

О Т З Ы В

официального оппонента, кандидата технических наук, доцента *Леонovichа Игоря Александровича* на диссертацию *Первейталова Олега Геннадьевича* на тему: «Оценка усталостной долговечности низкотемпературных сосудов для хранения сжиженных углеводородных газов по результатам акустико-эмиссионных испытаний», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.8.5. Строительство и эксплуатация нефтегазопроводов, баз и хранилищ.

1. Актуальность темы диссертации

В последние годы в России наблюдается стабильный рост числа объектов для хранения сжиженных углеводородных газов, однако значительная часть объектов, в основном малотоннажного СПГ, находится в эксплуатации уже длительное время. Очевидно, что продление безопасного срока эксплуатации таких объектов невозможно без качественной диагностики состояния и выявления потенциально опасных дефектов. Вместе с тем, традиционные методы неразрушающего контроля в условиях низких температур и специфики работы криогенных сосудов показывают ограниченную эффективность. Локальный характер накопления повреждений и связанные с этим риски делают прогноз надежности и долговечности крайне затруднительным.

С практической точки зрения, одним из наиболее перспективных методов контроля является акустическая эмиссия. Применение информационно-кинетического подхода позволяет получить более достоверное представление об интенсивности деградационных процессов и проводить оценку состояния емкостей непосредственно в условиях их периодических испытаний. Следует отметить, что до последнего времени отсутствовали проработанные модели, которые учитывали бы индивидуальные особенности структуры конкретного объекта и позволяли уверенно прогнозировать остаточный ресурс без разрушающих испытаний. В представленной работе сделана попытка решить эту задачу. Предложенный подход снижает неопределенность при оценке усталостного ресурса и открывает возможности для более надежного планирования сроков эксплуатации сосудов.

В целом, считаю, что исследование выполнено по действительно актуальной и практически значимой тематике. Результаты работы имеют перспективу внедрения в сферу диагностики объектов хранения сжиженных углеводородных газов и, безусловно, заслуживают дальнейшего развития.

ОТЗЫВ

ВХ. № 9-167 от 12.09.25
ЛФ УС

2. Научная новизна диссертации

Научной новизной данного диссертационного исследования является то, что

– Установлено, что параметры акустической эмиссии, регистрируемые при однократных плановых испытаниях сосудов для хранения сжиженных углеводородных газов, могут быть напрямую связаны с расчетными показателями долговечности. Это открывает возможность использовать метод АЭ для более надежной оценки усталостного ресурса без необходимости в дополнительных разрушительных испытаниях.

– Показано, что акустико-эмиссионные характеристики чувствительно отражают влияние скорости деформации и степень низкотемпературного охрупчивания материала сосудов. На этой основе предложен способ оценки температуры вязко-хрупкого перехода, что позволяет повысить точность диагностики и учесть реальные условия эксплуатации объектов низкотемпературного хранения.

3. Степень обоснованности и достоверности научных положений, выводов и рекомендаций

В диссертационной работе автором выполнено комплексное исследование вопросов оценки усталостной долговечности низкотемпературных сосудов для хранения сжиженных углеводородных газов методами акустической эмиссии. Разработано и обосновано дополнение к информационно-кинетическому подходу, позволяющее рассчитывать число циклов перепада давления в условиях вязко-хрупкого перехода на основе временной зависимости акустико-эмиссионных сигналов.

Создана и экспериментально реализована методология исследований, направленная на обоснование способа оценки усталостной долговечности при малоцикловом низкотемпературном нагружении, с учетом различных скоростей деформации сталей сосудов. В ходе работы проведён обширный комплекс экспериментальных исследований, подтверждающий связь концентрационно-кинетических показателей акустической эмиссии с усталостной долговечностью материала на разных уровнях усталостной наработки, после различной степени усталостной наработки, а также в условиях охрупчивания при низких температурах.

Анализ результатов исследований выполнен корректно, построенная модель оценки усталостной долговечности проверена на достоверность и показала согласованность с экспериментальными данными. Разработана методика практического применения предложенного способа при диагностике криогенных емкостей в условиях нерегулярного нагружения, структурной неоднородности материала и неравномерного напряженного состояния.

Обоснованность и достоверность выводов подтверждается использованием современного измерительного оборудования, корректными методиками акустико-эмиссионного контроля, а также достаточным объемом экспериментальных данных. Результаты исследований согласуются с теоретическими положениями механики разрушения и работами отечественных и зарубежных авторов, что подтверждает научную состоятельность и надежность полученных рекомендаций.

Таким образом, выполненные исследования подтверждают обоснованность научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации.

4. Научные результаты, их ценность

Основные результаты диссертационного исследования отражены в пяти печатных работах, среди которых две статьи опубликованы в рецензируемых научных изданиях, входящих в перечень ВАК и базу Scopus, две статьи — в изданиях, индексируемых международными базами данных и системами цитирования Scopus. Дополнительно получен один патент на изобретение. Имеется акт о промышленном внедрении результатов исследования. Основные положения диссертации докладывались и обсуждались на четырех научно-практических конференциях.

5. Теоретическая и практическая значимость результатов диссертации

В диссертации разработан и обоснован способ оценки усталостной долговечности низкотемпературных сосудов для хранения сжиженных углеводородных газов, основанный на использовании параметров акустической эмиссии, регистрируемых в ходе периодических испытаний. Установлены взаимосвязи между напряжениями в цикле нагружения, степенью предварительной усталостной наработки, процессами деформационного и скоростного охрупчивания материала и акустико-эмиссионными показателями X_{AE} и Y_{AE} интенсивности микроповреждения, что позволило расширить теоретическую базу информационно-кинетического подхода.

Практическая значимость исследования заключается в разработке методики и рекомендаций по применению акустико-эмиссионного диагностирования для расчёта усталостного ресурса сосудов в условиях нерегулярного эксплуатационного нагружения. Разработанные подходы позволяют повысить достоверность оценки долговечности криогенных емкостей, снизить неопределенность при прогнозировании их ресурса и обеспечить повышение надежности эксплуатации.

Методики, предложенные в диссертационной работе, внедрены в практическую деятельность компании ООО «АктивТестГруп», что подтверждает прикладной характер полученных результатов и их востребованность в области неразрушающего контроля.

6. Рекомендации по использованию результатов работы

Предложенные в рамках диссертационного исследования решения рекомендуются к внедрению в транспортных и эксплуатирующих компаниях для процессов транспорта и хранения сжиженных углеводородных газов при пониженных температурах для проведения периодических гидравлических и пневматических испытаний с последующей оценкой остаточной долговечности низкотемпературных сосудов.

7. Замечания и вопросы по работе

1. Структура автореферата по диссертации не соответствует общепринятой и не содержит элементов, рекомендуемых национальным стандартом ГОСТ Р 7.0.11-2011 «Диссертация и автореферат диссертации. Структура и правила оформления», что затрудняет понимание содержания и сути диссертации.

2. В главе 5 автором диссертации не приведен пример реализации предложенной методики прогнозирования усталостной долговечности. Из материалов диссертации не ясно, пригодна ли представленная методика для оценки фактической усталостной долговечности и остаточного ресурса реального сосуда под давлением, если предварительно не известна и не задана точная характеристика дефекта.

3. В числе задач исследования автор ставит перед собой задачу оценки достоверности предлагаемой модели, однако среди выводов по диссертации и по тексту диссертации данный вопрос отдельно не рассмотрен. По тексту раздела 3.8 автор рассматривает сравнение «расчетных циклов до разрушения» с числом циклов «фактического усталостного ресурса» (таблица 3.6) получая при этом значительный разброс значений «ошибок расчета» (терминология автора) от 9,9% до 100%. Однако ни пояснений понятия «ошибка расчета» в данном контексте, ни указаний на влияния данных «ошибок» на достоверность применения методики, автор не приводит.

4. В разделе научной новизны автор декларирует возможность оценки степени низкотемпературного и деформационного охрупчивания сосудов в условиях длительной эксплуатации, а также различных скоростей повышения давления, в тоже время по тексту работы не ясно, каким образом учитывается влияние «скорости» повышения давления, если в качестве истории нагружения рассматриваются значения амплитуды напряжений циклов.

8. Заключение по диссертации

Диссертация «Оценка усталостной долговечности низкотемпературных сосудов для хранения сжиженных углеводородных газов по результатам акустико-эмиссионных испытаний», представленная на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.8.5 – «Строительство и эксплуатация нефтегазопроводов, баз и хранилищ», соответствует требованиям раздела 2 «Положения о присуждении ученых

степеней» Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский горный университет императрицы Екатерины II», утвержденного приказом ректора от 20.05.2021 № 953 адм. Автор работы, Первейталов Олег Геннадьевич, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по указанной специальности.

Официальный оппонент
Доцент кафедры сооружения и ремонта
газонефтепроводов и хранилищ
кандидат технических наук, доцент



Леонович Игорь Александрович

08.09.2025г.

Подпись Леоновича Игоря Александровича заверяю:

Начальник отдела кадров



ГУ нефти и газа (НИУ)
имени И.М. Губкина
Начальник отдела кадров
Ю.Е. Ширяев

Ю.Е. Ширяев

Сведения об официальном оппоненте

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, проспект Ленинский, д. 65

Адрес электронной почты: leonovich.i@gubkin.ru

Телефон: +7 (499) 507-86-37.