

ОТЗЫВ

официального оппонента, доктора технических наук, профессора **Пермякова Владимира Николаевича** на диссертацию **Алёхина Алексея Игоревича** на тему: «Обоснование метода программного индентирования для оценки остаточного ресурса нефтегазопроводов», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.8.5. Строительство и эксплуатация нефтегазопроводов, баз и хранилищ.

1. Актуальность темы диссертации

Современная система магистральных и промысловых трубопроводов России характеризуется значительной протяженностью и высоким уровнем физического износа. Эксплуатация таких объектов происходит в условиях комплексного воздействия агрессивных факторов: повышенных механических нагрузок, коррозионно-активных сред и экстремальных климатических условий. Это приводит к прогрессирующему ухудшению стандартных характеристик конструкционных материалов, снижая надежность трубопроводных систем и создавая потенциальные угрозы их безопасной эксплуатации.

Особую актуальность проблеме придает продолжающееся старение основных производственных фондов нефтегазовой отрасли на фоне ужесточения экологических нормативов.

Существующие методы диагностики зачастую не позволяют получить достоверную информацию о фактическом состоянии металла без остановки технологического процесса. При этом традиционные подходы к оценке остаточного ресурса, основанные на косвенных показателях, не всегда обеспечивают необходимую точность прогнозирования.

Актуальность исследования обусловлена потребностью в точном методе оперативной оценки остаточного ресурса трубопроводов по изменению физико-механических характеристик.

Предлагаемый подход программного индентирования, как один из методов, позволяет проводить диагностику без остановки эксплуатации, что способствует снижению аварийности и оптимизации затрат на обслуживание трубопроводных систем.

ОТЗЫВ

ВХ. № 9-13 от 02.09.25
АУ УС

Разрабатываемая методика особенно востребована для оценки состояния участков трубопроводов, работающих в сложных климатических и геологических условиях.

2. Научная новизна диссертации

В диссертации разработан и научно обоснован метод определения механических характеристик трубопроводных сталей, включая параметры трещиностойкости, с использованием технологии программного индентирования на оборудовании Frontics AIS 3000 HD. Особенностью предложенного подхода является достижение высокой точности измерений (относительная погрешность не превышает 5%), что существенно повышает достоверность оценки работоспособности и расчета остаточного ресурса эксплуатируемых нефтегазопроводов.

Соискателем установлена и описана корреляционная зависимость между истинным напряжением разрыва, определяемым методом программного индентирования, и комплексным параметром Зенера-Холломана.

Полученные результаты позволяют учитывать влияние температуры и скорости нагружения на процессы охрупчивания металла трубопроводов, что расширяет возможности прогнозирования их остаточного ресурса в реальных условиях эксплуатации.

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

Степень обоснованности и достоверности научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации, подтверждена теоретическими исследованиями с использованием методов сравнительного анализа и экспериментальными исследованиями с применением современного лабораторного оборудования.

Основные результаты работы прошли апробацию в обсуждении докладов на следующих международных и всероссийских конференциях: Международная научно-практическая конференция «Модели и методы

повышения эффективности инновационных исследований» 2022 г. в г. Екатеринбург; Международная научно-техническая конференция «Развитие науки, образования и технологий» 2023 г. Калуга; XIX Международная научно-практическая конференции «Трубопроводный транспорт – 2024. г. Уфа; Международная научно-практическая конференция «Проблемы и перспективы разработки и интеграции современных технологий» 2025 г. г. Новосибирск; Международная научно-практическая конференция «Научная инициатива. Проблемы и перспективы внедрения инновационных решений» 2025 г. г. Омск.

Тема диссертации и полученные научные результаты соответствуют паспорту научной специальности 2.8.5 Строительство и эксплуатация нефтегазопроводов, баз и хранилищ по пункту 4.

4. Научные результаты, их ценность

Проведенное диссертационное исследование позволило получить ряд значимых научных результатов, вносящих существенный вклад в развитие методов диагностики трубопроводных систем.

Основным достижением работы стала разработка и экспериментальное обоснование методики оценки физико-механических свойств металла трубопроводов с использованием технологии программного индентирования.

Особую ценность представляет высокая точность предлагаемого подхода (относительная погрешность менее 5%), а также его минимальное воздействие на диагностируемый объект, что позволяет проводить исследования без остановки эксплуатации.

Важным научным результатом работы стало установление количественных зависимостей между параметрами, получаемыми при индентировании, и характеристиками долговечности трубопроводных сталей. Эти зависимости легли в основу усовершенствованной методики расчета остаточного ресурса, обеспечивающей повышенную достоверность прогнозирования срока безопасной эксплуатации и минимизацию

вероятности диагностических ошибок. Полученные результаты существенно расширяют возможности мониторинга состояния трубопроводных систем в реальных условиях эксплуатации.

Результаты диссертационной работы в достаточной степени освещены в 5 печатных работах, в том числе в 2 статьях - в изданиях из перечня рецензируемых научных изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, на соискание ученой степени доктора наук (далее – Перечень ВАК), в 2 статьях - в изданиях, входящих в международные базы данных и системы цитирования Scopus; получен 1 патент на изобретение.

5. Теоретическая и практическая значимость диссертации

Теоретическая значимость результатов заключается в установлении связи между истинным напряжением разрыва, полученным при испытаниях методом вдавливания индентора в поверхность металла нефтегазопровода, и параметром Зенера-Холломана, учитывающим комплексное воздействие температуры и скорости нагружения на охрупчивание материала.

Практическая значимость состоит в создании экспресс-метода оценки технического состояния металла и расчета остаточного ресурса труб нефтегазопроводов в процессе эксплуатации (без остановки перекачки транспортируемого продукта) по результатам испытаний программным индентированием.

Обеспечивается более высокая точность (относительная погрешность менее 5 %) за счёт применения инновационного метода программного индентирования.

Автором разработан метод определения температуры хрупкости металла нефтегазопроводов, связывающий истинные значения напряжений разрыва, определённые по результатам программных испытаний на вдавливание индентора в поверхность трубопровода с параметром Зенера-Холломана.

Результаты диссертации рекомендованы к внедрению на базе инженерно-технического центра ООО «Газпром трансгаз Санкт-Петербург» (акт о внедрении результатов диссертации от 11.06.2025).

6. Рекомендации по использованию результатов работы

Научные и практические результаты, полученные в ходе диссертационного исследования, представляют значительную ценность для нефтегазовой отрасли и могут быть эффективно использованы в различных сферах деятельности.

В первую очередь, разработанная методика программного индентирования рекомендована к внедрению в практику диагностических служб нефтегазовых компаний.

Она позволяет существенно повысить точность оценки остаточного ресурса трубопроводов при минимальном вмешательстве в технологический процесс, что особенно важно для магистральных трубопроводов, находящихся в непрерывной эксплуатации.

Особое значение результаты исследования имеют для организаций, специализирующихся на мониторинге промышленной безопасности.

Полученные данные могут быть использованы при разработке новых стандартов и регламентов неразрушающего контроля, а также при создании систем прогнозирования остаточного срока службы трубопроводных систем.

Методика представляет особую ценность для диагностики трубопроводов, работающих в экстремальных климатических условиях и на ответственных производственных объектах.

В научно-исследовательской сфере результаты работы открывают перспективы для дальнейшего совершенствования методов неразрушающего контроля.

Они могут служить основой для проведения сравнительных исследований с традиционными методами диагностики, а также для разработки новых подходов к оценке физико-механических свойств конструкционных материалов.

Полученные данные представляют значительный интерес для научных организаций, занимающихся проблемами надежности и безопасности трубопроводного транспорта.

В образовательном процессе материалы диссертационного исследования могут быть использованы при подготовке специалистов по направлению "Нефтегазовое дело". Это позволит существенно обогатить образовательный процесс актуальными научно-практическими знаниями в области диагностики трубопроводных систем.

7. Замечания и вопросы по диссертации

По диссертации имеются следующие замечания:

1. В диссертации не определены основные предельные состояния и расчетные случаи на всех стадиях жизненного цикла трубопроводов.

2. В работе не проведен анализ реальной нагруженности трубопроводов от воздействия силовых параметров эксплуатации, нет ссылок на подобные работы.

3. Суммарные повреждения на стадии окончательного разрушения принимаются равными единице. Каковы составляющие квазистатического повреждения, усталостного повреждения в данном исследовании?

4. Предлагаемый метод оценки остаточного ресурса трубопроводов дает информацию в то время, когда конструкция индентифицируется. Связь с предыдущими условиями эксплуатации и предстоящими слабо прогнозируется без дополнительных коэффициентов и практических справочных наработок.

5. Наличие в трубопроводах различных деформационных дефектов ставит вопрос развития комбинированной диагностики. Возможное сочетание методов диагностики трубопроводов в работе не рассматриваются.

6. Метод диагностики состояния конструкции индентификацией активный или пассивный и почему?

7. В реальных трубопроводах остаточные напряжения в локальных участках могут превышать предел прочности металла. В диссертационной работе остаточные напряжения определяются качественно.

8. Оценка остаточного ресурса для образцов стали Ст20 (таблица 4.1) с учетом критической трещиностойкости, критической длины трещины и количества циклов до разрушения не учитывала эффекты напряженно деформированного состояния в вершине трещины и поправочные функции от длины трещины. Фактически получено одно значение с определённой погрешностью. Как интерпретировать полученный результат?

Указанные замечания не снижают научную и практическую ценность диссертации, которая является оригинальной законченной научно-квалификационной работой на актуальную тему.

8. Заключение по диссертации

Диссертация Алёхина Алексея Игоревича является законченной научно-квалификационной работой, все защищаемые положения диссертации прошли апробацию на международных конференциях, по теме исследования опубликовано 5 научных трудов, из них в изданиях, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, на соискание ученой степени доктора наук (перечень ВАК) – 2, в международных реферативных базы данных и системах цитирования Scopus, Web of Science – 2, получен 1 патент на изобретение.

Диссертация «Обоснование метода программного индентирования для оценки остаточного ресурса нефтегазопроводов», представленная на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.8.5. Строительство и эксплуатация нефтегазопроводов, баз и хранилищ, полностью соответствует требованиям раздела 2 «Положения присуждения учёных степеней» федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский горный университет императрицы Екатерины II», утвержденного приказом

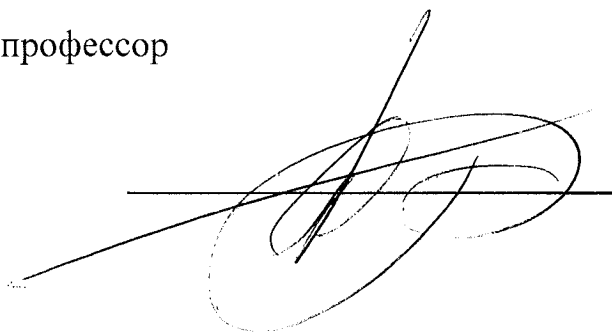
ректора Санкт-Петербургский горный университет императрицы Екатерины II от 20.05.2021 № 953 адм, а её автор – Алёхин Алексей Игоревич заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.8.5. Строительство и эксплуатация нефтегазопроводов, баз и хранилищ.

Официальный оппонент

Профессор кафедры «Техносферная безопасность»,

Доктор технических наук по специальности

01.02.06 - «Динамика, прочность машин, приборов и аппаратуры»,
профессор



Пермяков Владимир Николаевич

«25» 08 2025 г.

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Тюменский индустриальный университет»

Адрес: Россия, Уральский федеральный округ, Тюменская область, г. Тюмень, ул. Володарского д.38, 625000

Официальный сайт в сети Интернет: <https://www.tyuiu.ru>

Эл. почта: v.n.permyakov@mail.ru, permjakovvn@tyuiu.ru

Телефон: 8-908-874-12-79



Пермяков В.Н.
Ведущий документовед общего отдела ТИУ
25.08.2025