

**Проректор по научной работе  
ФГБОУ «Самарский государственный  
технический университет»**

**Еремин А.В.**

ведущей организации - Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Самарский государственный технический университет» 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.

Эксплуатационный фонд магистральных и промысловых трубопроводов Российской Федерации характеризуется значительной протяженностью и высоким уровнем физического износа. Работа данных объектов осуществляется в условиях комплексного воздействия агрессивных факторов, включая повышенные механические нагрузки, коррозионно-активные среды и экстремальные климатические условия, что приводит к прогрессирующей деградации конструкционных материалов и создает потенциальные угрозы безопасной эксплуатации.

Особую актуальность проблематике придает старение основных производственных фондов нефтегазовой отрасли на фоне ужесточения экологических и промышленных нормативов. Существующие методы диагностики зачастую не обеспечивают получение достоверной информации о фактическом состоянии материала без остановки технологического процесса, а традиционные подходы к оценке остаточного ресурса,

BX-49-163 of 12.09.25  
AY VC

базирующиеся на косвенных показателях, не всегда гарантируют необходимую точность прогнозирования.

В этой связи разработка точного метода оперативной оценки остаточного ресурса трубопроводов по изменению их физико-механических характеристик представляется высокоактуальной научной задачей. Предлагаемый соискателем метод программного индентирования позволяет проводить диагностику в режиме реального времени, что способствует существенному снижению аварийности и оптимизации затрат на обслуживание трубопроводных систем. Разрабатываемая методика особенно востребована для оценки состояния участков, работающих в сложных климатических и геологических условиях.

## **2. Научная новизна диссертации**

Автором разработан и научно обоснован метод определения механических характеристик, включая параметры трещиностойкости, для сталей трубопроводов с помощью технологии программного индентирования. Существенным преимуществом метода выступает высокая точность проводимых измерений (относительная погрешность  $\leq 5\%$ ), что значительно увеличивает достоверность оценки текущего состояния и расчета остаточного ресурса действующих нефтегазопроводов.

Важным элементом новизны является установление соискателем корреляционной зависимости 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**

В результате проведенного диссертационного исследования получены научные результаты, обладающие значительной теоретической и прикладной ценностью для области диагностики трубопроводных систем. Центральным достижением является создание и экспериментальная верификация методики оценки физико-механических свойств металла трубопроводов на основе технологии программного индентирования. Важнейшими преимуществами разработанного метода являются его точность (погрешность измерений не превышает 5%), и неразрушающий характер испытаний, обеспечивающий возможность проведения диагностических исследований в процессе эксплуатации.

Существенным научным достижением работы стало выявление и математическое описание корреляционных взаимосвязей между параметрами индентирования и характеристиками циклической долговечности трубопроводных сталей. Установленные закономерности послужили фундаментом для создания усовершенствованного алгоритма расчета остаточного ресурса, который обеспечивает повышенную точность прогнозирования остаточного срока службы и снижает риски ошибочной диагностики.

Разработанные в исследовании решения открывают новые перспективы для организации непрерывного мониторинга технического состояния трубопроводных систем в реальных условиях эксплуатации и представляют существенный практический интерес для предприятий топливно-энергетического комплекса.

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 исследования обусловлена установлением количественной взаимосвязи между прочностными характеристиками материала, определяемыми методом индентирования (истинное напряжение разрыва), и параметром Зенера-Холломана, учитывающим термомеханические условия нагружения. Выявленная корреляция вносит вклад в развитие фундаментальных представлений о механизме деформационного поведения трубопроводных сталей при сложном нагружении и создает основу для прогнозирования их эксплуатационной долговечности.

Практическая значимость работы подтверждается разработкой ресурсосберегающей технологии оперативной диагностики технического состояния и оценки остаточного ресурса труб нефтегазопроводов без прекращения транспортировки продукта. Внедрение методики программного индентирования позволяет достигать высокой точности контроля (погрешность менее 5%) и сокращает экономические потери, связанные с простоем оборудования.

Особого внимания заслуживает предложенный соискателем способ оценки температуры хрупкости материала, базирующийся на установленной зависимости между напряжением разрыва при индентировании и параметром Зенера-Холломана. Данный подход открывает новые возможности для оценки склонности трубопроводных сталей к хрупкому разрушению в реальных условиях эксплуатации.

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**

Научно-практические результаты диссертационного исследования обладают значительным потенциалом для применения в различных сегментах нефтегазовой отрасли. Разработанная методика программного индентирования целесообразна к внедрению в диагностические службы нефтегазовых компаний в качестве эффективного инструмента для оценки остаточного ресурса трубопроводов без нарушения технологических процессов.

Для организаций, осуществляющих мониторинг промышленной безопасности, результаты работы могут стать основой для актуализации нормативно-технической документации в области неразрушающего контроля, а также для разработки перспективных систем прогнозирования остаточного срока службы трубопроводных систем. Особую актуальность

методика представляет для объектов, эксплуатирующихся в экстремальных климатических и технологических условиях.

В области научных исследований полученные результаты создают предпосылки для дальнейшего совершенствования методов неразрушающего контроля и могут служить эталоном для сравнительного анализа с традиционными диагностическими технологиями.

Материалы диссертационной работы рекомендованы для интеграции в образовательные программы подготовки специалистов по направлению «Нефтегазовое дело» с целью формирования компетенций в области современных методов диагностики и оценки ресурса трубопроводных систем.

## **7. Замечания и вопросы по диссертации**

По диссертации имеются следующие замечания:

1. Следует рассмотреть вопросы влияния шероховатости поверхности и качества подготовки образцов на точность измерений. Рекомендуется разработать требования к подготовке поверхности трубопроводов для проведения испытаний.

2. Из текста диссертации неясно, какой вид усталостного нагружения имел место при испытании образцов из стали 09Г2С: малоцикловое или многоцикловое.

3. Целесообразно привести сравнение предложенного метода программного индентирования и других методов неразрушающего контроля для оценки точности определения механических свойств.

4. Целесообразно провести дополнительные исследования по валидации метода на трубопроводах из сталей различных марок и производителей.

5. Перспективным направлением является адаптация методики для оценки механических характеристик трубопроводов после ремонтных воздействий и восстановительных обработок.

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.

Отзыв на диссертацию и автореферат диссертации Алёхина Алексея Игоревича обсужден и утвержден на заседании кафедры «Трубопроводный транспорт» Федерального государственного бюджетного образовательного

учреждения высшего образования «Самарский государственный технический университет», протокол №1 от 04 сентября 2025 года.

**Председатель заседания**

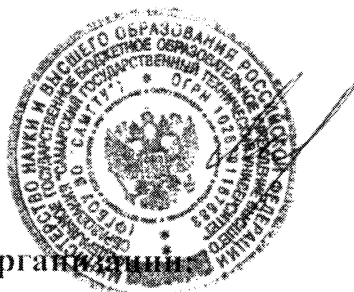
Заведующий кафедрой «Трубопроводный транспорт»  
ФГБОУ ВО «СамГТУ»,  
д.т.н., профессор

**Стефанюк  
Екатерина Васильевна**

Подпись Стефанюк Е.В. заверяю.

Ученый секретарь

д.т.н.



**Малиновская  
Юлия Александровна**

**Сведения о ведущей организации:**

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Самарский государственный технический университет».

Адрес: Россия, г. Самара, ул. Молодогвардейская, 244, Главный корпус, 443100.

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

Эл. почта: [rector@samgtu.ru](mailto:rector@samgtu.ru).

Телефон: 8-846 278-43-11.

**Исполнитель**

Д.т.н., профессор

Тян В.К.