

УДК 621.6

*Багдасарова Ю.А.,*

*кандидат педагогических наук, доцент*

*ФГБОУ ВО «СамГТУ»*

*Россия, г. Самара*

*Ишкерейкин И.В.,*

*студент*

*3 курс, специальность «Трубопроводный транспорт углеводородов»*

*Институт нефтегазовых технологий*

*Россия, г. Самара*

## **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КОМБИНИРОВАННЫХ ТРУБ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ НАДЁЖНОСТИ И ДОЛГОВЕЧНОСТИ ПРИ ЭКСПЛУАТАЦИИ ПРОМЫСЛОВЫХ ТРУБОПРОВОДОВ**

*Аннотация:* в статье рассмотрены различные материалы, используемые для строительства промысловых трубопроводов. Проведен анализ основных причин отказов на промысловых трубопроводах. Проведено сравнение полимерных труб и стальных, а также выделены ключевые особенности футерованных труб, используемых для строительства промысловых трубопроводов.

*Ключевые слова:* трубопровод, сталь, полимерные трубы, армирование, футеровка, фторопласт, полиэтилен, полиуретан, надежность трубопровода.

*Abstract:* the article discusses various materials used for the construction of field pipelines. The analysis of the main causes of failures on field pipelines is carried out. Polymer pipes and steel pipes are compared, and the key features of lined pipes used for the construction of field pipelines are highlighted.

*Keywords: pipeline, steel, polymer pipes, reinforcement, lining, fluoroplast, polyethylene, polyurethane, pipeline reliability.*

## **Введение**

Отечественные и зарубежные нефтедобывающие и перерабатывающие предприятия ежегодно несут значительные убытки, обусловленные принудительными производственными простоями вследствие аварий на трубопроводах. В настоящее время большая часть газо- и нефтепроводов в России находится в критическом состоянии вследствие физического износа трубопровода, обусловленного различными коррозионными процессами. Поиск альтернативных материалов для прокладки магистральных сетей, путей и способов защиты существующих трубопроводов, в результате использования которых удалось бы снизить скорость коррозионных процессов является актуальной задачей современного нефтегазового машиностроения.

В статье рассматриваются характеристики используемых для строительства нефтепроводов материалов и проводится анализ их физических качеств с целью определения наиболее прочного и коррозионно-устойчивого материала для строительства трубопровода, а также проводится исследование надежности комбинированных труб в сравнение с другими видами материалов используемых при прокладке трубопроводов на основании анализа статистических данных по отказам и авариям на объектах транспорта нефти и газа за последние 5 лет.

## **Основная часть**

Промысловые нефтепроводы служат для транспортировки, нефти и газа от места их добычи до установок комплексной переработки. В силу различных климатических условий, рельефа местности и других факторов режим работы трубопроводного транспорта – различен. Трубопровод может работать как в условиях низких давлений, так и высоких, режим движения продукта может

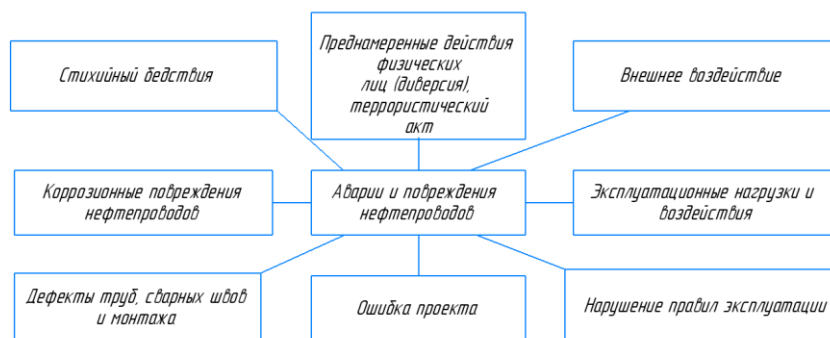
быть, как напорный, так и самотечный. По способу прокладки трубопроводы могут быть как подводные, так и наземные, и подземные.

Различный способ прокладки трубопровода, режим и схема его работы обуславливают различные виды и степени нагрузки на материал труб из которых он изготовлен и соответственно срок его службы [1].

Долгое время весь трубопроводный транспорт строился с использованием только стальных труб, которые обладают достаточной прочностью, высокой герметичностью, устойчивостью к разрывным давлениям и характеризуются низким коэффициентом теплового расширения. Но вместе с перечисленными выше достоинствами, сталь, как материал для прокладки трубопроводов обладает целым рядом недостатков, в первую очередь – это высокая восприимчивость стали к коррозионным процессам. Развитие коррозии приводит к сокращению срока службы трубопровода, истончению его стенок, что в свою очередь может привести к потере герметичности, а возникновение шероховатости на стенках трубы приводит к дополнительным потерям энергии в процессе транспорта, что в конечном итоге отрицательно сказывается на рентабельности всего процесса транспортировки.

Помимо склонности к коррозии стальные трубы имеют малую гибкость, что обуславливает необходимость монтажа большого количества соединительных и фасонных деталей, они подвержены блуждающим токам, а надежность самого трубопровода очень сильно зависит от квалификации работников, выполняющих сварные соединения.

Основные причины отказов оборудования промышленных трубопроводов приведены на рис. 1.



**Рисунок 1 – Причины повреждений и аварий на трубопроводах**

Проведенный анализ отказов за последние пять лет, показывает, что основная причина отказов промышленных трубопроводов (таблица 1) – развитие коррозионных процессов.

**Таблица 1 – Статистика отказов оборудования промышленных трубопроводов**

Система	Виды отказов				
	Коррозия, %	Брак строительного-монтажных работ, %	Брак материалов, %	Механические повреждения, %	Нарушение режима эксплуатации, %
Нефтепроводы	70	15	2	10	3
Газопроводы	37	10	13,3	13,9	26,1
Промысловые трубопроводы	95	2,8	0,8	0,6	0,8

Тот факт, что основной причиной отказов трубопроводов является развитие коррозионных процессов обуславливает наметившуюся в последнее время тенденцию к замене части или всего участка стального трубопровода трубами, изготовленными из полимерных материалов. В отличие от стального трубопровода, полимерный способен претерпевать неограниченное количество циклов деформаций, обладает упругостью и эластичностью, имеет диэлектрические свойства и устойчив к многим агрессивным средам [2].

Строительство трубопровода из полимерных труб характеризуется относительной простотой и значительно большей скоростью, а экономическая

эффективность достигается за счет большей строительной длины трубы, что сокращает прямые трудозатраты. Поставляются полимерные трубы на место строительства в бухтах (рис. 2).



**Рисунок 2 - Транспортировка полимерных труб в бухтах**

В качестве полимерного материала для изготовления труб широко используется полиэтилен – термопластичный материал, получаемый полимеризацией этилена. Основные преимущества полиэтиленовых труб в сравнение со стальными приведены в табл. 2.

**Таблица 2 - Преимущества полиэтиленовых труб**

Параметр	Стальная труба	ПЭ труба
Гарантийный срок эксплуатации	До 5 лет	50 лет
Изоляция труб	Требуется	Не требуется
Электрохимзащита	требуется	Не требуется

Основным недостатком полимерных труб, ограничивающих их повсеместное использование в строительстве трубопроводов, является их относительно невысокая прочность, при этом модификация полимера с целью увеличения его прочности – процесс более затратный, чем строительство стального трубопровода.

В качестве альтернативы стальным и полимерным трубопроводам можно считать использование армированных термопластичных труб. Для их изготовления используют эпоксидные или фенольные смолы, которые с целью повышения прочности армируют стекловолокном, химическим нитями или

металлом (рис. 3). Армирование обеспечивает необходимую прочность, а смола повышает коррозионную стойкость.



**Рисунок 3 - Армированная труба**

Армированный пластик целесообразно использовать для строительства трубопровода, который в процессе эксплуатации будет подвержен внутреннему гидростатическому давлению, создающему растягивающее напряжение в кольцевом направлении [3].

Полимеры, армированные стекловолокном или стеклопластиковые трубы для строительства трубопроводов, достаточно широко не используются в силу того, что свойства стекловолокна в зависимости от конкретного производителя разительно отличаются.

Оптимальным решением при выборе материала для строительства трубопровода может стать использование футерованных труб.

Под футеровкой, в классическом понимании, подразумевается нанесение на поверхность стальной трубы специального защитного покрытия, которое защищает трубопровод от механических повреждений, коррозии и служит для увеличения срока службы основного материала. В настоящее время в качестве футеровки широко используют различные виды резин, полимерные волокна и керамику.

Широкое распространение получила футеровка полиуретаном, особенностью которого является высокая прочность, показатели которой превосходят не только показатели прочности всех резин, но и некоторых металлов.

Преимуществами футеровки трубопровода полиуретаном следующие (табл.3) [4]:

- высокая стойкость к истиранию;
- широкий диапазон рабочих температур и давлений;
- защита металла трубопровода от абразивного и коррозионного разрушения;
- стойкость к воздействию различных погодных и климатических особенностей местности в которой прокладывается трубопровод;
- химическая устойчивость к нефти и нефтепродуктам;
- устойчивость к сдвиговой деформации и разрыву.

**Таблица 3 - Применение полиуретановой футеровки [5]**

<i>Назначение</i>	<i>Преимущества</i>	<i>Свойство полиуретана</i>
Защита от абразивного износа	Снижение затрат на ремонт оборудования, сокращение простоев для частой замены недолговечной резиновой/стальной футеровки	Полиуретан обладает отличной стойкостью к абразивному износу. Тест
Защита от налипания и намерзания материала	Нет необходимости в постоянной трудоёмкой механической очистке или сложных вибрационных механизмах. Полиуретан легко очищается.	Полиуретан обладает низким коэффициентом сцепления и гладкой, непористой поверхностью. Тест
Амортизация, защита от ударов	В условиях сочетания абразивного износа и средних ударных нагрузок полиуретановая футеровка долговечнее резиновой	Полиуретан обладает хорошей эластичностью и стойкостью к ударным нагрузкам

Все перечисленные выше достоинства футерованных труб обеспечивают длительность службы трубопровода, снижают потери на транспортировку, сводят к минимуму риск разгерметизации и как следствие протечки трубы.

Для транспортировки агрессивных сред широко используется футеровка из фторопласта. До некоторого времени фторопласт использовался только при строительстве объектов стратегического назначения, однако в настоящее время области его использования быстро расширяются. Фторопласт отличается очень низким коэффициентом трения, повышенной гибкостью и

пластичностью [6]. Фторопластовые детали трубопровода имеют небольшой вес, внешний вид напоминает гибкий тефлоновый рукав, на который наносится в один или два слоя проволочного оплетения.

### **Заключение**

В качестве заключения можно сделать вывод о том, что стальные трубопроводы хоть и используются достаточно широко и в настоящее время пока занимают лидирующие позиции во всем объеме строительства транспортных магистралей, но тем не менее в обозримом будущем их доля в строительстве магистральных трубопроводов будет снижаться за счет увеличения строительства трубопроводов из полимерных материалов и пока не удалось найти решение по увеличению прочности полимерного трубопровода с минимальными затратами – хорошей альтернативой обычным стальным трубам является труба футерованная фтороплатом или полиуретаном. Трубопровод из футерованных труб обладает большей надежностью и долговечностью, что обеспечивает его большую экономическую рентабельность.

### **Список литературы:**

1. Закожурников, Ю.А. Подготовка нефти и газа к транспортировке: учебное пособие / Ю.А. Закожурников. — Волгоград: Ин-фолио, 2010. — 176 с.: ил. — Библиогр.: с. 157-163.
2. Уиллоуби Д.А., Вудсон Д., Суверлэнд Р. Полимерные трубы и трубопроводы / пер. с англ. – СПб.: Профессия, 2010. – 486 с
3. Стручков А.С. Хладостойкость и особенности сопротивления разрушению нефтегазовых пластмассовых труб: автореф. дис. ... д-ра техн. наук. – Якутск, 2005. – 35 с.
4. ВСН 003-88 Строительство и проектирование трубопроводов из пластмассовых труб.

5. Бурков П.В., Ключ О.В., Буркова С.П. Исследование напряженно-деформированного состояния подземных трубопроводов, проложенных в условиях вечной мерзлоты // Горный информационно-аналитический бюллетень. – 2011. – № 0В2. – С. 184–190.

6. СТО ЛУКОЙЛ 1.19.3–2013 Трубопроводы промышленные из альтернативных материалов в нефтегазодобывающих организациях Группы «ЛУКОЙЛ».