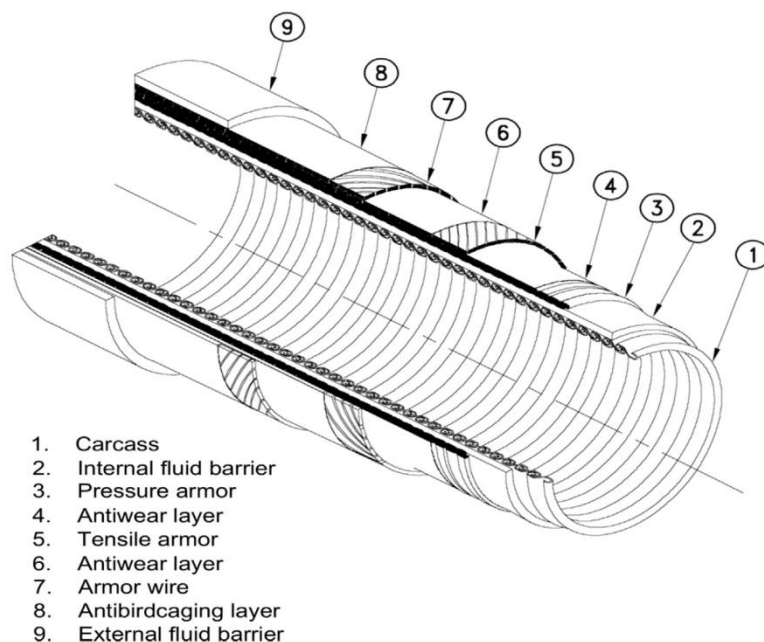


Рисунок 2 – Гибкая труба

Неметаллические материалы все чаще используются в нефтяной и газовой промышленности из-за их отличительных особенностей, таких как устойчивость к коррозии, легкий вес, простота установки и низкие затраты на техническое обслуживание. Как и их металлические аналоги, они имеют определенные ограничения, такие как химическая деградация, влияние старения и ограничения на проверки. Осмотр и мониторинг неметаллических труб, используемых в нефте- и газопроводах, необходимо проводить через регулярные промежутки времени. Мониторинг дает раннее указание на ущерб, который повлияет на актив предприятия в долгосрочной перспективе.

Сегодня США и Китай являются крупными потребителями композитов. Северная Америка, вероятно, останется основным регионом употребляемые полимерные трубы из-за:

- Растущее осознание преимуществ композитных материалов;
- Увеличение числа проектов инфраструктуры природного газа.

В настоящее время нефтегазовая промышленность имеет достаточно высокую объемную долю полимера в композитных трубах (от 40 до 50%), протянувшихся через огромную сеть трубопроводов протяженностью более двух миллионов километров по всему миру. Этот факт представляет собой огромные возможности для увеличения спроса на полимерные трубы при условии, что исследования и разработки будут сосредоточены на четырех основных областях:

- Расширение области применения труб из полимерных композитов;
- Усовершенствованные полимерные вкладыши;
- Мониторинг и осмотр композитных конструкций;
- Прогнозирование срока службы и пригодность к эксплуатации полимерных и композитных конструкций.

Вывод

Использование неметаллических материалов для трубопроводов имеет ряд преимуществ, в том числе более низкие производственные затраты, более низкие предполагаемые затраты на строительство и эксплуатацию, а также значительное снижение риска загрязнения окружающей среды, что является наиболее важной и неотложной задачей нефтегазовой отрасли. Такие трубы широко используются в международной и отечественной практике, где опыт неуклонно растет, показывая необходимость использования композитных трубопроводов на основе полиэтилена.

Использованные источники:

1. Бухин В.Е. Трубопроводы из полимерных материалов для тепловых сетей // Трубопроводы и экология. - 2003. - № 1. - С. 18-19.
2. Гибкая линейная труба, армированная стекловолокном FiberSpar // FiberGlassRus. URL: <https://fg-rus.ru/products/gibkaya-lineynaya-truba-fiberspar> (дата обращения: 16.05.2022).

3. Габова М.А. Применение композиционных материалов при добыче нефти и газа // Вестник университета. 2012 № 10 С. 88–92. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/primeneniye-kompozitsionnyh-materialov-pri-dobyche-nefti-i-gaza> (дата обращения: 18.05.2022).