

ЗАКЛЮЧЕНИЕ
ОБЪЕДИНЕННОГО ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА
99.2.039.02

созданного на базе федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Самарский государственный технический университет» и федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королева» Министерства науки и высшего образования Российской Федерации по диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук

аттестационное дело № _____
решение объединенного диссертационного
совета от 13.10.2023 г. № 19

О присуждении Жукову Дмитрию Владимировичу, гражданину Российской Федерации, ученой степени кандидата технических наук.

Диссертация «Исследование влияния дефектов структуры низкоуглеродистых сталей на механические и эксплуатационные свойства газопроводов» по специальности 2.6.17. Материаловедение принята к защите 22 июня 2023 г. (протокол заседания № 6), объединенным диссертационным советом 99.2.039.02, созданным на базе федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Самарский государственный технический университет» Минобрнауки Российской Федерации, 443100, Самара, Молодогвардейская 244, и федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королева» Минобрнауки РФ, 443086, Самара, Московское шоссе, 34, приказ Минобрнауки РФ №45/нкл от 30.01.2017 г.

Соискатель Жуков Дмитрий Владимирович, 15.11.1972 года рождения, в 1996 году с отличием окончил обучение по программе специалитета в Самарском государственном техническом университете по специальности «Технология машиностроения» с квалификацией «Инженер-механик». С 2018 по 2022 обучался в аспирантуре ФГАОУ ВО «Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королева» по специальности «Металловедение и термическая обработка металлов и сплавов». В период подготовки диссертации с 2014 г. по настоящее время является руководителем группы в службе диагностики оборудования и сооружений Инженерно-технического центра ООО «Газпром трансгаз Самара», г. Самара.

Диссертация выполнена на кафедре технологии металлов и авиационного материаловедения ФГАОУ ВО «Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королева» Минобрнауки РФ.

Научный руководитель – доктор технических наук Коновалов Сергей Валерьевич, федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Сибирский государственный индустриальный университет», проректор по научной и инновационной деятельности.

Официальные оппоненты:

- Латыпов Олег Ренатович, доктор технических наук, доцент, федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Уфимский государственный нефтяной технический университет», г. Уфа, кафедра «Материаловедение и защита от коррозии», заведующий.

- Литовченко Игорь Юрьевич, доктор физико-математических наук, доцент, федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт физики прочности и материаловедения Сибирского отделения Российской академии наук, г. Томск, лаборатория материаловедения сплавов с памятью формы, заведующий.

Ведущая организация федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Московский политехнический университет», г. Москва, в своем положительном отзыве, утвержденным Наливайко Антоном Юрьевичем, к.т.н., проректором по научной работе, подписанным Овчинниковым Виктором Васильевичем, д.т.н., профессором, заведующим кафедрой «Материаловедение», указала, что в работе изложены научно обоснованные методы и решения, необходимые для повышения качества и точности по оценке опасности обнаруженных дефектов металла труб. Работа имеет высокое практическое значение, выполнена на хорошем экспериментально-теоретическом уровне, цели и задачи достигнуты, а положения, выносимые на защиту, экспериментально доказаны.

Заключение содержит следующие замечания: исследование влияния подповерхностной коррозии требуют дополнительных изысканий, для завершенности исследования желательно определить граничные параметры влияющих дефектов, таких как толщина металла отслоения, толщина и плотность продуктов коррозии; пункт 2 заключения следовало дополнить уточнением, что ударная вязкость дефектного материала вырастает за счет анизотропии только в определенных направлениях, перпендикулярных плоскостям включений, как это описано по тексту диссертации и автореферата; присутствуют некоторые опечатки и недостатки оформления.

Соискатель имеет 30 опубликованных работ по теме диссертации, из них 14 в рецензируемых научных изданиях, включая 8 статей в изданиях, индексируемых международными реферативными базами данных Scopus и Web of Science. Вклад соискателя: выбор и постановка целей и задач, участие на всех этапах исследования, личное проведение анализов и измерений физико-механических свойств, интерпретация результатов и формулировка всех основных положений и выводов.

Наиболее значительные научные работы по теме диссертации:

1. Жуков, Д.В. Способ оценки и визуализации неоднородности микроструктуры материалов / Д.В. Жуков, М.Г. Гиорбелидзе, А.А. Мельников, С.В. Воронин // Технология металлов. – 2023. – №4. – с. 30-37.

2. Zhukov, D. Specifics of diagnostics and investigation of material properties in pipes with planar defects / D. Zhukov, S. Konovalov, D. Chen, A. Melnikov, I. Panchenko // International Journal of Pressure Vessels and Piping. – 2022. – vol.199. – 104765.

3. Zhukov, D.V. Metallography of non-metallic inclusions in pipe metal and impact assessment of defect structures on non-destructive testing outcomes / D.V. Zhukov, S.V. Konovalov, A.A. Melnikov, D. Chen // CIS Iron and Steel Review. – 2021. – Vol. 1. – P.58-63.

4. Zhukov, D. Evaluation of strength and microstructure of welded pipes with wall lamination / D. Zhukov, S. Konovalov, A. Melnikov, D. Chen // Engineering Failure Analysis. – 2021. – Vol. 122. – A. 105235.1-12.

5. Zhukov, D. Morphology and development dynamics of rolled steel products manufacturing defects during long-term operation in main gas pipelines / D. Zhukov, S. Konovalov, A. Afanasyev // Engineering Failure Analysis. – 2020. – Vol. 109. – A. 104359.1-11.

На диссертацию и автореферат поступили отзывы официальных оппонентов.

В отзыве официального оппонента **Латыпова О.Р.** указаны следующие критические замечания: совпадает ли статистика причин отказов и инцидентов газопроводов европейских стран и принадлежащих ПАО «Газпром». Требуется расширенные исследования зависимости толщины поверхностного металла и характеристик подповерхностных слоев оксидов в поверхностных отслоениях. Недостаточно изучена деградация изоляционного покрытия при анализе подповерхностной коррозии. Стоит рассмотреть расширение возможностей автоматической обработки результатов толщинометрии в части расчета их площади.

В отзыве официального оппонента **Литовченко И.Ю.** сформулированы следующие замечания: отличаются формулировки целей и задач, изложенные во введении и выводах к первой главе. Существуют ли в настоящее время в литературе какие-либо аналоги, разработанного автором способа оценки неоднородности микроструктуры трубных сталей на основе стереологических методов? Есть ли примеры успешной реализации автоматизированных методов контроля трубной продукции на дефектность на основе машинного зрения? Желателен панорамный снимок сечения выходящего на поверхность дефекта для отображения зон коррозии различного типа и участков перехода. Непонятна причина разделения серий графика «протяженность включений – толщина включений» на два столбца.

На автореферат поступили 9 отзывов от:

Л.М. Гуревича, д.т.н., доц., зав. кафедрой «Материаловедение и композиционные материалы», ФГБОУ ВО «Волгоградский государственный технический университет» (г. Волгоград); И.Н. Захарова, д.т.н., доц., зав. кафедры «Сопrotивления материалов», В.П. Багмутова, д.т.н., профессора этой же кафедры, ФГБОУ ВО «Волгоградский государственный технический университет» (г. Волгоград); В.А. Степановой, к.т.н., доцента кафедры «Физики», ФГБОУ ВО «Московский государственный технический университет гражданской авиации» (г. Москва); И.В. Ряховских, к.т.н., начальника КТНЦ управления техническим состоянием и целостностью производственных объектов ООО «Газпром ВНИИГАЗ», (г. Москва); С.Я. Алибекова, д.т.н., проф., зав. кафедрой «Машиностроения и материаловедения», ФГБОУ ВО «Поволжский государственный технологический университет» (г. Йошкар Ола); М.Д. Старостенкова, главного н.с., д.ф-м.н., проф., ФГБОУ ВО «Алтайский государственный технический университет имени И.И. Ползунова» (г. Барнаул); Т.И. Башковой, к.т.н., доцента кафедры «Материаловедение и технологии новых материалов», ФГБОУ ВО «Комсомольский-на-Амуре государственный университет» (г. Комсомольск-на-Амуре); В.А. Клименова, д.т.н., проф., зав. кафедрой – руководителя отделения материаловедения на правах кафедры инженерной школы новых производственных технологий, ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский Томский политехнический университет» (г. Томск); А.Н. Емелюшина, д.т.н., проф., проф. кафедры литейных процессов и материаловедения, ФГБОУ ВО «Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова» (г. Магнитогорск).

В замечаниях указано: Краткость формулировок пунктов научной новизны затрудняет оценку, какая новая информация содержится в полученных результатах; Отсутствует объяснение причин резкого колебания полосчатости при оценке неоднородности

микроструктуры по радиальным направлениям; Удалось ли автору получить количественные закономерности, позволяющие оценить влияние параметров дефектов на величину вносимой ими погрешности, а так же возможное снижение свойств металла на поврежденном участке; Насколько рассмотренные в работе примеры повреждения трубопроводов различными дефектами являются статистически значимыми, раскрывают общую картину для данного типа конструкций; Какие параметры использовались автором при анализе эксплуатационных свойств газопроводов? Удастся ли на основе полученных результатов спрогнозировать дальнейшее поведение продиагностированной конструкции в ходе эксплуатации?; Некоторые термины, вводимые автором диссертации, используются в автореферате без какого-либо объяснения их смысла, либо этот смысл объясняется много позже первого упоминания; Некоторые эмпирические соотношения приведены без серьезного анализа; Как оценивались при учете надежности конструкции процессы старения металла и сварных соединений; Учитывались ли процессы стресс-коррозии; В автореферате существуют огрехи оформления; В автореферате не приведены рекомендации по проведению диагностики газопроводов на основе установленных закономерностей, позволяющие учитывать разнообразие конфигураций дефектов; Каким образом запатентованные устройства для измерения поверхностных дефектов трубопроводов были использованы при проведении исследований о влиянии дефектов внутренней структуры на свойства газопроводов; Метод определения конфигурации дефектов металла и степени его поврежденности по результатам дискретной ультразвуковой толщинометрии, а также способ количественной оценки неоднородности микроструктуры металлов и сплавов на основе стереологических методов патентами не защищены; В работе применяется только ультразвуковой контроль в качестве контроля структуры и дефектов, в сочетании этого метода с рентгеновским контролем полученная информация была бы более информативной и надежной.

Все отзывы положительные, отмечают актуальность темы диссертации, научную новизну и практическую значимость основных положений работы, соответствие диссертационной работы требованиям Положения о присуждении ученых степеней, а её автор – Жуков Д.В. заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.6.17. Материаловедение.

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается их высокой компетентностью в области исследований причин разрушений трубопроводов, исследований структуры материалов сталей, анализа эксплуатационных свойств металлоконструкций, что подтверждается публикациями в научных изданиях в сфере исследований соискателя, работы оппонентов и представителей ведущей организации заведующими на кафедрах и лабораториях материаловедения.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

– разработан метод определения конфигурации и размеров внутренних плоскостных дефектов металла труб на основе обработки результатов дискретной ультразвуковой толщинометрии с реализацией в виде программного обеспечения, позволивший обеспечить комбинированное определение дефектности структуры за счет визуализации результатов и математических алгоритмов анализа данных;

– предложен новый подход к проведению количественной оценки неоднородности структуры металлов и сплавов на основе стереологических методов, использующий современные возможности цифровизации измерений;

– доказано, что при применении ультразвуковых толщиномеров с индикацией амплитуды сигнала в режиме A-Scan возможно определить толщину стенки трубы и глубину залегания расслоения в металле трубы, при условии, что толщина внутреннего расслоения составляет до 20 мкм;

– введено понятие «толщинограмма изделия», которая представляет собой схематичное изображение профиля контролируемого объекта, а при наличии внутренних дефектов структуры материала отражает их конфигурацию.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:

– доказано, что кооперативное влияние толщины поверхностного отслоения металла, близкого к нижней границе предела чувствительности датчиков толщиномеров и наличие плотных и увлажненных продуктов коррозии под отслоениями, искажают получаемые результаты ультразвукового контроля;

– применительно к проблематике диссертации совместно и результативно использованы классические и современные материаловедческие методы исследований и испытаний, методы неразрушающего контроля и диагностики, системы моделирования и компьютерного анализа исследуемых объектов;

– раскрыты изменения механических свойств дефектных участков труб за счет влияния многослойности, образованной расслоениями толщиной до 50 мкм, выражающиеся в сокращении относительного удлинения и повышении ударной вязкости по отношению к бездефектным участкам;

– изучено влияние расслоений толщиной до 50 мкм на сварные соединения, образованные сваркой токами высокой частоты, а именно на микроструктуру зоны сплавления и околосшовной зоны, вызывающее снижение прочности до двух раз и уменьшение относительного удлинения до четырех раз;

– проведена модернизация расчетных алгоритмов количественной оценки микроструктур добавлением расчетного параметра «выборочного размаха», являющегося более информативным при определении угловых направлений дефектов микроструктуры.

Значение полученных соискателем результатов исследования для практики подтверждается тем, что:

– разработано и внедрено программное обеспечение для автоматической обработки результатов ультразвукового контроля дефектных участков, применяемое в ООО «Газпром трансгаз Самара», ООО «Химнефтеаппаратура», ООО «Самараинжиниринг», ООО ПФ «ЭДТОН»; программное обеспечение для стереологического контроля микроструктур металлов и сплавов, применяемое в ООО «Газпром трансгаз Самара» и Самарском университете; автоматизированы расчеты по оценке работоспособности участков трубопроводов с дефектами КРН, применяемые в ООО «Газпром трансгаз Самара»;

– определены условия эксплуатации и внешние особенности дефектов, требующие корректировки существующих и проведения дополнительных методов контроля;

– созданы учебно-практические стенды для обучения и повышения квалификации персонала, содержащие как типовые, так и уникальные дефекты;

– представлены методические рекомендации для корректировки технологии ультразвукового контроля дефектных участков с приведением металлографических описаний.

Оценка достоверности результатов исследования выявила:

– экспериментальные результаты получены на сертифицированном современном оборудовании с использованием аттестованных методов и методик, использованы поверенные приборы неразрушающего контроля, применялось современное программное обеспечение и системы анализа;

– теория построена на известных данных о микроструктуре и механических свойствах металла, исследования механических свойств образцов с расслоениями согласуются с опубликованными экспериментальными данными российских и зарубежных исследователей многослойных материалов;

– идея базируется на сопоставлении свойств дефектных участков материала, полученных на практике, по результатам неразрушающего контроля с результатами расширенных исследований и испытаний, проведенных в лабораторных условиях;

– использованы образцы с дефектами металла, вырезанные при ремонте действующих объектов эксплуатации, полученные результаты исследований сопоставлены с исследованиями других авторских коллективов;

– установлено количественное и качественное совпадение результатов, полученных в результате экспериментов и теоретических исследований, с результатами, представленными в независимых источниках по данной тематике;

– использованы современные методы обработки и анализа полученной информации, подбор объектов и образцов обусловлен значимостью и распространенностью исследуемых дефектов.

Личный вклад соискателя состоит в выборе и постановке целей и задач исследований, определяющих научную новизну и практическую значимость работы; непосредственном участии на всех этапах процесса диагностики и исследований в условиях производства; в участии в проведении подготовки и исследованию образцов, в измерениях, интерпретациях результатов и формулировке всех основных положений; разработке идеологии и кода специального программного обеспечения; непосредственном участии в подготовке всех основных опубликованных работ по результатам диссертации, выполненных в творческих коллективах, что отражено в авторском составе опубликованных работ.

В ходе защиты диссертации были высказаны следующие критические замечания:

1) В чем сказалась «кооперация» при искажении измерений при контроле отслоения? 2) Если вы использовали плоские образцы микроструктур при стереологическом анализе, о какой окружности при измерении идет речь? 3) Каким образом расслоение металла может улучшить свойства? 4) Что понимается под поврежденностью конструкции при анализе толщинограмм, и как по ним определить место окончания или начала трещины? 5) Под действием какой системы нагрузок образовалась выходящая на поверхность трещина, рассмотренная в третьей главе?

Соискатель Жуков Д.В. ответил на высказанные в ходе заседания замечания и привел собственную аргументацию:

1) Кооперация заключается в одновременном сочетании в дефектной зоне трех компонентов: толщине металла, наличии коррозии под отслоением и её влажности, при

отсутствии одного из компонентов, искажения измерений не происходит. 2) При исследовании микроструктур на полосчатость и анизотропию исследуемые снимки поворачиваются с шагом в один градус по окружности. 3) Наличие параллельных поверхностям внутренних включений, придает металлу свойства многослойных материалов, и при поперечном испытании на ударную вязкость затрачивается дополнительная работа на раскрытие межслойных границ, что повышает ударную вязкость, но только в данном направлении. 4) Под поврежденностью конструкций, в контексте анализа толщинограммы изделия, понимается визуальный анализ построенного сечения, направление распространения или возможного развития дефекта по отношению к внутренней или внешней поверхности. 5) Рассматриваемая трещина представляет собой отслоение металла, образованное на производстве при прокате трубы и развившееся в процессе эксплуатации преимущественно из-за развития коррозии под воздействием атмосферной влаги по плоскости приката отслоения, влияние внутреннего давления оказало минимальное влияние.

На заседании 13 октября 2023 года диссертационный совет принял решение присудить Жукову Дмитрию Владимировичу ученую степень кандидата технических наук по специальности 2.6.17. Материаловедение за новые научно обоснованные решения и разработки по совершенствованию методов оценки повреждений стальных газопроводов на основе определения влияния металлургических дефектов на механические и эксплуатационные свойства труб, имеющие существенное значение для развития страны.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 15 человек, из них 6 докторов наук по специальности рассматриваемой диссертации, участвовавших в заседании, из 21 человека, входящих в состав совета, проголосовали: за 15 против 0.

Председатель диссертационного
совета 99.2.039.02



Клебанов Яков Мордухович

Секретарь диссертационного
совета 99.2.039.02

Луца Альфия Расимовна

13 октября 2023 г.