

ОТЗЫВ

официального оппонента **к.т.н. Виноградова Дмитрия Анатольевича**
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

Диссертационная работа Толмачева Артема Алексеевича посвящена разработке методике оценки напряженно-деформированного состояния многослойных полипропиленовых армированных труб (МПАТ) при осевых и продольных нагрузках с учетом изгибающих воздействий, эксплуатируемых в условиях отрицательных температур окружающей среды.

Ввиду того, что значительная часть объектов нефтегазовой отрасли РФ сосредоточена в районах Крайнего Севера, для которых характерны сложные природно-климатические условия, топливно-энергетические компании заняты поиском прогрессивных технических решений, которые позволят снизить финансовую нагрузку и обеспечить надежную добычу и транспортировку углеводородного сырья. В последние годы все большее распространение для строительства промысловых нефтегазопроводов получают полимерные трубы, которые обладают рядом преимуществ в сравнении со стальными трубами. Опыт применения полимерных труб при сооружении и эксплуатации промысловых нефтегазопроводов в нормальных условиях достаточно полно изучены. Однако особенности поведения полимерных трубопроводов в сложных природно-климатических условиях, в том числе при экстремально низких температурах, требуют дополнительных исследований. Таким образом, затрагиваемый в диссертации вопрос о разработке методики оценки напряженно-деформированного состояния нефтегазопроводов из многослойных полипропиленовых армированных труб (МПАТ) для своевременного выявления участков с недопустимыми упруго-пластическими деформациями при экстремально низких температурах, является актуальным для отрасли трубопроводного транспорта.

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

Научные положения, выводы и рекомендации, представленные в диссертационной работе Толмачева Артема Алексеевича, в достаточной степени обоснованы подробным анализом нормативно-технической документации и научной литературы российских и зарубежных ученых, корреляцией результатов теоретических и практических исследований, применением известных методов математического и регрессионного анализа, планирования и проведения экспериментов.

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

Достоверность основных выводов диссертации подтверждена корреляцией на требуемом уровне результатов работы, полученных на основе методов математического моделирования, с результатами экспериментальных исследований. Кроме того, в работе использованы положения теории криволинейных стержней и кривых тонкостенных труб, многократно проверенные на практике с учетом известных ограничений.

Представленные в диссертационной работе результаты неоднократно обсуждались на всероссийский и международных научно-практических конференциях, форумах и семинарах, опубликованы в рецензируемых журналах из перечня ВАК и международных изданиях, индексируемых в базах Web of Science и Scopus.

Научная новизна работы не вызывает сомнений и состоит в следующем:

- установлены аналитические зависимости физико-механических и деформационных характеристик МПАТ в диапазоне температур от $+20\text{ }^{\circ}\text{C}$ до $-60\text{ }^{\circ}\text{C}$;
- разработанная математическая модель напряженно-деформированного состояния МПАТ описывает работу трубопроводов при упруго-пластических деформациях с учетом температурных перепадов от $+20\text{ }^{\circ}\text{C}$ до $-60\text{ }^{\circ}\text{C}$;
- установлено, что минимальный допустимый радиус изгиба МПАТ при снижении температуры до $-15\text{ }^{\circ}\text{C}$ увеличивается на 11 % по сравнению с минимальным допустимым радиусом изгиба при температуре $+20\text{ }^{\circ}\text{C}$, 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.

4. Значимость полученных результатов для науки и практики

Соискателем разработаны алгоритм и методика расчета напряженно-деформированного состояния МПАТ для выявления участков с недопустимыми напряжениями при температурных перепадах от +20 °С до -60 °С, которые позволяют дать превентивную оценку возможности эксплуатации нефтегазопроводов из полимерных армированных труб при экстремальных отрицательных температурах.

Сформулированные в работе предложения по внедрению алгоритма определения напряженно-деформированного состояния МПАТ с учетом ее работы в зоне упруго-пластических деформаций в системы объектно-ориентированного визуального программирования позволят создавать программы с использованием стандартного компьютерного программного обеспечения персонального компьютера, а при накоплении достаточных баз данных и паспортизации трубопроводных объектов МПАТ станет возможна разработка программ на основе процедурных языков программирования со сложным графическим интерфейсом и искусственным интеллектом.

5. Публикации, отражающие основное содержание работы

По теме диссертационной работы опубликовано 14 печатных трудов, в том числе 4 статьи в ведущих научных журналах перечная ВАК Министерства науки и высшего образования РФ. Также соискателем получен 1 патент на изобретение.

Материалы научных публикаций опубликованы в должном объеме и содержат основные результаты исследований соискателя.

6. Оценка содержания диссертации, ее завершенность

Диссертационная работа состоит из 132 страниц, включает введение, четыре главы, заключение и список литературы на 151 наименование. В том числе, в диссертации представлены 11 таблиц, 43 рисунка и 4 приложения.

Текст и основное содержание диссертационной работы изложены последовательно, грамотно, специализированным научным стилем с применением профильной терминологии. Автором аргументированно обоснована актуальность работы, сформулированы цель, задачи, показана научная новизна, теоретическая и практическая значимость результатов, выносимых на защиту.

Соискателем достаточно глубоко 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. На основе проведенного анализа научных источников и нормативной документации четко сформулированы основные задачи диссертационного исследования.

Соискателем последовательно и качественно выполнена постановка экспериментальных исследований по определению механических и прочностных характеристик МПАТ, получены значения максимальной прочности при растяжении, значения относительного удлинения при максимальной нагрузке и удлинения при разрушении, а также значения модуля упругости образцов-лопаток и образцов-катушек МПАТ в температурном диапазоне от $+20^{\circ}\text{C}$ до -60°C . Соискателем корректно проведена обработка полученных данных методами математической статистики с применением современных средств автоматизации расчетов.

Автором достаточно грамотно описаны этапы разработки математической модели напряженно-деформированного состояния МПАТ с учетом изменения температуры. Следует отметить, что полученные автором в результате экспериментальных исследований значения максимальной прочности при растяжении, значения относительного удлинения при максимальной нагрузке, значения удлинения при разрушении и значения модуля упругости были учтены при разработке комплексной математической модели. Достоверность разработанной численной модели автор устанавливал путем сопоставления результатов вычислений напряжений в МПАТ, полученных точным методом и методом конечных разностей при различных температурах.

Преимуществом работы является применение современных методов имитационного моделирования при решении научно-практических задач. Соискателем представлена оригинальная методика и алгоритм по определению напряженно-деформированного состояния МПАТ с учетом ее работы в зоне упруго-пластических деформаций. Результаты экспериментальных исследований позволили выполнить оценку зависимости физико-механических и деформационных характеристик МПАТ при температурных перепадах от $+20^{\circ}\text{C}$ до -60°C , характерных для условий эксплуатации трубопроводов в районах Крайнего Севера. Полученные данные

позволят разработать мероприятия по изменению показателей надежности полимерных армированных трубопроводов и транспортной системы в целом.

По каждой главе и работе в целом проведены итоги исследований.

Таким образом, автор диссертационной работы аналитически подошел к современному состоянию вопроса по разработке методов оценки напряженно-деформированного состояния трубопроводов из полимерных армированных труб, эксплуатируемых в сложных природно-климатических условиях, характеризующихся экстремально низкими температурами.

7. Замечания и рекомендации по диссертационной работе

1. Глава 2. Трубы МПАТ, ПАТ-300 и ПОЛИФИБРОН имеют некоторые различия в конструкции и материалах. Было бы интересно увидеть результаты сравнительного анализа их физико-механических характеристик при пониженных температурах, а не только при $+20^{\circ}\text{C}$.

2. Глава 3. В результате расчетов вы получили зависимости изменения напряжений от угла поворота трубы при различных температурах. Можно было бы также представить зависимость изменения напряжений от температуры.

3. Глава 4. На стр. 101 стоит ссылка на формулу 3.1.5. Вероятно это должна быть ссылка на формулу 3.2.5 на стр. 75.

Указанные замечания не снижают положительной оценки представленной диссертации в целом и не имеют принципиального значения.

8. Заключение о соответствии диссертации требованиям, установленным «Положением о порядке присуждения ученых степеней»

Анализ содержания диссертационной работы, научных положений и методологии исследования позволяет сделать вывод о высоком уровне теоретической и практической подготовки автора.

Считаю, что диссертационная работа Толмачева Артема Алексеевича является завершенной научно-квалификационной работой, в которой содержатся новые разработки и решения актуальной научной задачи, заключающейся в разработке методики оценки напряженно-деформированного состояния промышленных трубопроводов из МПАТ, позволяющей дать превентивную оценку возможности эксплуатации нефтегазопроводов из полимерных армированных труб при экстремальных отрицательных температурах, что имеет существенное значение для развития нефтегазовой отрасли страны.

Диссертационная работа соответствует критериям пп. 9-14 «Положение о присуждении ученых степеней» ВАК Министерства науки и высшего образования РФ, утвержденного Постановлением Правительства РФ № 842 от 24 сентября 2013 г., а ее автор, Толмачев Артем Алексеевич, заслуживает присуждение ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.8.5. Строительство и эксплуатация нефтегазопроводов, баз и хранилищ.

Я, Виноградов Дмитрий Анатольевич, даю свое согласие на включение своих персональных данных в документы, связанные с работой диссертационного совета, и их дальнейшую обработку.

Официальный оппонент:

кандидат технических наук по специальности 05.15.13 (2.8.5) – Строительство и эксплуатация нефтегазопроводов, баз и хранилищ, доцент, доцент кафедры «Прикладные и естественнонаучные дисциплины (ПЕД)» ФГБОУ ВО «Уфимский государственный нефтяной технический университет»

«11» 08 2025 г.



Виноградов Дмитрий Анатольевич

Подпись Виноградова Д.А. заверяю
Начальник отдела
по работе с персоналом



Дадаян О.А.

ФГБОУ ВО «Уфимский государственный нефтяной технический университет»

Почтовый адрес: 450080, Россия,
Республика Башкортостан, г. Уфа,
ул. Менделеева, 195

Телефон: раб.: +7 (347) 228-29-00

моб.: +7 (917) 419-15-42

E-mail: _vinogradov@mail.ru