

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕТАЛЛОПЛАСТИКОВЫХ ТРУБ ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ МОРСКИХ МАГИСТРАЛЬНЫХ ТРУБОПРОВОДОВ НА АРКТИЧЕСКОМ ШЕЛЬФЕ

К.Б. Карсаков, А.А. Мухортов
бакалавры

*Владивостокский государственный университет
Владивосток, Россия*

Данная статья представляет собой исследовательскую работу о теме внедрения и перспектив развития строительства подводных магистральных трубопроводов в арктических морях с использованием металлопластиковых труб. При строительстве магистральных трубопроводов на шельфе Арктики в основном применяют способ, позволяющий укладывать трубопровод практически на любую глубину – способ укладки подводных трубопроводов с помощью трубоукладочных судов [2].

Ключевые слова: *Арктика, трубопроводный транспорт, металлопластиковые трубы, стальные трубы, перспективы металлопластиковых труб*

USE OF METAL-PLASTIC PIPES FOR THE CONSTRUCTION OF OFFSHORE PIPELINES ON THE ARCTIC SHELF

This article is a research paper on the topic of the introduction and prospects for the development of the construction of underwater trunk pipelines in the Arctic seas using metal-plastic pipes. During the construction of main pipelines on the Arctic shelf, a method is mainly used that allows laying the pipeline to almost any depth – a method of laying underwater pipelines using pipe-laying vessels [2].

Keywords: *Arctic, pipeline transport, metal-plastic pipes, steel pipes, prospects of metal-plastic pipelines.*

Перспективы добычи нефти и газа на арктическом шельфе России неоспоримы. Перспективы добычи углеводородных ресурсов на арктическом шельфе России оценивают в 106 миллиардов тонн нефтяного эквивалента и 69,5 триллиона кубометров газа. По словам президента Российского газового общества Завального, Россия владеет 30% мировых неразведанных извлекаемых запасов газа и 13% – запасов нефти [3].

Существует несколько основных способов транспортировки углеводородного сырья в условиях Арктики:

- железнодорожный транспорт (применяется крайне редко из-за возникающих проблем при прокладке железнодорожного полотна в условиях крайнего Севера);
- морской транспортный флот (очень дорогой в обслуживании, в связи с этим применяется не часто);
- трубопроводный транспорт (является наиболее используемым способом по доставке сырья с шельфа Арктики на континент).

В целом, при прокладке подводных трубопроводов возникает ряд проблем, решение которых влечет большие затраты:

- коррозия (требуется катодная защита и антикоррозионная обработка);
- износ поверхности трубопровода;
- влияние температуры внешней среды, особенно важный фактор для трубопроводов, которые транспортируют углеводороды, требующие поддержания определённой температуры или вязкости (требуется теплоизоляция).

Но существует способ значительно снизить затраты и увеличить эффективность процесса строительства. Способ, который выведет укладку подводных трубопроводов на новый уровень. Речь идет о металлопластовых трубах. Их достоинства являются неоспоримым фактом, что в будущем при строительстве подводных трубопроводов стальные трубы уступят своё место трубам новой конструкции.

Существует много различных марок стали из которых изготавливают морские магистральные трубопроводы. На данный момент наиболее распространёнными являются трубопроводы, изготовленные из стали марки 09Г2С. Выбор данной марки стали обосновывается рядом преимуществ:

- высокая прочность;
- длительность сроков эксплуатации при нормальных условиях (более 30 лет);
- высокая термоустойчивость (не теряет форму при температурах от -70°C до $+425^{\circ}\text{C}$);
- отсутствие отпускной хрупкости;
- хорошая свариваемость;
- низкая стоимость;
- высокая сопротивляемость механическим воздействиям;
- нетребовательность в обработке.

Основываясь на перечень преимуществ данной стали по отношению к другим, можно сделать вывод, что она подходит для прокладки в суровых условиях Арктического шельфа.

Металлопластовые трубы – трубы, состоящие из стального каркаса и полимерного покрытия. За счет такой конструкции они практически не уступают стальным трубам по прочностным показателям. Все точки соприкосновения вертикальных и горизонтальных элементов сваривают. Каркас изолирован от воздействия внутренней и внешней сред.

Трубы нового поколения обладают рядом преимуществ перед своими стальными предшественниками:

- большой срок службы (до 50 лет безаварийной работы. Это очень важный показатель, ведь трубопроводы – сооружения повышенной экологической опасности);
- металлопластиковая труба армирована жёстким стальным каркасом, что обеспечивает высокую прочность;
- стальной каркас изолирован полимером от воздействия внешней и внутренней среды;
- полимерное покрытие реализует химическую стойкость трубопровода;
- металлопластиковая труба имеет низкую адгезию;
- диаметр металлопластиковой трубы может быть меньше диаметра стальной трубы, так как при использовании стальных труб, диаметр выбирают с учётом уменьшения проходного диаметра со временем и увеличения площади сечения, а также увеличения коэффициента трения;
- металлопластиковые трубы обладают хорошими теплоизоляционными свойствами;
- за всё время эксплуатации затраты на восстановление и ремонт снижаются в десятки раз;
- металлопластиковые трубы более гибкие, поэтому деформации существенно ниже по сравнению со стальными;
- металлопластиковые трубы используются при рабочем давлении до 4 МПа, а рабочая температура составляет от -45°C до $+60^{\circ}\text{C}$.

Недостатком таких труб является то, что для них губительно влияние ультрафиолета, но для подводных условий арктических морей это не имеет значения. Также недостатком использования металлопластовых труб является тот факт, что максимальный наружный диаметр составляет всего 225 мм. Для сравнения, максимальный наружный диаметр стального трубопровода равен примерно 1420 мм. Для металлопластовых труб есть все документы, стандарты, нормы и рекомендации, подтвержденные государственными органами контроля [1].

Сравнительный анализ проводится на основании расчетов. Значения, полученные в результате расчетов напряженного участка стального участка трубы и металлопластового занесены в табл. 1.

Таблица 1

Значения параметров напряжённых участков труб

Параметр		Участок стальной трубы	Участок металлопластиковой трубы
Минимальная длина стингера l, м		157,5	138,4
Максимальное натяжение трубопровода, кгс	На морском дне H_0	7749	16821
	На трубокладчике T	34398	35721
Необходимая положительная плавучесть стингера q, кгс/м		343	67,5

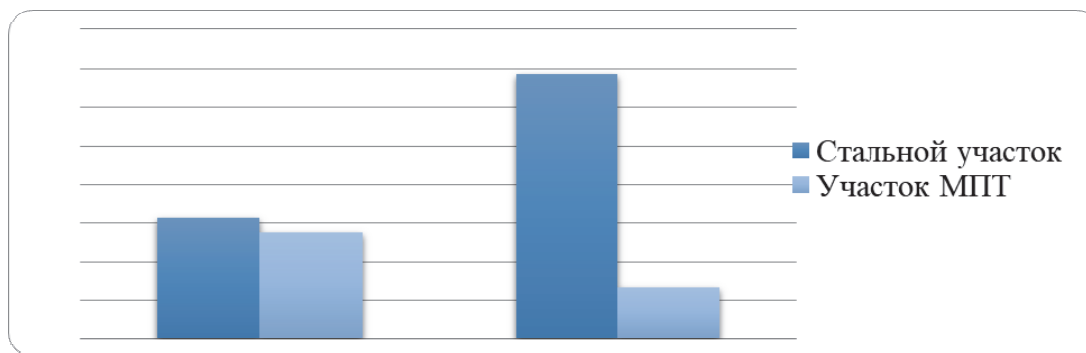


Рис. 1. Гистограммы сравнения значений необходимой плавучести и длин стингера при укладке стального и металлопластикового участков

Данные, представленные в таблице 1, визуализированы на гистограммах (рис. 1 и 2).

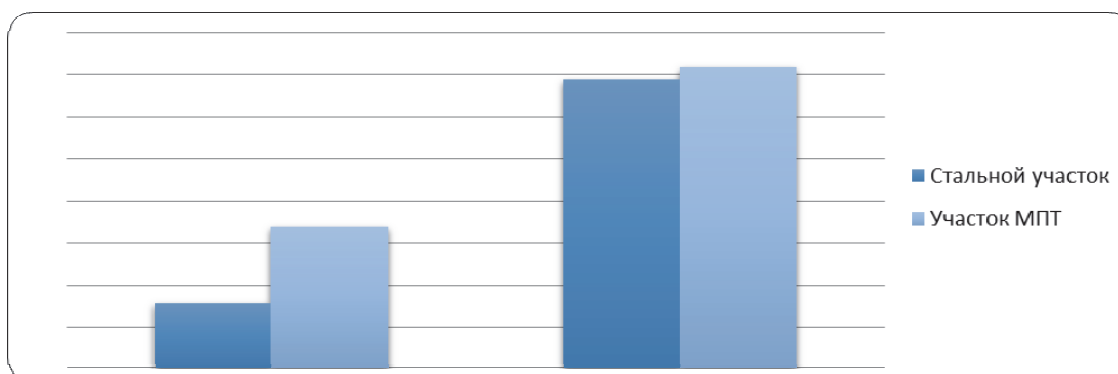


Рис. 2. Гистограммы сравнения значений максимального натяжения трубопровода на морском дне и на трубоукладочном судне при укладке стального и металлопластикового участков трубопровода

В результате сравнительного анализа можно сделать выводы:

1. Для укладки стального трубопровода необходим стингер длиннее. Увеличение длины стингера вызывает большое продольное натяжение, что значительно усложняет работы по укладке трубопровода. Продольное усилие, создаваемое лебедками и удерживающими устройствами, может быть компенсировано только мощной якорной системой. А это очень сложная задача, учитывая, что величина удерживающего усилия может достигать от 100 до 1000 тонн [4].

2. Значение необходимой положительной плавучести стингера для стального трубопровода в пять раз больше, чем для металлопластового. А это означает, что благодаря полимерному покрытию трубопровод требует меньших усилий для обеспечения необходимой плавучести стингера.

3. Необходимое максимальное натяжение, как ко дну моря, так и на борту судна при укладке металлопластового трубопровода больше, чем в случае со стальным. Это означает, что необходимо прикладывать большие усилия, для того, чтобы в любой точке выпуклой части с-образного участка напряжения не превосходили предельные значения.

Таким образом, прокладка трубопровода из металлопласта имеет ряд неоспоримых преимуществ перед традиционной укладкой стальных трубопроводов. Но следует учитывать тот факт, что при создании необходимого натяжения стальные трубопроводы гораздо удобнее [6].

В результате экономических расчетов получаем гистограмму, представленную на рис. 3, по которой видно, что себестоимость металлопластовых труб выше себестоимости труб из стали марки 09Г2С. Однако, стоимость металлопластовых труб, пусть и не на много, но превышает стоимость стальных. Но следует учитывать, что расходы на стальные трубы включают также катодную защиту (примерно 20% от стоимости), теплоизоляцию (5%), износостойкое покрытие (3%), антикоррозионное покрытие (8%) и другие виды обработки, которые нужно периодически обновлять [5]. Хотелось бы также отметить, что компания «Мепос» уже сейчас изготавливает трубы диаметром до 275 мм и в перспективах развития компании изготовление труб диаметром до 1000 мм.

Таким образом, металлопластовые трубы, которые не нуждаются ни в какой дополнительной обработке, имеют гарантию 50 лет, что экономически гораздо выгоднее, нежели привычные стальные трубопроводы.

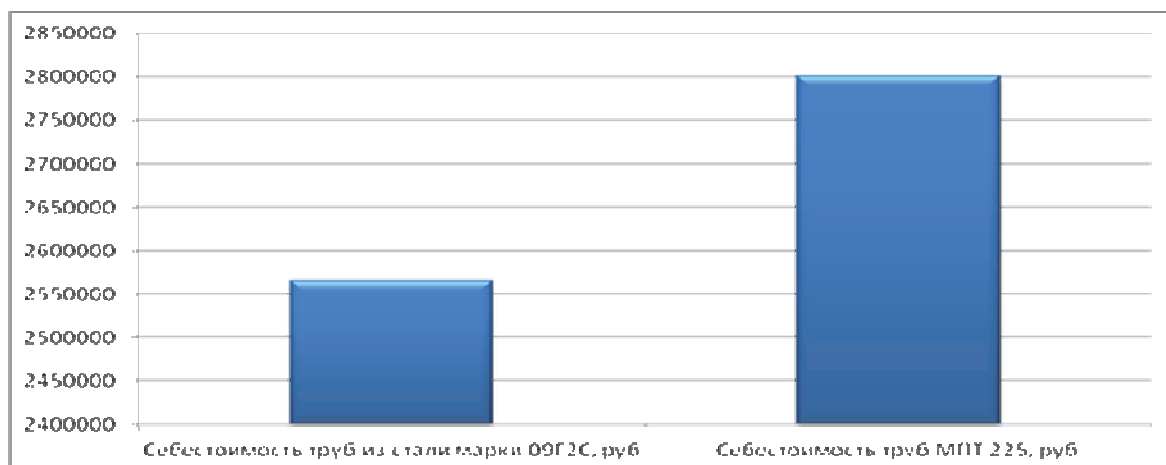


Рис. 3. Результат сравнительного экономического анализа

В данной работе представлены сведения о металлопластовых трубах, их достоинства и недостатки. Также проведены экономический сравнительный анализ, в результате которого показано, что металлопластовые трубы гораздо выгоднее стальных при строительстве трубопроводов.

С точки зрения экологии, укладка трубопровода – процесс, который негативно влияет на морскую среду. Конечно, у металлопластовых труб есть небольшой недостаток, так как их производство – одностадийный процесс, в течение которого выделяется гораздо больше парниковых выделений. Тем не менее, трубопровод, независимо от материала, является объектом повышенной экологической опасности.

Актуальность работы обоснована тем, что производство металлопластовых труб набирает обороты и выходит на уровень широкого автоматизированного производства.

1. Сооружение резервуаров для хранения нефти и нефтепродуктов: учебное пособие / под ред. В.А. Афанасьева, Н.В. Бобрицкого. – Москва: «Недра», 2011. – 346 с.

2. Бородавкин П.П. Морские нефтегазовые сооружения: учебник для вузов. Ч. 2. Технология строительства. – Москва: ООО «Недра – Бизнесцентр», 2011. – 408 с.: ил.

3. Нефтегазовое строительство: учебное пособие для вузов / Беяева В.Я., Михайличенко А.М., Бараз А.Н. [и др.]; под ред. В. Я. Беяева. – Иркутск: «ОМЕГА-Л», 2005. – 774 с.

4. Машины и оборудование для добычи нефти и газа: учебник / под ред. А.Г. Молчанова. – Москва: «Альянс», 2013. – 588 с.

5. Государственное научно-техническое издательство нефтяной и горно-топливной литературы: учебник / под ред. Л. Б. Рухина. – Москва: «Недра», 1995. – 672 с.

5. Снарв А.И. Расчеты машин и оборудования для добычи нефти и газа: учебное пособие. – Москва: «Недра», 2010. – 232 с.

УДК 62-185.3

ЭЛЕКТРОСАМОКАТЫ: ПЕРСПЕКТИВЫ БУДУЩЕГО ИЛИ ПРОБЛЕМЫ НАСТОЯЩЕГО

А.А. Куприянова
бакалавр

*Владивостокский государственный университет
Владивосток, Россия*

В статье рассматривается, для большинства городов и в частности города Владивостока, проблемы, связанные с передвижением электросамокатов. Анализируются положительные и отрицательные стороны использования данного средства передвижения, с учетом неконтролируемых на данном этапе параметров эксплуатации. Предлагается ряд мер