

ОТЗЫВ

официального оппонента д.т.н. Сенцова Сергея Ивановича
на диссертационную работу Толмачева Артема Алексеевича
«Разработка методики оценки напряженно-деформированного состояния
низконапорных трубопроводов из полимерных армированных труб»,
представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук
по специальности 2.8.5. Строительство и эксплуатация нефтегазопроводов,
баз и хранилищ

1. Актуальность темы диссертации

Значительная часть объектов нефтегазовой отрасли РФ сосредоточена в Западно-Сибирской нефтегазоносной провинции, где расположены перспективные залежи углеводородного сырья. Добыча и транспортировка углеводородов в районах Крайнего Севера, для которых характерны сложные природно-климатические условия, сопряжены со значительными финансовыми затратами. Промысловые нефтегазопроводы представляют собой сложные и дорогостоящие сооружения, поэтому проблема обеспечения их конструктивной надежности при сооружении с использованием прогрессивных технологий и дальнейшей безаварийной эксплуатации имеет важное народнохозяйственное значение.

В настоящее время для строительства промысловых нефтегазопроводов все большее используются трубы из полимерных материалов, устойчивых к агрессивным средам, которые обладают рядом преимуществ в сравнении со стальными трубами. Несмотря на то, что вопросы применения полимерных труб при сооружении и эксплуатации промысловых нефтегазопроводов в нормальных условиях достаточно полно изучены, особенности поведения полимерных трубопроводов в сложных природно-климатических условиях требуют дополнительных исследований.

С этой точки зрения диссертационная работа Толмачева А.А., посвященная разработке методики оценки напряженно-деформированного состояния нефтегазопроводов из многослойных полипропиленовых армированных труб (МПАР) для своевременного выявления участков с недопустимыми упруго-пластическими деформациями при экстремально низких температурах, является актуальной.

Задачи, решаемые соискателем в диссертационной работе, соответствуют плану мероприятий по импортозамещению в отрасли нефтегазового машиностроения РФ на период до 2024 года (приказ Минпромторга №2192 от 14.06.2023 г.) и стратегии пространственного

развития до 2025 года (распоряжение Правительства РФ №207-р от 13.02.2019 г.).

2. Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации

Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций по методике оценки напряженно-деформированного состояния промысловых трубопроводов из МПАТ основана на применении известных достижений строительной механики, теории криволинейных стержней и кривых тонкостенных труб, численного решения дифференциальных уравнений и подтверждается высоким коэффициентом множественной корреляции с данными расчетных экспериментов, выполненных с применением общепризнанных универсальных методов.

Основные результаты работы и отдельные положения диссертации докладывались Толмачевым А.А. на научно-технических конференциях всероссийского и международного уровня, а также ежегодно публиковались в ведущих рецензируемых журналах, рекомендованных ВАК. Полученные автором комплексные решения по оценке прочностных характеристик трубопроводов из многослойных полипропиленовых армированных труб нашли практическое применение при проведении расчетов для проектно-изыскательских работ на объектах, расположенных на территории Заполярья, о чем свидетельствует акт внедрения результатов научного исследования в ООО «Газпром морские проекты».

3. Достоверность и научная новизна исследования, полученных результатов, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации

Научная новизна диссертационной работы заключается в следующем:

- установлены аналитические зависимости физико-механических и деформационных характеристик МПАТ в диапазоне температур от +20 °С до -60 °С;
- разработана математическая модель напряженно-деформированного состояния МПАТ, описывающая работу трубопроводов при упруго-пластических деформациях с учетом температурных перепадов от +20 °С до -60 °С;
- установлено, что минимальный допустимый радиус изгиба МПАТ при снижении температуры до -15 °С увеличивается на 11 % по сравнению с минимальным допустимым радиусом изгиба при температуре +20 °С, что

свидетельствует о снижении минимально допустимого диаметра изгиба для МПАТ при прокладке трубопроводов при отрицательных температурах;

– разработана методика оценки напряженно-деформированного состояния МПАТ при осевых и продольных нагрузках с учетом изгибающих воздействий, достигающих 80 МПа, характерных для трубопроводов, эксплуатируемых в условиях отрицательных температур окружающей среды.

Достоверность полученных данных обеспечена корректным планированием эксперимента, применением методов математической статистики и анализа данных, результатами верификации и апробации.

4. Значимость полученных результатов для науки и практики

Разработанные соискателем теоретические зависимости, алгоритмы и практические положения значимы для развития методов оценки напряженно-деформированного состояния нефтегазопроводов из полимерных армированных труб, эксплуатируемых в сложных природно-климатических условиях, и своевременного выявления участков с недопустимыми упруго-пластическими деформациями при экстремально низких температурах.

Автором предложена оригинальная методика расчета напряженно-деформированного состояния МПАТ, которая позволяет выявлять участки с недопустимыми напряжениями при температурных перепадах от +20 °С до -60 °С. Методика является инструментом поддержки оперативного принятия решения по управлению параметрами нефтегазопроводов при выявлении аварийно-опасных критических зон.

Полученные соискателем зависимости по результатам исследований могут быть использованы проектными, строительными и эксплуатирующими организациями при разработке и оценке проектных решений по строительству, реконструкции и перевооружению объектов ТЭК.

5. Публикации, отражающие основное содержание работы

Основные результаты диссертационной работы и обоснованные решения поставленных задач Толмачева Артема Алексеевича опубликованы в 14 печатных трудах, включая 4 статьи в ведущих научных журналах входящих в перечень ВАК Министерства науки и высшего образования РФ. Также соискателем получен 1 патент на изобретение.

6. Оценка содержания диссертации, ее завершенность

Диссертационная работа написана в классическом научном стиле и состоит из введения, четырёх глав с выводами, заключения и списка литературы из 151 наименования. Объем работы составляет 132 страницы

машинописного текста, в том числе 11 таблиц, 43 рисунка и 4 приложения. Текст диссертационной работы представлен логично, последовательно и в соответствии с требованиями ВАК Министерства науки и высшего образования РФ к оформлению кандидатских диссертаций.

Автореферат полностью отражает содержание диссертационной работы и соответствует требованиям ВАК Министерства науки и высшего образования РФ.

Во введении представлено обоснование актуальности темы исследования, сформулированы цели и задачи работы, научная новизна, теоретическая и практическая значимость.

В первой главе выполнен обзор литературных источников и научно-технических разработок, посвященных методикам по обеспечению надежности трубопроводных систем из полимерных и полимерных армированных труб, исследованиям теоретических и практических разделов при их сооружении. Также в первой главе был выполнен обзор продукции инновационно-ориентированных предприятий, освоивших опытное или серийное производство полимерных армированных труб.

Во второй главе автором представлены результаты экспериментальных исследований по определению механических и прочностных характеристик многослойных полипропиленовых армированных труб. На оборудовании, прошедшем аттестационную проверку, автором были проведены испытания в 2 этапа – на растяжение и на избыточное давление. Для получения воспроизводимых результатов экспериментальных исследований в каждой точке проводились дополнительные контрольные испытания. По итогам экспериментальных исследований были получены величины механических и прочностных характеристик образцов-лопаток и образцов-катушек МПАТ, зафиксировано изменение данных характеристик в температурном диапазоне от +20 °С до -60 °С. Следует отметить, что полученные автором значения максимальной прочности при растяжении, значения относительного удлинения при максимальной нагрузке и удлинения при разрушении, а также значения модуля упругости были учтены при разработке комплексной математической модели.

В третьей главе описаны этапы разработки математической модели напряженно-деформированного состояния многослойных полипропиленовых армированных труб с учетом изменения температуры.

Математическая модель напряженно-деформированного состояния МПАТ основана на теории криволинейных стержней и кривых тонкостенных труб. Особенностью данной математической модели является то, что для учета

влияния температуры на напряжения, возникающие в МПАТ, автором было предложено применение переменного модуля.

Далее автором выполнена верификация разработанной математической модели МПАТ. Достоверность разработанной численной модели автор устанавливал путем сопоставления результатов вычислений напряжений в МПАТ, полученных точным методом (в форме уравнения Навье-Стокса) и методом конечных разностей при различных температурах.

В четвертой главе автором приводится решение задачи допустимых радиусов изгиба многослойных полипропиленовых армированных труб различного диаметра при различных температурах. Представлены алгоритм определения напряженно-деформированного состояния МПАТ с учетом работы в зоне упруго-пластических деформаций, а также методика оценки зависимости напряженно-деформированного состояния от изгибающих воздействий с учетом температурных перепадов от +20 °С до -60 °С.

В заключении представлены основные выводы и данные об использовании разработанной методики в организациях нефтегазового комплекса, в АО «Газпромнефть – МНПЗ» (акт об использовании результатов от 02.03.2023 г.) и ООО «Газпром морские проекты» (акт о внедрении от 01.11.2023 г.).

В приложении представлены копии патентов и документов о внедрении и использовании.

Считаю, что диссертация Толмачева А.А. является завершенной научно-квалификационной работой по объему, качеству материалов, оформлению и отвечает требованиям ВАК Министерства науки и высшего образования РФ. Диссертация соответствует паспорту специальности 2.8.5. Строительство и эксплуатация нефтегазопроводов, баз и хранилищ.

7. Замечания и рекомендации по диссертационной работе

По работе имеются следующие замечания и рекомендации:

1. Нет сравнения результатов испытаний полимерных труб без армирования с результатами испытаний образцов многослойных полипропиленовых армированных труб. Такое сопоставление показало бы как армирование влияет на деформационно-прочностные свойства труб;
2. Согласно тексту диссертации областью проведенных экспериментальных исследований является трубный материал. При дальнейших исследованиях рекомендуется изучить также и сварные соединения различных типов (стыковые, муфтовые, комбинированные) т.к. работоспособность трубопровода из многослойных полипропиленовых армированных труб может лимитироваться и качеством соединения труб;

3. При изложении методических особенностей экспериментальных исследований образцов многослойных полипропиленовых армированных труб было бы целесообразно представить чертежи и схемы испытаний.

Следует отметить, что приведенные выше замечания не снижают научной ценности и практической значимости диссертационной работы.

Заключение о соответствии диссертации критериям, установленным Положением о присуждении ученых степеней

Считаю, что диссертационная работа Толмачева Артема Алексеевича на тему «Разработка методики оценки напряженно-деформированного состояния низконапорных трубопроводов из полимерных армированных труб» соответствует критериям «Положение о присуждении ученых степеней» (утверждено Постановлением Правительства РФ от 24.09.2013 г. №842, (ред. от 16.10.2024 г.)) по п.п. 9-14.

Диссертация Толмачева А.А. является завершенной научно-квалификационной работой, в которой содержатся новые разработки и решения актуальной научной задачи, заключающейся в разработке методики оценки напряженно-деформированного состояния промысловых трубопроводов из многослойных полипропиленовых армированных труб, позволяющей дать превентивную оценку возможности эксплуатации нефтегазопроводов из полимерных армированных труб при экстремальных отрицательных температурах, что имеет существенное значение для развития нефтегазовой отрасли РФ, а соискатель Толмачев Артем Алексеевич заслуживает присуждение ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.8.5. Строительство и эксплуатация нефтегазопроводов, баз и хранилищ.

Я, Сенцов Сергей Иванович, даю свое согласие на включение своих персональных данных в документы, связанные с работой диссертационного совета, и их дальнейшую обработку.

Официальный оппонент:

доктор технических наук по специальности 25.00.19 – Строительство и эксплуатация нефтегазопроводов, баз и хранилищ, доцент, профессор кафедры «Сооружение и ремонт газонефтепроводов и хранилищ», федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Российский государственный университет нефти и газа

(национальный исследовательский университет) имени
И.М. Губкина»

«26» августа 2025 г.



Сенцов Сергей Иванович

Подпись Сенцова Сергея Ивановича заверяю:



Начальник отдела кадров



Ширяев Юрий Егорович

Федеральное государственное автономное образовательное
учреждение высшего образования «Российский
государственный университет нефти и газа (национальный
исследовательский университет) имени И.М. Губкина»

Почтовый адрес: 119991, г. Москва, пр. Ленинский, 65, корпус 1

Телефон: раб.: +7 (499) 507-86-37

моб.: +7 (916) 165-41-64

E-mail: srgnp@mail.ru