

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. КОРОЛЁВА» МИНИСТЕРСТВА НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ ПО ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ КАНДИДАТА ТЕХНИЧЕСКИХ НАУК

аттестационное дело № _____
решение объединенного диссертационного
совета от 03.11.2023 г. протокол № 22

О присуждении Федотовой Анне Владимировне, гражданину Российской Федерации, ученой степени кандидата технических наук.

Диссертация «Коррозионно – механическое разрушение соединительных деталей нефтепромысловых трубопроводов» по специальности 2.6.17. Материаловедение принята к защите 6 июля 2023 г. (протокол заседания № 12) объединенным диссертационным советом 99.2.039.02, созданным на базе федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Самарский государственный технический университет» Министерства науки и высшего образования Российской Федерации, 443100, Самара, ул. Молодогвардейская, 244, и федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королёва» Министерства науки и высшего образования Российской Федерации, 443086, Самара, Московское шоссе, 34, приказ Минобрнауки Российской Федерации № 45/нк от 30.01.2017 г.

Соискатель Федотова Анна Владимировна, 17 июня 1984 года рождения, в 2006 году окончила государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Южно-Уральский государственный университет» по специальности «Машины и технология обработки металлов давлением» (квалификация инженер). С 2006 по 2017 год работала в ООО «Трубодеталь» (г. Челябинск), в должности инженера-технолога в отделе новых видов продукции. С 2017 по настоящее время работает в ООО «ИТ-Сервис», с 2022 г в должности руководителя департамента специального материаловедения. В период с 2019 года по настоящее время обучается в аспирантуре в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Тольяттинский государственный университет» по специальности 2.6.1 «Металловедение и термическая обработка металлов и сплавов». В 2023 прикреплялась к федеральному государственному бюджетному образовательному учреждению высшего образования «Самарский государственный технический университет» для сдачи канди-

датских экзаменов без освоения программы подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре по научной специальности 2.6.17. Материаловедение.

Диссертация выполнена на кафедре «Нанотехнологии, материаловедение и механика» Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Тольяттинский государственный университет» Министерства науки и высшего образования Российской Федерации.

Научный руководитель – доктор физико-математических наук, Выбойщик Михаил Александрович, федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Тольяттинский государственный университет», профессор кафедры «Нанотехнологии, материаловедение и механика».

Официальные оппоненты:

- Кудря Александр Викторович, доктор технических наук, профессор, федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский технологический университет «МИСИС», кафедра «Металловедение и физика прочности», заместитель заведующего.

- Гладковский Сергей Викторович, доктор технических наук, доцент, федеральное государственное бюджетное учреждение науки «Институт машиноведения имени Э.С. Горкунова» Уральского отделения Российской академии наук, «Лаборатория деформирования и разрушения», заведующий
дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Пензенский государственный университет» в своем положительном отзыве, утвержденном проректором по научной работе и инновационной деятельности, доктором экономических наук, профессором Васиным Сергеем Михайловичем, подписанным заведующим кафедрой «Сварочное, литейное производство и материаловедение», кандидатом технических наук, доцентом Логиновым Олегом Николаевичем и заведующим кафедры «Химия», доктором технических наук, профессором Перелыгиным Юрием Петровичем, указала, что разработаны и внедрены две технологии массового производства соединительных деталей нефтепромысловых трубопроводных систем повышенной прочности и коррозионной стойкости из цельнотянутой трубы-заготовки стали 13ХФА и электросварной трубы-заготовки стали 05ХГБ, а также доказанно, что структурное состояние низкоуглеродистого речного бескарбидного бейнита после среднего отпуска обеспечивает сочетание высоких значение механических свойств и коррозионной стойкости в нефтепромысловых средах. Отзыв содержит следующие замечания: 1) по результатам работы высокую работоспособность и надёжность соединительных деталей трубопроводов обеспечили выбор химического состава и способа термообработки используемой стали, однако целесообразность такого решения, по сравнению с простым увеличением толщины стенки, требует более подробного обоснования. 2) в работе показаны характерные места преобладающего разрушения СДТ после

длительной эксплуатации (42 месяца) в байпасной линии нефтесборного коллектора Мамонтовского месторождения, однако насколько данная картина разрушения является общей, или характерна только для данных условий эксплуатации, автор не рассматривает. 3) в главе 3 подробно рассмотрены механизм и кинетика коррозионного разрушения внутренней поверхности СДТ с плотным слоем окалина, образовавшемся при термической обработке соединительной детали. Эти исследования не завершают естественный вывод о положительном влиянии плотного слоя окалины или необходимости его удаления. 4) в автореферате приведены сложные исследования по изучению изменения остаточных напряжений второго и третьего рода, а также плотности дислокаций в стали 05ХГБ с ростом температуры отпуска (табл.8), которые при обсуждении результатов не используются. 5) в работе все оценки скорости коррозии сделаны гравиметрическим методом. Использование электрохимических методов измерения позволило бы получить дополнительную и надёжную информацию об изменении скорости коррозии от времени испытаний.

Соискатель имеет 9 публикаций по теме диссертации, 6 статей опубликованы в рецензируемых научных изданиях, 3 работы в изданиях, индексируемых в Scopus.

Наиболее значительные научные работы по теме диссертации:

1. Выбойщик М.А., Кудашов Д.В., Федотова А.В. и др. Коррозионно-механическое разрушение электросварных труб в нефтепромысловых средах высокой агрессивности. // Вектор науки Тольяттинского государственного университета. 2020. № 3 (45). С. 7-18.
2. Mikhail Vyboischik, Anna Fedotova, Dmitry Kazdayev. Corrosion-mechanical failure of the fittings of pipeline systems In deposits with a high CO₂ content. Russian Metallurgy (Metally), Vol. 2020, No. 10.
3. Выбойщик М.А., Иоффе А.В., Федотова А. В., Князькин С.А., Тетюева Т.А. Разрушение соединительных деталей нефтепромысловых трубопроводов в процессе эксплуатации. // Нефтяное хозяйство. 2022. №04. С. 90-96.
4. Выбойщик М.А., Чистопольцева Е.А., Кудашов Д.В., Федотова А.В., Грузков И.В. Изменение структуры и свойств речного бескарбидного бейнита стали 05ХГБ в процессе отпуска. //Деформация и разрушение материалов. 2023. № 8. С. 31-39.

На диссертацию и автореферат поступили отзывы официальных оппонентов

В отзыве **Кудри А.В.** сформулированы следующие замечания: 1) представляется, что положения научной новизны излишне детализированы, некоторые из можно было бы объединить, с учетом их внутреннего единства. Это же замечание также можно распространить и на выводы (11 штук), исключив повторы, например, п. 5 Практической значимости и вывод № 1 - об одном и том же. 2) в таблице 3 автореферата не лишним было бы привести расшифровку приведенных параметров 3) в уже провозглашенную эпоху цифровизации при массовом распространении цифровых средств наблюдения и измерения изображений, программных продуктов, в частности в материаловедении, ограничиваться традиционными оценками структур качественного или полуколичественного описательного характера как-то уже не... Важно понять, например, в какой мере неодно-

родность микроструктур, может внести свой вклад в формировании различий свойств, если же морфология структур исследуемых вариантов составов однородна, что вполне допустимо, то это также надо объективно показать (в масштабах образца, изделия). А это возможно только при массовых измерениях. 4) относительно разработанной в работе методики, о чем свидетельствует п.1 Практической значимости и п. 1 Основных результатов и выводов. То, что в работе такие исследования проводились сомнений нет, однако вычленив алгоритм предложенных действий (их новизну) из текста диссертации достаточно трудно. Нельзя «вычислить» эту стадию работы и из её «содержания» (стр. 2-4 диссертации). 5) фрактография могла бы получить большее применение в работе — при сопоставлении механизмов разрушения различных структур.

В отзыве **Гладковского С. В.** указаны следующие замечания: 1) для понимания механизмов коррозионно-механического разрушения было бы целесообразно привести результаты фрактографического анализа поверхности изломов изученных сталей; 2) нет единообразия в оформлении выводов по работе. Так, в главах 3 и 4 выводы делаются как по разделам 3.1, 3.2 и 4.1, так и по всей главе, а в остальных главах в соответствии с общепринятой практикой - только по главам; 3) в работе не указаны методики определения величин остаточных напряжений и плотности дислокаций, приведенных в таблице 5.2; 4) не ясно, чем подтверждается приоритет диссертанта на предложенную методику исследования состава и структуры продуктов коррозии, а также на разработанную технологию опытной партии соединительных деталей трубопроводов (публикации, патентные заявки); 5) Цель работы сформулирована недостаточно четко, а разделы Заключение 1 и 3 неконкретны и носят общий декларативный характер; 6) из выводов по главам и заключения так и не ясно, какая из изученных сталей и какой режим термической обработки обеспечивают наибольшее сопротивление соединительных деталей трубопроводов коррозионно-механическому разрушению; 7) в Главе 5 приведено большое количество изображений микроструктур стали 05ХГБ после закалки и различных температур отпуска, полученных методами растровой и просвечивающей электронной микроскопии. Однако описание результатов структурных исследований выполнено довольно фрагментарно.

На автореферат поступило 12 положительных отзывов от:

1. Дмитрия Игоревича Андриянова, к.т.н., ведущего научного сотрудника аналитического отдела ООО «НПЦ Самара» (г. Самара);
2. Валерии Эдуардовны Ткачевой, к.т.н., доцента, эксперта по защите от коррозии ООО «Иркутская нефтяная компания» (г. Иркутск);
3. Алексея Федоровича Сальникова, д.т.н. профессора, заведующего НИЛ «Виброакустического контроля и диагностики» «ФГАОУ ВО «Пермский национальный исследовательский политехнический университет» (г. Пермь);
4. Михаила Михайловича Кулака, д.ф.-м.н., доцента, ведущего научного сотрудника лаборатории физики металлов государственного научного учреждения «Институт технической акустики Национальной академии наук Беларуси» (г. Витебск);

5. Виктора Евгеньевича Громова, д.ф.-м.н. лауреата премии Правительства РФ в области науки и техники, заслуженного деятеля науки РФ, лауреата премии РАН им. И.П. Бардина, профессора, заведующего кафедрой «Естественнонаучные дисциплины имени профессора В.М. Финкеля» и Сергея Андреевича Невского, д.т.н., доцента, профессора кафедры «Естественнонаучные дисциплины имени профессора В.М. Финкеля» Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Сибирский государственный индустриальный университет» (г. Новокузнецк);
6. Ирины Леонидовны Яковлевой, д.т.н., старшего научного сотрудника, главного научного сотрудника лаборатории физического металловедения Федерального государственного бюджетного учреждения науки «Институт физики металлов имени М.Н. Михеева» Уральского отделения Российской академии наук (г. Екатеринбург);
7. Дмитрия Ефимовича Капуткина, д.т.н., доцента, профессора кафедры физики Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Московский государственный технический университет гражданской авиации» (г. Москва);
8. Александра Анатольевича Хлыбова, д.т.н., профессора, заведующего кафедрой «Материаловедение, технология материалов и термическая обработка металлов», Евгения Сергеевича Беляева, к.т.н., доцента кафедры «Материаловедение, технология материалов и термическая обработка металлов», Максима Германовича Горшунова, к.т.н., доцента кафедры «Материаловедение, технология материалов и термическая обработка металлов», Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева» (г. Нижний Новгород);
9. Евгения Анатольевича Соснина, к.х.н., ведущего инженера Отдела защиты от коррозии ООО «ЛУКОЙЛ-Инжиниринг» (г. Москва);
10. Людмилы Рафаиловны Ботвиной, д.т.н., профессора, главного научного сотрудника Федерального государственного бюджетного учреждения науки «Института металлургии и материаловедения им. А.А. Байкова» Российской академии наук, (г. Москва);
11. Алексея Николаевича Емелюшина д.т.н., профессор, профессора кафедры «Литейных процессов и материаловедения» Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова», (г. Магнитогорск);
12. Леонида Иосифовича Эфрона, д.т.н., научного руководителя инженерно-технологического центра Акционерного общества «Выксунский металлургический завод» (г. Москва).

В замечаниях указано: не сделана сравнительная оценка повреждаемости линейных участков и соединительных деталей трубопроводов; не использован метод фрактографического анализа изломов образцов; нет завершающего вывода о целесообразности присутствия окалина или необходимости её удаления; не показано, в каких видах и каких областях соединительных деталей трубопроводов преобладают застойные зоны с

интенсивной бактериальной коррозией. Остальные замечания связаны с ограниченным объёмом автореферата, ответы на которые даны в диссертации. Все отзывы положительные и отмечают актуальность темы диссертации, научную новизну, большую практическую значимость, соответствие диссертационной работы требованиям «Положения о присуждении ученых степеней», а ее автор - Федотова Анна Владимировна, 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 вопросов материаловедения, прочности металлов и исследования их структурных превращений, что подтверждается публикациями в научных изданиях в сфере исследования соискателя, а также наличием в ведущей организации диссертационного совета 24.2.357.02 по специальности 2.6.17. Материаловедение (председатель – д.т.н., профессор Перелыгин Ю.П.)

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

разработана технология термической обработки соединительных деталей, изготовленных из электросварной трубы, для нефтепромысловых трубопроводных систем, позволяющая увеличить надежность изделий в процессе эксплуатации.

предложено новое структурное состояние соединительных деталей трубопроводов, обеспечивающее сочетание высоких механических свойств и повышенной коррозионной стойкости в агрессивных нефтепромысловых средах и режимы термической обработки для его получения;

доказана перспективность использования низкоуглеродистых специально легированных сталей со структурой речного бескарбидного бейнита для производства соединительных деталей трубопроводов;

введены новые представления о влиянии отпуска на стойкость низкоуглеродистого бескарбидного бейнита к углекислотной коррозии, водородному растрескиванию и сульфидному коррозионному растрескиванию под напряжением.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:

доказано, что структурное состояние низкоуглеродистого речного бескарбидного бейнита после среднего отпуска обеспечивает сочетание наиболее высоких значений прочности, пластичности и коррозионной стойкости;

применительно к проблематике диссертации результативно использован комплекс существующих базовых и современных методов исследования, лабораторных и промысловых испытаний, экспериментальных методик с использованием аналитических методов подхода, что позволило получить новые научные и практические результаты при разработке и создании сталей для производства нефтепромыслового оборудования;

изложены основные особенности коррозионно-механического разрушения каждого вида соединительных деталей нефтепромысловых трубопроводных систем и указаны места наиболее интенсивного развития разрушения;

раскрыты сходство и различие коррозионно-механического разрушения соединительных деталей и линейных участков нефтепромысловых трубопроводов;

изучены последовательность и особенности разрушения и формирования продуктов углекислотной коррозии в сталях с плотным слоем высокотемпературной окалины;

проведена модернизация существующих подходов в решении вопросов повышения работоспособности и надёжности соединительных деталей трубопроводов обеспечивающих получение новых результатов по теме диссертации.

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

разработана и внедрена технология термической обработки соединительных деталей трубопроводов повышенной прочности и коррозионной стойкости из сварной трубы-заготовки стали 05ХГБ. Сокращение цикла термообработки до режима: закалка с последующим средним отпуском и переход от цельнотянутой на сварную трубу-заготовку позволили на 25% уменьшить себестоимость производства, по разработанной технологии изготовлена промышленная партия отводов, которая безаварийно эксплуатируется более трёх лет на месторождениях ООО «Газпром Нефть» в Западной Сибири;

определены состав и структурное состояние стали, обеспечивающие высокую работоспособность и надёжность соединительных деталей нефтепромысловых трубопроводов;

представлена методика исследования состава и строения продуктов коррозии, по трём характерным продольным и одному поперечному сечению, которая позволяет получить более полную и системную информацию о развитии коррозионного разрушения и формировании продуктов коррозии.

Оценка достоверности результатов исследований выявила:

для экспериментальных работ результаты получены на сертифицированном оборудовании с использованием аттестованных методов и методик, с применением современного программного обеспечения;

теория построена на известных данных развития процесса коррозионно-механического разрушения нефтепромысловых трубопроводных систем и согласуется с опубликованными данными по теме диссертации;

идея базируется на методике выбора химического состава и формировании методами термической обработки структурного состояния стали, обеспечивающего наиболее высокое сопротивление механическому и коррозионному разрушению;

использовано сочетание методик ускоренных лабораторных испытаний и длительных промысловых испытаний для апробации разработанной технологии;

установлено качественное и количественное совпадение авторских результатов с результатами длительной и безаварийной эксплуатации в месторождениях Западной Сибири промышленной партии отводов, изготовленной по разработанной технологии.

Личный вклад соискателя состоит в постановке целей и задач, определяющих научную новизну и практическую значимость работы; участии на всех этапах процесса исследования и разработки технологии получения соединительных деталей трубопрово-

