



Государственный
научный центр РФ
ЦНИИТМАШ



Государственный научный центр
Российской Федерации
Акционерное общество
«Научно-производственное объединение
«Центральный научно-исследовательский ин-
ститут технологии машиностроения»

(АО «НПО «ЦНИИТМАШ»)
115088, Москва, Шарикоподшипниковская, 4
Телефон: (495)675-83-02. Факс: (495)674-21-96
<http://www.cniitmash.ru>
E-mail: cniitmash@cniitmash.ru
ИНН 7723564851 КПП 772301001

№
На № _____

В диссертационный совет

Д 003.054.02 Федерального государственного
бюджетного учреждения науки Институт гидро-
динамики им. М.А. Лаврентьева Сибирского от-
деления РАН.

630090, г. Новосибирск, проспект академика
Лаврентьева, 15.

Факс (383)-333-16-12,
e-mail: kurguzov@hydro.nsc.ru



Утверждаю:

зам. генерального директора
по научной работе
АО «НПО «ЦНИИТМАШ»
К.Л. Косырев
«16» ноябрь 2017 г.

ОТЗЫВ

ведущей организации АО «НПО «ЦНИИТМАШ» на диссертационную работу
Андреева Я.М. «**ОБЕСПЕЧЕНИЕ ЭКСПЛУАТАЦИОННОЙ НАДЕЖНОСТИ РЕЗЕРВУА-
РОВ СЕВЕРА ПУТЕМ ПОВЫШЕНИЯ ВЫЯВЛЕМОСТИ ПЛОСКОСТНЫХ ДЕФЕКТОВ**»,
представленную на соискание учёной степени кандидата технических наук
по специальности 01.02.06 – Динамика, прочность машин, приборов и аппаратуры.

Актуальность темы диссертационного исследования. Резервуарные парки являются одни-
ми из основных технологических сооружений нефтеперерабатывающих и нефтехимических производств. В условиях Севера, в соответствии со статистическими данными, наиболее частой причиной аварий резервуаров, является хрупкое разрушение. Существенное влияние на развитие хрупкого разрушения оказывают наличия различного рода дефектов, как в сварных соединениях, так и в основном металле. Одним из основных источников хрупкого разрушения являются плоскостные трещино-подобные дефекты. Учитывая большие объемы резервуаров (до 1000м³) последствия возможных утечек и разрушений могут привести к значительному экологическому и экономическому ущербу.

В связи с этим, весьма актуальной является задача обеспечения надежности резервуаров с учетом их специфических условий эксплуатации в северных районах страны за счет совершенствования методов контроля и выявляемости наиболее опасных дефектов.

Научная новизна работы. К основным результатам диссертационного исследования, обладающим научной новизной относятся следующие положения и разработки соискателя:

1. Усовершенствованный метод локального упругого нагружения потенциально опасных участков крупногабаритных металлоконструкций при проведении акусто-эмиссионного (АЭ) контроля.
2. Алгоритм проведения технического диагностирования резервуаров с применением локального низкотемпературного нагружения.
3. Результаты анализа отказов и аварий резервуаров для хранения нефтепродуктов, эксплуатируемых в Республике Саха (Якутия).
4. Результаты анализа распределения плоскостных и объемных дефектов в сварных соединениях и основном металле резервуаров.

Практическая ценность работы заключается в разработке методики низкотемпературного нагружения локальных участков резервуаров РВС при АЭ контроле. Применение данной методики позволяет: повысить выявляемость развивающихся дефектов в сварных соединениях и в основном металле, сократить материально-экономические затраты на диагностирование. По результатам выполнения работы получен патент на изобретение «Способ низкотемпературного локального нагружения объекта при акустико-эмиссионном методе неразрушающего контроля».

Внедрение результатов научного исследования.

Результаты исследования успешно использовались при диагностировании резервуаров, эксплуатирующихся в сложных климатических условиях Севера, при проведении экспертиз промышленной безопасности опасных производственных объектов подконтрольных Ростехнадзору.

Разработанная методика диагностирования внедрена и используется в экспертной организации ООО «Научно-технический центр анализа промышленного риска Севера» а также в организации нефтепродуктообеспечения АО «Саханефтегазсбыт».

Общая характеристика работы. Оформление диссертации соответствует требованиям ВАК РФ. Диссертация написана ясно и логично, хорошо иллюстрирована рисунками.

Диссертационная работа состоит из введения, четырех глав, выводов и списка литературы, которые позволили в достаточно полном объеме раскрыть цель и задачи исследования и обосновать полученные выводы. Работа изложена на 106 страницах машинописного текста, иллюстрирована 56 рисунками, 15 таблицами. Список литературы содержит 102 наименования.

Во введении обоснована актуальность и новизна диссертационной работы, сформулированы

цель и задачи исследования, определена практическая значимость. обоснована актуальность исследований, сформулированы цель и основные задачи исследований,

В первой главе диссертации представлен краткий обзор методов, применяемых для обеспечения эксплуатационной надежности резервуаров для хранения нефтепродуктов Севера, а также анализ существующих российских нормативно-методических документов по техническому диагностированию. Показано, что применение традиционных методов неразрушающего контроля повреждений металла при оценке надежности резервуаров недостаточно эффективно. Обнаружение плоскостных типов дефектов распространенными методами неразрушающего контроля, как рентгенографический контроль (РК) и ультразвуковой контроль (УЗК) и др. затруднены рядом факторов. Основным недостатком указанных методов контроля является сложность обнаружения дефектов плоскостного типа с малым раскрытием, а также дефектов, забитых продуктами окисления металла, имеющих высокую плотность. Кроме того, при ультразвуковом контроле выявляемость дефектов зависит от их расположения относительно хода акустического луча и методики расшифровки полученных данных.

В связи с отмеченным, при диагностировании необходимо использовать комбинацию нескольких методов контроля. Перспективными являются подходы, основанные на применении метода акустической эмиссии (АЭ) в сочетании с локальным нагружением конструкции, вызывающим раскрытие дефектов

Во второй главе приведен анализ разрушений резервуаров, эксплуатирующихся в условиях низких температур на примере Республики Саха (Якутия). Развитие повреждений и разрушений резервуаров происходит в результате инициации и циклического подрастания исходных дефектов от действия температурных деформаций и колебаний рабочего давления. В зонах монтажных и конструкционных дефектов накапливаются повреждения, которые служат очагами образования плоскостных дефектов. При превышении критического размера происходит хрупкое или квазихрупкое распространение трещины.

Анализ полных и частичных случаев разрушений резервуаров, эксплуатирующихся на территории Якутии показал, что большинство произошедших масштабных повреждений и аварий на резервуарах приходится на холодные месяцы года, когда металл находится в хрупком состоянии.

Третья глава работы посвящена анализу распределения дефектов РВС для хранения нефтепродуктов, работающих на территории Якутии. При учете дефектов сварных соединений и основного металла были использованы рентгенографический, ультразвуковой и визуально-измерительный методы неразрушающего контроля.

По результатам проведенных экспертными организациями технических обследований более 600 резервуаров было обнаружено более 9000 дефектов. Из них преобладающее количество занима-

ют подрезы – около 45%, дефекты в виде раковин – 30%, дефекты формы шва – 15%, непровары и шлаки – по 5%.

По полученным данным построены гистограммы распределения дефектов, которые показали, что для рассмотренных случаев наиболее характерным является двухпараметрический вейбулловский закон распределения.

Установлено, что плоскостные дефекты преимущественно располагаются в стенках, днище, патрубках и уторном шве, в зонах высоких растягивающих остаточных напряжений, которые значительно повышают вероятность разрушений. На основании анализа распределений плоскостных и объемных дефектов установлено, что 47% от общего количества дефектов относятся к плоскостным дефектам.

В четвертой главе рассмотрены вопросы выявляемости плоскостных дефектов в резервуарах методами неразрушающего контроля. Предложена усовершенствованная схема проведения диагностирования АЭ методом контроля.

Применение данного метода на РВС, ограничивается рядом факторов, основными из которых являются техническая сложность его реализации и высокая себестоимость. Для усовершенствования метода АЭ контроля, предлагается проводить его на наиболее опасных локальных участках резервуара. Эти участки подвергаются локальному нагружению путем воздействия низкотемпературного хладоагента - твердого диоксида углерода с температурой минус 78°C. При необходимости, интенсивность локального силового воздействия на дефекты может варьироваться изменением размеров охлаждаемой области и использованием тепловых барьеров.

При низкотемпературном воздействии на металл в зоне возможного расположения дефекта возникает всестороннее растяжение, которое раскрывает плоскостные трещиноподобные дефекты. Раскрытие дефектов, особенно их подрастание, провоцирует возникновение акустических сигналов, что повышает выявляемость дефектов.

Выполненные модельные эксперименты на листе с имитационным дефектом показали высокую точность определения местоположения источника акустической эмиссии.

Предлагаемый способ диагностики был апробирован на РВС для хранения нефтепродуктов и показал его высокую эффективность. С целью снижения трудоемкости, выбор участков контроля на резервуарах проводился с учетом полученной базы данных по распределению дефектов в РВС.

Выводы по диссертационной работе Андреева Я.М. обоснованы, отражают суть выполненных исследований, соответствуют современным научным представлениям, изложенным в технической литературе.

Обоснованность и достоверность основных положений и результатов диссертации не вызывает сомнений. Результаты выполненных исследований базируются на использовании экспери-

ментальных методов механики деформирования и разрушения; использовании современного оборудования и методик; согласованностью результатов исследований с опубликованными ранее данными других авторов; положительном опыте использования предложенных подходов при проведении экспертизы промышленной безопасности РВС.

По теме диссертации опубликовано 18 научных трудов в виде статей в журналах, текстов докладов в сборниках трудов конференций, в том числе 6 статей в ведущих рецензируемых научных журналах и изданиях, включенных в перечень журналов рекомендованных Высшей аттестационной комиссией (ВАК). Получен патент на способ низкотемпературного локального нагружения при акусто-эмиссионном методе неразрушающего контроля.

Содержание диссертации достаточно полно отражено в авторефере и публикациях по теме диссертации.

В целом диссертация заслуживает высокой оценки. В качестве замечаний можно отметить следующее:

1. Неясно, какова реальная разрешающая способность предложенного метода диагностики – комбинации АЭ и низкотемпературного локального нагружения с помощью твердого диоксида углерода.

2. При определении напряжений в стальном листе с искусственным дефектом в условиях низкотемпературного локального воздействия вместо одномерной следовало использовать двухмерную схему расчета на основе, например, метода конечных элементов. Это позволило бы получить более точные оценки коэффициентов интенсивности напряжений в вершине трещины.

3. Представляется целесообразным сочетание локального низкотемпературного нагружения и акусто-эмиссионного контроля с ультразвуковым измерительным контролем дефектов. При наличии базы данных по характеристикам трещиностойкости конструкционных материалов при низких температурах это позволит перейти к более обоснованной оценке степени опасности дефектов и возможности дальнейшей эксплуатации контролируемых конструкций.

Перечисленные замечания не уменьшают значимость полученных результатов.

Рекомендации по использованию результатов диссертационной работы.

Основные положения и выводы диссертации Андреева Я.М. имеют важное практическое значение и могут быть использованы для оценки фактического состояния элементов резервуаров и обоснования технических мероприятий для обеспечения их надежной и безопасной эксплуатации.

Результаты диссертации рекомендуются для практического применения организациями, занимающимися контролем и диагностикой сосудов, резервуаров, трубопроводов на нефте и газодобывающих предприятиях (АО «Транснефть – Диаскан», ООО «НПЦ «Эхо+», ООО »СибЭра», ФГАУ «НУЦСК при МГТУ им. Н.Э. Баумана» и др.).

Заключение:

Диссертация представляет собой завершенную научно-исследовательскую работу на актуальную тему. Новые научные результаты, полученные диссидентом, вносят существенный вклад в совершенствование методов обеспечения эксплуатационной надежности резервуаров и емкостей для хранения нефтепродуктов за счет повышения выявляемости плоскостных дефектов и имеют важное практическое значение.

Диссертационная работа удовлетворяет требованиям ВАК, предъявляемым к кандидатским диссертациям, соответствует требованиям пп. 7, 9, 10 «Положения о порядке присуждения ученых степеней» (постановление Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. №842) в части, касающейся ученой степени кандидата наук, а её, автор Андреев Яков Михайлович, достоин присуждения учёной степени кандидата технических наук по специальности 01.02.06 – динамика, прочность машины, приборов и аппаратуры.

Диссертация и автореферат рассмотрены, а отзыв утвержден на заседании Научно-технического совета Института материаловедения от «16» ноября 2017 года, протокол заседания №5.

Зам. председатель НТС Института материаловедения,
д.т.н., проф.

А.Г. Казанцев

Секретарь НТС Института материаловедения

Ю.П. Цыновникова

Ученый секретарь
АО «НПО «ЦНИИТМАШ»

М.А. Бараненко