

Вестник Евразийской науки / The Eurasian Scientific Journal <https://esj.today>

2025, Том 17, № 1 / 2025, Vol. 17, Iss. 1 <https://esj.today/issue-1-2025.html>

URL статьи: <https://esj.today/PDF/14NZVN125.pdf>

DOI: 10.15862/14NZVN125 (<https://doi.org/10.15862/14NZVN125>)

2.8.4. Разработка и эксплуатация нефтяных и газовых месторождений (технические науки)

Ссылка для цитирования этой статьи:

Бердник, М. М. Теоретическое обоснование эффективности использования полимерно-армированных труб для сооружения промышленных нефтепроводов / М. М. Бердник, М. Е. Благинина, В. П. Пивнов, В. Г. Коробкин // Вестник евразийской науки. — 2025. — Т. 17. — № 1. — URL: <https://esj.today/PDF/14NZVN125.pdf>
DOI: 10.15862/14NZVN125

For citation:

Berdnik M.M., Blaginina M.E., Pivnov V.P., Korobkin V.G. Research on the effectiveness of using polymer pipelines for transporting hydrocarbons using the rating assessment method. *The Eurasian Scientific Journal*. 2025;17(1): 14NZVN125. Available at: <https://esj.today/PDF/14NZVN125.pdf>. (In Russ., abstract in Eng.)
DOI: 10.15862/14NZVN125

УДК 621.644.07

Бердник Мария Михайловна

ФГАОУ ВО «Российский университет дружбы народов имени Патриса Лумумбы», Москва, Россия
Доцент

Кандидат технических наук, доцент

E-mail: berdnik-mm@rudn.ru

ORCID: <https://orcid.org/0009-0005-8313-071X>

РИНЦ: https://elibrary.ru/author_profile.asp?id=547606

Благинина Мария Евгеньевна

ФГАОУ ВО «Российский университет дружбы народов имени Патриса Лумумбы», Москва, Россия
E-mail: pme821@mail.ru

ORCID: <https://orcid.org/0009-0000-9019-9233>

РИНЦ: https://elibrary.ru/author_profile.asp?id=1187725

Пивнов Валентин Петрович

ФГАОУ ВО «Российский университет дружбы народов имени Патриса Лумумбы», Москва, Россия
E-mail: TerritoryOGS@yandex.ru

РИНЦ: https://elibrary.ru/author_profile.asp?id=927335

Коробкин Владимир Григорьевич

ФГАОУ ВО «Российский университет дружбы народов имени Патриса Лумумбы», Москва, Россия
E-mail: Vladimir.Korobkin@gmail.com

Теоретическое обоснование эффективности использования полимерно-армированных труб для сооружения промышленных нефтепроводов

Аннотация. Авторами представлен всесторонний обзор исследований, направленных на изучение эффективности применения полимерных труб для транспортировки углеводородов с использованием метода рейтинговых оценок. В статье подробно рассмотрена классификация композитных труб, включающая различные типы армированных термопластичных и термопластичных композитных труб. Исследованы разнообразные материалы, такие как поливинилхлорид, полиэтилен низкого и высокого давления, сшитый полиэтилен, поливинилиденфторид, полипропилен и полибутен, которые широко используются при

производстве полимерных труб. Особое внимание уделено методу изготовления полимерных труб путем экструзии с применением химических добавок, который позволяет создавать трубы различной формы и размеров.

Авторы также провели глубокий анализ ГОСТов, связанных с полимерными трубами, выявляя уникальные особенности и сложности разработки соответствующей нормативной документации. Они подчеркивают, что несмотря на активную разработку стандартов в этой области, многие аспекты еще требуют уточнения и доработки.

Основой исследования стало сравнение различных типов труб, включая стальные, чугунные, стеклопластиковые и полимерные, с использованием метода рейтинговых оценок для выбора оптимального варианта для транспортировки скважинной продукции в условиях месторождения.

Кроме того, в статье обсуждаются преимущества полимерных труб перед традиционными стальными трубами, такие как экологическая безопасность, устойчивость к агрессивным средам и легкость монтажа. Также отмечается, что использование полимерных труб позволяет снизить затраты на транспортировку и обслуживание трубопроводов.

Ключевые слова: полимерные армированные трубы; стеклопластиковые трубы; полимерные композитные трубы; экструзия; классификация; транспортировка скважинной продукции; сравнение материалов; метод рейтинговых оценок

Введение

В современное время нефть и производные нефтепродукты выступают важнейшими энергоносителями и сырьем для многих отраслей промышленности. Их транспортировка осуществляется по трубопроводам, которые являются практически ключевым элементом инфраструктуры передового нефтегазового комплекса.

Традиционным материалом для изготовления нефте- и нефтепродуктопроводов является сталь. Однако, стальные трубы подвержены коррозии, что может привести к их разрушению и, как следствие, к разгерметизации и утечкам нефти или нефтепродуктов в окружающую среду.

Полимерные трубы — это трубы, изготовленные из композитного материала, состоящего из полимерной основы, связующего вещества. Такие трубы могут быть армированы сталью, алюминием, стеклотканью фиброй и полипропиленом в зависимости от назначения и требуемых характеристик. Анализ применения полимерных армированных труб на объектах промысловых и магистральных трубопроводов проводится в источнике [1].

Полимерные трубы имеют ряд преимуществ по сравнению со стальными, а именно [2]:

- Экологическая безопасность. Трубы подвержены коррозии и не выделяют вредных веществ в окружающую среду;
- Устойчивость к агрессивным средам. Такие трубы устойчивы к воздействию кислот, щелочей и других агрессивных сред;
- Срок службы стеклопластиковых труб составляет более 50 лет;
- Легкость монтажа и эксплуатации.

В связи с этим использование стеклопластиковых труб для транспортировки нефти и нефтепродуктов является актуальной тематикой.

Классификация полимерных труб

Понятие полимерно-армированная труба является комплексным, оно объединяет в себе армированную термопластичную трубу (Reinforced Thermoplastic Pipes, RTP) и термопластичную

композитную трубу (Thermoplastic composite pipes, TCP). Формулировка термина приобрела актуальность во время работы над ГОСТ Р 59834-2021.¹ Под данным термином подразумевают разные типы композитных труб, которые являются альтернативой традиционным стальным материалам. Такие трубы представляют собой конструкцию из трех слоев: армирующая система — каркас, внешний термопластичный слой, внутренний термопластичный слой [3; 4].

Однако для понимания классификации полимерных труб необходимо рассмотреть принципиальные отличия труб RTP и TCP.

Ключевой особенностью труб RTP является то, что армирующий слой такой трубы представляет собой несвязную конструкцию, состоящую из металлических лент или сухих волокон. Каркас приклеивается к внутренней и внешней оболочкам. Такие трубы применяются при менее требовательных условиях по отношению к трубам TCP — при более низких значениях давления и температуры.

В свою очередь трубы TCP представляют собой полностью связанную трехслойную систему. Такие трубы подходят под использование в широком спектре температур и высоких давлениях за счёт того, что, во-первых, связующим веществом выступают смолы, во-вторых, высокие эксплуатационные характеристики достигаются посредством плавления элементов армирующей структуры для соединения.

Стоит отметить, что на российском рынке полимерных труб всё ещё четко не регламентированы термины и сокращения, касающиеся данного вида труб [5]. Однако для понимания формулировок в сфере производства, эксплуатации и исследования труб приняты следующие аббревиатуры и классификация, представленная на рисунке 1.

- ПКМ — полимерные и композиционные материалы;
- ПАТ — полимерные армированные трубы.

В свою очередь полимерные армированные трубы можно разделить на подгруппы в зависимости от связанности слоёв:

- со связанными слоями (применимо для Thermoplastic composite pipes, TCP);
- с несвязанными слоями (вышеупомянутые Reinforced Thermoplastic Pipes, RTP).

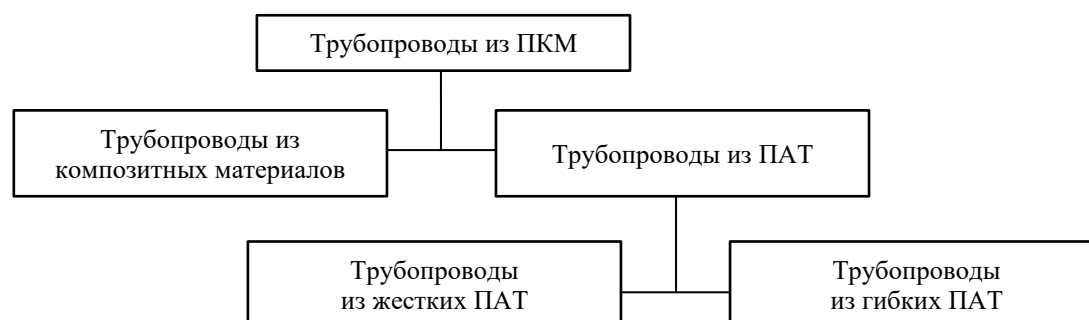


Рисунок 1. Классификация полимерных труб (составлено авторами)

В зависимости от материала армирования:

- металлическое армирование (стальные ленты, проволоки);
- неметаллическое армирование (стеклянные, углеродные, арамидные, полиэтиленовые, полиэфирные волокна) [6; 7].

¹ ГОСТ Р 59834-2021 «Промысловые трубопроводы. Трубы гибкие полимерные армированные и соединительные детали к ним».

Отдельная классификация трубопроводов связана с материалом, из которого производится внутренняя и внешняя оболочки.²

Материалы, применяемые при производстве полимерных труб

От свойств полимерных материалов зависят характеристики самой трубы. К основным нетрадиционным для трубопроводного производства материалам относятся [8]:

- ПВХ (PVC, поливинилхлорид);
- ПНД (полиэтилен низкого давления, он же полиэтилен высокой плотности HDPE);
- ПВД (полиэтилен высокого давления, он же полиэтилен низкой плотности);
- Сшитый полиэтилен (поперечно-сшитый полиэтилен, PEX, PE-RT);
- ПВДФ (поливинилиденфторид, фторопласт, PVDF);
- Полипропилен (PP);
- Полибутен (полибутилен, PB).

Способ изготовления полимерных труб

Экструзия — это наиболее распространенный метод производства полимерных труб. Он заключается в продавливании расплавленного полимера через формующее отверстие экструдера. Этот метод позволяет получать трубы различного диаметра и толщины стенки [9].

Для создания полимерной трубы используется следующий метод: на предварительно разогретую внешнюю поверхность внутреннего термопластичного слоя наматываются непрерывные нити из полимерного или минерального материала, причем делается это под натяжением по спиральным линиям в двух противоположных направлениях. Эти нити погружаются в наружную поверхность внутреннего термопластичного слоя. Затем на эту конструкцию наносится внешний термопластичный слой, а выступающие части армирующих нитей утапливаются во внутреннюю поверхность наружного слоя [10].

Полимерные трубы могут быть армированы различными материалами в зависимости от их назначения и требуемых характеристик [11]:

- Алюминий: алюминиевая фольга или сетка используются для усиления полимерных труб, особенно в системах отопления и горячего водоснабжения. Алюминий помогает предотвратить расширение труб при высоких температурах.
- Стеклоткань: стеклоткань может быть использована для армирования полимерных труб, чтобы улучшить их механические свойства и устойчивость к коррозии [13].
- Фибра: некоторые производители используют фибру для армирования полимерных труб. Фибра может быть стеклянной, базальтовой или углеродной.
- Полипропилен: в некоторых случаях для армирования полимерных труб используется дополнительный слой полипропилена. Это помогает увеличить прочность и долговечность труб.

² Виды полимеров, применяемые для производства пластмассовых труб // [Электронный ресурс] / Режим доступа: URL <https://gtr-energo.ru/blog/kompleksnoe-reshenie/vidy-polimerov-primenyaemye-dlya-proizvodstva-plastmassovykh-trub/?ysclid=lx4z6yb4do150397121> (дата обращения: 28.04.2024).

- Стальная проволока: в некоторых случаях стальная проволока может быть использована для армирования полимерных труб. Это увеличивает их прочность и устойчивость к механическим воздействиям.

Добавки для полимерных труб используются для улучшения их свойств и повышения эффективности их использования [12]. Ниже приведены некоторые из них и их назначение³:

- Антиоксиданты: помогают предотвратить окисление полимеров, которое может привести к ухудшению их свойств и сокращению срока службы [13].
- Ультрафиолетовые стабилизаторы: защищают полимеры от вредного воздействия ультрафиолетового излучения, которое может вызывать деградацию материала [14].
- Модификаторы ударной вязкости: улучшают способность полимеров выдерживать удары и нагрузки, делая их более устойчивыми к механическим повреждениям.
- Антипирены: добавляются для снижения горючести полимеров, что повышает их безопасность в случае пожара [15].
- Светостабилизаторы: защищают полимеры от разрушительного воздействия света, что продлевает срок их службы.
- Силиконовые смазки: они облегчают процесс экструзии и литья под давлением, уменьшая трение между компонентами оборудования и материалом.
- Пигменты и красители: используются для придания полимерам определенного цвета или оттенка.
- Наполнители: добавляются для улучшения физических свойств полимеров, таких как прочность, жесткость и теплостойкость.
- Пластификаторы: делают полимеры более гибкими и эластичными, улучшая их обрабатываемость и пригодность для определенных условий эксплуатации [16].
- Биоразлагаемые добавки: ускоряют процесс разложения полимеров, что способствует их более эффективному и безопасному для окружающей среды при утилизации.

Обзор ГОСТов по полимерным трубам

Стоит отметить, что нормативные документы по полимерным трубам стали разрабатываться преимущественно после 2020 года, когда этот вопрос был поставлен Правительством Российской Федерации. Именно поэтому на сегодняшний день нет ГОСТов на изделия для некоторых видов труб, нет ГОСТов на проектирование из этих труб (а для каждого вида труб это будут различные документы, поскольку эти трубы существенно отличаются своими механическими свойствами). А те ГОСТы, которые уже приняты зачастую направляются на доработку, поскольку на сегодняшний день нет достаточного опыта эксплуатации трубопроводов из полимерных труб, нет доказательной экспериментальной базы, а значит методики, практикуемые для стальных трубопроводов, которые преимущественно ложатся в основу новых нормативных документов, неминуемо будут давать сбой. Приведем список ГОСТ, касающихся полимерных труб:

³ Официальный сайт научно-исследовательского института в области строительства трубопроводов (НИИСТ) // [Электронный ресурс] / Режим доступа: URL <http://niist.ru/> (дата обращения: 08.06.2024).

1. ГОСТ Р 54475-2011.⁴

- Дата введения в действие: 01.05.2012.
- Область применения: настоящий стандарт распространяется на трубы со структурированной стенкой и фасонные части к ним из полимерных материалов для систем безнапорной подземной наружной канализации: хозяйственно-бытовой канализации, дренажа и водоотведения, ливневой канализации, отведения промышленных стоков, к которым материал трубопровода является химически стойким. Настоящий стандарт устанавливает требования к трубам и фасонным частям (фитингам) из по-лиэтилена РЕ (ПЭ), полипропилена РР (ПП) и непластифицированного поливинилхлорида PVC-U (НПВХ).

2. ГОСТ Р 59910-2021.⁵

- Дата введения в действие: 01.03.2022.
- Область применения: настоящий стандарт распространяется на трубы из термопластов, армированных металлическим каркасом (далее — трубы), и соединительные детали к ним (далее — фитинги) для промышленных трубопроводов нефтяной и газовой промышленности номинальным наружным диаметром от 90 до 315 мм включительно, эксплуатируемых при рабочем давлении не выше 6,3 МПа и рабочей температуры не выше плюс 80°С. Применение трубных изделий для транспортировки природного газа допускается только при рабочем давлении не выше 1,2 МПа и рабочей температуре не выше плюс 60°С.

3. ГОСТ Р 59834-2021.⁶

- Дата введения в действие: 01.03.2022.
- Область применения: настоящий стандарт распространяется на гибкие трубы из термопластов, армированные нитями, ровингом, кордом, проволоками или лентами из металлических или неметаллических материалов (ГПАТ) номинального размера от 32 до 200 мм и соединительные детали к ним (далее — фитинги) для промышленных трубопроводов нефтяной и газовой промышленности для подземной, наземной и надземной прокладки, эксплуатируемых при максимальном рабочем давлении не выше 35 МПа и максимальной температуре транспортируемой среды не выше 95°С.

4. ГОСТ Р 70623-2023.⁷

- Дата введения в действие: 01.06.2024.
- Область применения: настоящий стандарт распространяется на проектирование, строительство, реконструкцию, эксплуатацию и капитальный ремонт промышленных трубопроводов из гибких полимерных армированных труб (далее — трубопроводы), номинальным размером от 32 до 200 мм включительно, допустимым рабочим давлением не более 35 МПа и температурой транспортируемой среды не выше плюс 95°С, изготовленных по ГОСТ Р 59834.

⁴ ГОСТ Р 54475-2011 «Трубы полимерные со структурированной стенкой и фасонные части к ним для систем наружной канализации. Технические условия».

⁵ ГОСТ Р 59910-2021 «Трубы полимерные, армированные металлическим каркасом, и соединительные детали к ним. Общие технические условия».

⁶ ГОСТ Р 59834-2021 «Промысловые трубопроводы. Трубы гибкие полимерные армированные и соединительные детали к ним. Общие технические условия».

⁷ ГОСТ Р 70623-2023 «Трубопроводы промышленные. Трубопроводы из гибких полимерных армированных труб. Правила проектирования, монтажа и эксплуатации».

5. ГОСТ Р 70624-2023.⁸

- Дата введения в действие 01.06.2024.
- Область применения: Настоящий стандарт распространяется на проектирование, строительство, эксплуатацию, реконструкцию и капитальный ремонт промышленных трубопроводов из полимерных труб, армированных металлическим каркасом (далее — трубопроводы), номинальным размером от 90 до 315 мм включительно, допустимым рабочим давлением не выше 6,3 МПа и температурой рабочей среды не выше плюс 80°C, изготовленных по ГОСТ Р 59910.

6. ГОСТ Р 56277-2014.⁹

- Дата введения в действие: 01.01.2016.
- Область и условия применения: настоящий стандарт распространяется на полимерные композитные трубы и фитинги, предназначенные для подземных и надземных внутрипромысловых трубопроводов нефтяной и газовой промышленности (далее — трубы и фитинги), транспортирующих нефть, в том числе высокообводненную, нефтегазоводяные смеси и эмульсии, нефтепродукты, сточные промышленные воды, попутный нефтяной газ, газовый конденсат и другие коррозионные среды с содержанием сероводорода, углекислого газа, серы, солей, свободного кислорода, механических примесей, эксплуатируемые при рабочем давлении до 4 МПа и при рабочей температуре от минус 65 градусов Цельсия до плюс 90°C.

Сравнительная характеристика основных видов труб

Сравнительная характеристика основных видов труб необходима для выбора оптимального варианта трубы, соответствующего конкретным условиям эксплуатации и требованиям проекта [17; 18]. Каждый вид труб имеет свои уникальные свойства, преимущества и недостатки, которые необходимо учитывать при выборе.

Проведение сравнительной характеристики позволяет:

- Определить наиболее подходящий материал для конкретной задачи.
- Учесть особенности монтажа и обслуживания. Некоторые виды труб легче монтировать, чем другие, что может значительно сократить время и затраты на установку [19; 20].
- Оценить экономическую эффективность. Различные виды труб имеют разные цены, и проведение сравнительной характеристики поможет выбрать оптимальное соотношение цены и качества [21].
- Учесть возможные проблемы в будущем. Некоторые виды труб могут быть подвержены коррозии или другим видам повреждений, что необходимо учесть при выборе.

В таблице 1 приведена сравнительная характеристика основных видов труб, применяемых в промышленных условиях.

⁸ ГОСТ Р 70624-2023 «Трубопроводы промышленные из труб полимерных, армированных металлическим каркасом. Правила проектирования, монтажа и эксплуатации».

⁹ ГОСТ Р 56277-2014 «Трубы и фитинги композитные полимерные для внутрипромысловых трубопроводов. Технические условия».

Таблица 1

Сравнительная характеристика основных видов труб

Параметр	Стеклопластик	Сталь	Чугун	РЕ-РТ	ПВХ	ПНД
Теплопроводность, Вт/м°С	0,33	52	56	0,22	0,137	0,44
Удельный вес, кг/м ³	1,8	7,8	7,2	1	1,4	0,95
Сопротивление истиранию при испытательной жидкости песок/вода 15/85 и скорости 10 м/сек	80	34	34	50	50	100
Коэффициент Хайзена Вильямса (с)	150	90-100	120	140	140	140
Абсолютная шероховатость внутренней поверхности стенок (новая/старая) μm	0,05/0,05	0,075/2,0	0,1/0,2	0,1/0,1	0,1/0,1	0,1/0,1
Срок службы	более 50 лет	до 10–15 лет	20–30 лет	более 50 лет	более 50 лет	более 50 лет
Устойчивость к коррозии	устойчив	неустойчив	неустойчив	устойчив	устойчив	устойчив
Морозостойкость	-40	-60	-60	-60	-60	-60
Устойчивость к блуждающим токам	диэлектрик	проводник	проводник	диэлектрик	диэлектрик	диэлектрик
Устойчивость к биообрастанию	высокая	средняя	высокая	высокая	высокая	высокая
Устойчивость к химически агрессивным средам	высокая	высокая	низкая	высокая	высокая	высокая

Источник¹⁰

Метод рейтинговых оценок

Целью проведения метода рейтинговых оценок является выбор предпочтительного варианта трубы по заданным критериям отбора, которыми выступают физико-химические и технологические свойства материалов [22; 23].

Последовательность выполнения анализа следующая:

1. Сформировать список вариантов труб.
2. Выбрать критерии оценки.
3. Установить вес каждого критерия — сумма весов критериев должна быть равна 1.
4. Оценить каждый вариант по каждому критерию, присвоив баллы.
5. Определить интегрированный показатель по каждому виду трубы.

При проведении расчетов используются следующие формулы:

$$R_i = \sum_{j=1}^J W_j \cdot K_{ij}, \quad (1)$$

$$\sum_{j=1}^J W_j = 1, \quad (2)$$

где:

R_i — интегрированный показатель i -го варианта;

W_j — вес j -го критерия;

¹⁰ Рынок нефтепромысловых полимерно-армированных труб в 2021–2027 годах, реальность и перспективы // [Электронный ресурс] / Режим доступа: URL https://teo.ru/analiz/publ_34.htm?ysclid=lrgfd7jvg5468145356 (дата обращения: 06.07.2024).

K_{ij} — балльная оценка i -го варианта по j -му критерию;

J — количество критериев оценки вариантов.

В таблице 2 проведена оценка каждого варианта по каждому критерию с присвоением баллов. Присвоенные баллы указаны в скобках. В работе использована шести балльная шкала.

Таблица 2

Оценка критериев каждого вида трубы

Параметр	Стекло пластик	Сталь	Чугун	РЕ-RT	ПВХ	ПНД	Вес критерия
Теплопроводность, Вт/м°С	0,33 (4)	52 (2)	56 (1)	0,22 (5)	0,137 (6)	0,44 (3)	0,1
Удельный вес, кг/м ³	1,8 (3)	7,8 (1)	7,2 (2)	1 (5)	1,4 (4)	0,95 (6)	0,11
Сопротивление истиранию при испытательной жидкости песок/вода 15/85 и скорости 10 м/сек	80 (3)	34 (1)	34 (1)	50 (2)	50 (2)	100 (4)	0,06
Коэффициент Хайзена Вильямса (с)	150 (4)	90–100 (1)	120 (2)	140 (3)	140 (3)	140 (3)	0,01
Абсолютная шероховатость внутренней поверхности стенок (новая/старая) мкм	0,05/0,05 (4)	0,075/2,0 (2)	0,1/0,2 (1)	0,1/0,1 (3)	0,1/0,1 (3)	0,1/0,1 (3)	0,05
Срок службы	> 50 лет (3)	10–15 лет (1)	20–30 лет (2)	> 50 лет (3)	> 50 лет т (3)	> 50 лет (3)	0,14
Устойчивость к коррозии	+ (2)	- (1)	- (1)	+ (2)	+ (2)	+ (2)	0,17
Морозостойкость	-40 (1)	-60 (2)	-60 (2)	-60 (2)	-60 (2)	-60 (2)	0,05
Устойчивость к блуждающим токам	диэлектрик (2)	проводник (1)	проводник (1)	диэлектрик (2)	диэлектрик (2)	диэлектрик (2)	0,09
Устойчивость к биообрастанию	высокая (2)	средняя (1)	высокая (2)	высокая (2)	высокая (2)	высокая (2)	0,08
Устойчивость к химически агрессивным средам	высокая (2)	высокая (2)	низкая (1)	высокая (2)	высокая (2)	высокая (2)	0,14

Составлено авторами

Итоговый интегрированный показатель по каждому виду трубы приведены в таблице 3.

Таблица 3

Интегрированный показатель по каждому виду трубы

Вид трубы	Интегрированный показатель
Стеклопластик	2,58
Сталь	1,34
Чугун	1,39
РЕ-RT	2,83
ПВХ	2,82
ПНД	2,86

Составлено авторами

В ходе проведения рейтинговой оценки предпочтительными вариантами для изготовления труб, предназначенных для использования в нефтяной промышленности, стали ПНД и РЕ-RT, с наибольшим интегрированным показателем. В числе преимуществ этих видов труб можно обозначить устойчивость к коррозии, небольшой вес, низкая теплопроводность и достаточно большой срок службы.

Выводы

В ходе работы проведено комплексное исследование полимерных труб. По результатам анализа классификации полимерных труб, материалов, применяемых при производстве труб, способа изготовления труб методом экструзии с применением химических добавок, ГОСТов по полимерным трубам можно сделать следующие выводы:

- На российском рынке полимерных труб всё ещё четко не регламентированы термины и сокращения, касающиеся полимерных труб. Понятие полимерно-армированная труба является комплексным, оно включает в себя понятия полимерных и композиционных труб со связными и несвязными слоями, которые впоследствии подразделяются на жесткие и гибкие трубы, и на классы по виду армирующего материала и оболочки.
- От свойств полимерных материалов зависят характеристики самой трубы. К основным нетрадиционным для трубопроводного производства материалам относятся: поливинилхлорид; полиэтилен низкого давления, полиэтилен высокого давления, сшитый полиэтилен, поливинилиденфторид, полипропилен, полибутилен.
- Нормативные документы по полимерным трубам стали разрабатываться преимущественно после 2020 года, когда этот вопрос был поставлен Правительством РФ. Именно поэтому на сегодняшний день нет ГОСТов на изделия для некоторых видов труб, нет ГОСТов на проектирование из этих труб.

Методом рейтинговых оценок проведено сравнение стальных, чугунных, стеклопластиковых и нескольких видов полимерных труб для транспортировки скважинной продукции в условиях месторождения. В ходе проведения метода рейтинговых оценок предпочтительным вариантом трубы стали ПНД и РЕ-РТ, с наибольшим интегрированным показателем.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бердник, М.М. Анализ применения полимерных армированных труб на объектах промысловых и магистральных трубопроводов / М.М. Бердник, М.Е. Благинина // Перспективы развития геологии, горного и нефтегазового дела: материалы научно-практической конференции, Москва, 29 сентября 2023 года. — Москва: Российский университет дружбы народов имени Патриса Лумумбы, 2023. — С. 58–60. — EDN ANJHUA.
2. Шкилева, А.А. Сравнение полимерных труб для внутреннего водопровода / А.А. Шкилева, В.С. Веренич // Энергосбережение и инновационные технологии в топливно-энергетическом комплексе: Материалы Национальной с международным участием научно-практической конференции студентов, аспирантов, ученых и специалистов, посвященной 20-летию создания кафедры электроэнергетики: в 2-х томах, Тюмень, 18–20 декабря 2019 года / Ответственный редактор: А.Н. Халин. Том I. — Тюмень: Тюменский индустриальный университет, 2019. — С. 229–233. — EDN XBQFQO.
3. Щелудяков, А.М., Применение полимерно-армированного материала в трубопроводном транспорте / А.М. Щелудяков, А.Ф. Сальников // Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. Охрана окружающей среды, транспорт, безопасность жизнедеятельности. — 2012. — № 2. — С. 158–166.

4. Бикмасов, Р.Г. Проблемы применения полимерно-армированных труб на объектах промысловых нефтегазопроводов / Р.Г. Бикмасов // Вопросы развития современной науки и техники. — 2021. — № 1. — С. 5–8.
5. Герасина, А.А. Анализ рынка производства полимерных труб / А.А. Герасина, А.В. Комкова // Современные наукоемкие технологии. — 2013. — № 10-1. — С. 57–58. — EDN QYYNDT.
6. Габбасов, А.И. и др. Совершенствование подходов к расчетам на прочность гибких полимерно-армированных труб с неметаллическим армированием // Экспозиция Нефть Газ. — 2024. — № 8. — С. 122–126.
7. Одарюк, Н.В. Изучение влияния армирующего слоя на тепловые и коррозионные свойства пластиковых труб / Н.В. Одарюк, А.П. Штыхно // Металлургия XXI столетия глазами молодых. — 2019. — С. 235–236.
8. Ибрагимова, К.А., Журова О.Р. Полимерные материалы, применяемые в системах водоснабжения // World science: problems and innovations. — 2019. — С. 31–34.
9. Снигерев, Б.А. Математическое моделирование процесса экструзии полимерного расплава / Б.А. Снигерев // Химическая промышленность сегодня. — 2012. — № 4. — С. 33–40. — EDN OWSNXJ.
10. Волков, И.В. и др. Реология полиэтиленов и экструзия труб // Полимерные трубы. — 2014. — № 4. — С. 46–50.
11. Каримов, Э.Х. и др. Армирующие наполнители эластомеров, полимеров, пластиков и каучуков // Промышленное производство и использование эластомеров. — 2016. — № 1. — С. 15–22.
12. Зверева, В.А. Применение полимерных добавок для повышения эффективности магистральных нефтепроводов / В.А. Зверева, А.В. Балабуха // Вестник Инженерной школы Дальневосточного федерального университета. — 2018. — № 1(34). — С. 124–133.
13. Коркишко, А.Н. Влияние антиоксидантов на долговечность полиэтиленовых труб / А.Н. Коркишко, А.Е. Емец, В.В. Кочурова // Новые технологии-нефтегазовому региону. — 2010. — С. 96–98.
14. Федоров, И.П. Влияние ультрафиолетового облучения на механические свойства стеклопластика с добавлением УФ-стабилизаторов // Научный Лидер. — 2023. — С. 62.
15. Евсеева, К.А. и др. Новые полимерные трубы для промышленного применения // Российский химический журнал. — 2021. — Т. 65. — № 3. — С. 85–90.
16. Стручков А.С. Хладостойкость и особенности сопротивления разрушению нефтегазовых пластмассовых труб // Якутск: Институт неметаллических материалов СО РАН. — 2005.
17. Ильин А.А., Джигоева Т.Б. Анализ характеристик материалов, применяемых для изготовления трубопроводов, с целью снижения электризации при перекачке углеводородов // Труды Крыловского государственного научного центра. — 2018. — № Спецвыпуск 1. — С. 55–61.
18. Шакиров Р.Н. Использование труб из композитных материалов // Трубопроводный транспорт углеводородов. — 2018. — С. 138–146.

19. Кочурова, В.В. Особенности организации строительно-монтажных работ из полимерных труб / В.В. Кочурова, А.Н. Коркишко // Проблемы эксплуатации систем транспорта. — 2008. — С. 169–170.
20. Голышев, С.Н. Соединительные элементы для гибких полимерно-армированных труб / С.Н. Голышев, С.Н. Ермаков, С.Н. Семёнов // Научно-технический вестник Поволжья. — 2013. — № 3. — С. 126–130.
21. Валитов, Б.Р. Перспективы применения полимерных армированных труб в нефтяной и газовой промышленности / Б.Р. Валитов, А.Ф. Юнусова, И.Р. Исмагилов // Экономика строительства. — 2022. — № 6. — С. 116–118.
22. Пивнов, В.П. Логистические принципы в системе газоснабжения региона / В.П. Пивнов, М.А. Пивнова // Булатовские чтения. — 2019. — Т. 5. — С. 181–186. — EDN TCTQYE.
23. Дубинина, Н.А. Сравнительная характеристика методов анализа и оценки конкурентоспособности продукции // Вестник Астраханского государственного технического университета. Серия: Экономика. — 2013. — № 2. — С. 52–61.

Berdnik Maria Mikhailovna

Peoples' Friendship University of Russia named after Patrice Lumumba, Moscow, Russia

E-mail: berdnik-mm@rudn.ru

ORCID: <https://orcid.org/0009-0005-8313-071X>

RSCI: https://elibrary.ru/author_profile.asp?id=547606

Blaginina Maria Evgenievna

Peoples' Friendship University of Russia named after Patrice Lumumba, Moscow, Russia

E-mail: pme821@mail.ru

ORCID: <https://orcid.org/0009-0000-9019-9233>

RSCI: https://elibrary.ru/author_profile.asp?id=1187725

Pivnov Valentin Petrovich

Peoples' Friendship University of Russia named after Patrice Lumumba, Moscow, Russia

E-mail: TerritoryOGS@yandex.ru

RSCI: https://elibrary.ru/author_profile.asp?id=927335

Korobkin Vladimir Grigorievich

Peoples' Friendship University of Russia named after Patrice Lumumba, Moscow, Russia

E-mail: Vladimir.Korobkin@gmail.com

Research on the effectiveness of using polymer pipelines for transporting hydrocarbons using the rating assessment method

Abstract. The authors present a comprehensive review of studies aimed at studying the efficiency of polymer pipes for transporting hydrocarbons using the rating assessment method. The article considers in detail the classification of composite pipes, including various types of reinforced thermoplastic and thermoplastic composite pipes. Various materials, such as polyvinyl chloride, low and high density polyethylene, cross-linked polyethylene, polyvinylidene fluoride, polypropylene and polybutene, which are widely used in the production of polymer pipes, are studied. Particular attention is paid to the method of manufacturing polymer pipes by extrusion using chemical additives, which allows you to create pipes of various shapes and sizes.

The authors also conducted an in-depth analysis of GOSTs related to polymer pipes, identifying the unique features and difficulties in developing the relevant regulatory documentation. They emphasize that despite the active development of standards in this area, many aspects still require clarification and revision.

The study was based on a comparison of various types of pipes, including steel, cast iron, fiberglass and polymer, using the rating assessment method to select the best option for transporting well products in field conditions. In addition, the article discusses the advantages of polymer pipes over traditional steel pipes, such as environmental safety, resistance to aggressive environments and ease of installation. It is also noted that the use of polymer pipes allows for a reduction in the cost of transportation and maintenance of pipelines.

Keywords: polymer reinforced pipes; fiberglass pipes; polymer composite pipes; extrusion; classification; well product transportation; material comparison; rating method