

*Смородова О.В.,*

*кандидат технических наук, доцент*

*доцент кафедры «Промышленная теплоэнергетика»*

*Уфимский государственный нефтяной технический университет*

*Россия, г. Уфа*

*Ахметшина Л.А.,*

*магистрант*

*2 курс, факультет «Промышленная теплоэнергетика»*

*Уфимский государственный нефтяной технический университет*

*Россия, г. Уфа*

*Фазлеев Т.Р.,*

*магистрант*

*2 курс, факультет «Промышленная теплоэнергетика»*

*Уфимский государственный нефтяной технический университет*

*Россия, г. Уфа*

## **ЗАМЕНА СТАЛЬНОГО ТРУБОПРОВОДА НА КОМПОЗИТНЫЙ В СИСТЕМЕ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ**

***Аннотация:** Статья посвящена повышению энергоэффективности тепловых сетей за счет использования композитных трубопроводов. Рассмотрены пути внедрения и сравнения 2-х трубопроводов и применение наилучшего варианта.*

***Ключевые слова:** Композит, трубопровод, композитный материал, коррозионная стойкость.*

***Annotation:** The article discusses the comparison of 2 pipelines of heating networks and the application of the best option.*

***Key words:** Composite, pipeline, composite material, corrosion resistance.*

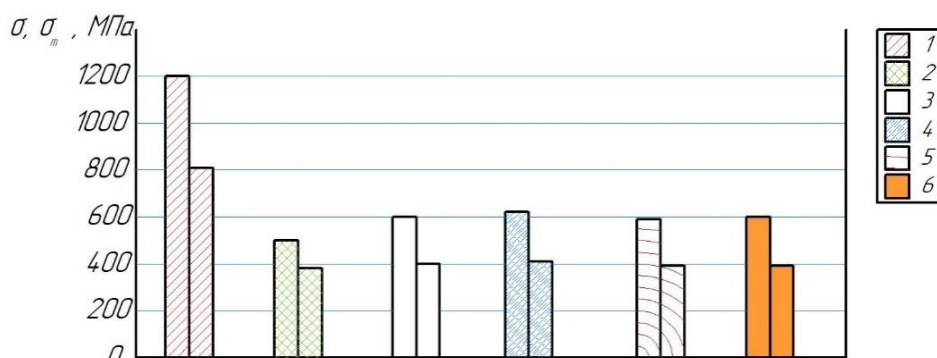
Агрессивные типы почв главным образом оказывают воздействие на стальные трубопроводы, по сравнению с композитными. Основную часть аварийности в числе стальных трубопроводов составляют внутренняя и наружная коррозия – 24,7%, а также брак при строительно-монтажных работах – 23,3%.

В областях, занимающихся развитием трубопроводного транспорта, главными задачами являются увеличение срока службы и стойкости элементов имеющихся систем, поскольку тепловые сети на территории нашей страны, по сравнению с зарубежными, имеют достаточно низкую долговечность, не превышающую 10-15 лет. В свою очередь, нельзя не обратить внимание на проблемы с воздействием на окружающую среду, одну из значительных вопросов которых необходимо рассмотреть в проектах является использование экологичных материалов.

На сегодняшний день трубопроводы из композита являются перспективнейшей технологией, используемой в теплоснабжении. Область их применения достаточно обширна (авиация, строительство), постепенно охватываются и новые сферы деятельности человека [1, с.49].

Трубы из композиционных материалов были разработаны с целью увеличения прочности полимерных труб и расширения области их применения [2, с.102]. К композиционным относят многокомпонентные материалы, состоящие из пластичной основы и армированной наполнителями, которые в свою очередь придают высокую прочность и жесткость.

На рисунке 1 приведены сравнительные прочностные характеристики труб из традиционных материалов и композита из однонаправленных волокон [4, с.32].



**Рисунок 1. Сравнение предела прочности и предела текучести трубопроводов изготовленных из: 1 – стали 30 XГСА, 2 – стали 14 XГС, 3 – стали 16Г2САФ, 4 – стали 05Г2МФБ, 5 – стали 17Г1С, 6 – композитного материала.**

Такие трубы отличаются высокой стойкостью к веществам, транспортируемым по трубопроводу, а для их изготовления используется полиэтилен ПЭ100, полиэфирные нити или стеклоровинг. Трубы, диаметр которых составляет 63...165 мм, поставляются в бухтах, длина которых 100...500 м, за счет чего снижается количество стыков между трубами. Данное преимущество позволяет сократить срок монтажа трубопровода и повысить его надежность, например, подтверждая это тем, что трубопроводы из полимеров из-за своей гибкости выдерживают подвижки грунтов при пучении, просадках, землетрясениях [3].

Для количественной оценки энергетического преимущества композитных трубопроводов над стальными был выполнен расчет удельных потерь напора по длине трубопроводов и затрат электроэнергии на сетевом насосе для следующих условий:

- диаметры трубопроводов сетей - от DN=50 мм до 400 мм;
- температурные графики - от 95/70<sup>0</sup>С до 150/70<sup>0</sup>С;

- средняя за отопительный период температура воздуха - (-5,9°C).

При приведенных выше исходных данных были определены числа Рейнольдса в диапазоне 162000...860000, учитывая разные диаметры и температурные графики сети, которые соответствуют турбулентной структуре потока. Для тепловых сетей, произведенных из стали и использующих в качестве теплоносителя воду, для расчета коэффициента гидравлического сопротивления рекомендуется использовать формулу Альтшуля (1):

$$\lambda = 0,11 \cdot \left( \frac{68}{\text{Re}} + \frac{\Delta_s}{d} \right)^{0,25} \quad (1)$$

где  $k_s$  – эквивалентная шероховатость (мм).

Для нанокompозитных труб из металлопластика величина  $k_s$  принимается 0,0015 мм; для новых сварных стальных – 0,5 мм.

Расчет коэффициента гидравлического сопротивления нанокompозитных трубопроводов выполнен в соответствии с рекомендациями нормативного свода правил:

$$\sqrt{\lambda} = \frac{0,5 \times \left[ \frac{b}{2} + \frac{1,312 \times (2 - b) \times \lg(3,7d/k_s)}{\lg \text{Re}_\phi - 1} \right]}{\lg(3,7d/k_s)}, \quad (2)$$

где  $b$  – критерий подобия режимов течения воды:

$$b = 1 + \frac{\lg \text{Re}_\phi}{\lg \text{Re}_{\text{кв}}}; \quad (3)$$

в случае, если после расчетов полученное значение  $b$  превысит 2, следует принять  $b=2$ ;

$\text{Re}_{\text{кв}}$  - число Рейнольдса, соответствующее нижней границе квадратичной области гидравлического сопротивления при турбулентной структуре потока воды, определяется по формуле (4):

$$\text{Re}_{\text{кв}} = \frac{500d}{k_s}. \quad (4)$$

При проведении расчетов режимов полученное значение критерия  $b$  принадлежало диапазону 1,6 ... 1,8.

По сравнению со стальными трубопроводами, полный экономический эффект от использования труб из композита был оценен по имеющимся годовым затратам, учитывая капитальные и эксплуатационные составляющие. Итоги расчета представлены в таблице 1.

Таблица 1

**Приведенные годовые затраты использования стальных и композитных трубопроводов**

<b>Наименование показателя</b>	<b>Ед.изм</b>	<b>Стальные трубопроводы</b>	<b>Композитные трубопроводы</b>
Срок службы трубопроводов	лет	20	80
Стоимость трубопровода на 1 км	тыс. руб	4800	7429
Затраты на СМР с глубиной 3 м [9]	тыс. руб	6630,14	4368,61
Капитальные затраты, итого	тыс. руб	8230,14	6312,61
Приведенные годовые капитальные затраты на трубопроводы	тыс.руб	106,6	24,3

Расчеты сделаны с учетом текущих цен базового периода на примере трубопровода DN250, не учитывая при этом НДС. Затраты на СМР (строительно-монтажные работы) - из нормативных цен строительства Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства. В состав

затрат входят земляные работы, установка траншеи, монтаж трубопровода, колодцы, испытание трубопровода [3, с.67].

Исходя из таблицы 1, можно заметить, что приведенные годовые затраты на композитный трубопровод за 1 год эксплуатации составят 24,3 тыс.руб., в то время как применение стального обойдется в 106 тыс.руб., что дороже практически в 4 раза.

Состояние трубопроводных систем теплоснабжения на сегодняшний день остается нерешенной проблемой, как и с технической точки зрения, так и в финансовом плане. С каждым годом протяженность трубопроводов, требующих замены, растет из-за отсутствия действенных мер.

#### **Использованные источники:**

1. Зеленцов Д.В. Применение трубопроводов из различных материалов при проектировании и устройстве систем отопления / Д.В. Зеленцов – Текст: непосредственный // Традиции и инновации в строительстве и архитектуре. Самара, 2016. - С. 318-322. ГОСТ 30732-2020. Трубы и фасонные изделия стальные с тепловой изоляцией из пенополиуретана с защитной оболочкой. Общие положения: национальный стандарт Российской Федерации: издание официальное: утвержден и введен в действие Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 11 августа 2020 г. №492-ст: введен впервые: дата введения 2021-01-01 / разработан НО АППТИПИ. - Москва: Стандартинформ. 2021. – Текст: непосредственный.

2. Ермилова А.И., Битт В.В., Быстрикова Д.В., Ушакова О.Б., Калугина Е.В. Современные полимерные композиционные материалы для трубопроводных систем. / А.И. Ермилова., В.В. Битт, Д.В. Быстрикова, О.Б. Ушакова, Е.В. Калугина. Текст: электронный // Проблемы проницаемости // Конструкции из композиционных материалов. - 2017. - №4. – URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=30280600> (дата обращения: 20.03.2022)

3. Байков И.Р., Смородова О.В., Китаев С.В. Энергетическая эффективность нанокompозитных трубопроводов / И.Р. Байков, О.В. Смородова, С.В. Китаев. – Текст: электронный // Нанотехнологии в строительстве. – 2018. – Том 10. – №3. –URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=35127944> (дата обращения: 21.03.2022).