

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА 04.2.005.02,  
СОЗДАННОГО НА БАЗЕ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО  
БЮДЖЕТНОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО  
ОБРАЗОВАНИЯ «ИВАНОВСКАЯ ПОЖАРНО-СПАСАТЕЛЬНАЯ  
АКАДЕМИЯ ГОСУДАРСТВЕННОЙ ПРОТИВОПОЖАРНОЙ СЛУЖБЫ  
МИНИСТЕРСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ ПО ДЕЛАМ  
ГРАЖДАНСКОЙ ОБОРОНЫ, ЧРЕЗВЫЧАЙНЫМ СИТУАЦИЯМ И  
ЛИКВИДАЦИИ ПОСЛЕДСТВИЙ СТИХИЙНЫХ БЕДСТВИЙ»,  
МЧС РОССИИ, ПО ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ  
КАНДИДАТА НАУК

аттестационное дело № \_\_\_\_\_

решение диссертационного совета от 14 декабря 2023 года № 4

О присуждении Митрофанову Артуру Сергеевичу, гражданину Российской Федерации, ученой степени кандидата технических наук.

Диссертация «Защита резервуаров для хранения нефти от образования пиррофорных отложений с использованием композитных материалов» на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.10.1. Пожарная безопасность (технические науки) принята к защите 12 октября 2023 года, протокол заседания № 3, диссертационным советом 04.2.005.02, созданным на базе Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Ивановская пожарно-спасательная академия Государственной противопожарной службы Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий», МЧС России, 153040, г. Иваново, пр-т Строителей, д. 33, созданным Приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 23.05.2023 № 1103/НК.

Соискатель Митрофанов Артур Сергеевич, 10 августа 1992 года рождения, в 2015 году окончил Ивановскую пожарно-спасательную академию ГПС МЧС России по специальности 280104.65 «Пожарная безопасность» с присвоением квалификации «Инженер».

В период подготовки диссертации с октября 2020 года по сентябрь 2023 года обучался в очной адъюнктуре Ивановской пожарно-спасательной академии ГПС МЧС России. Выдан диплом об окончании адъюнктуры от 28 августа 2023 года. Присвоена квалификация «Исследователь. Преподаватель-исследователь». С 28 сентября 2023 года Митрофанов Артур Сергеевич работает преподавателем кафедры пожарной безопасности объектов защиты (в составе учебно-научного комплекса «Государственный надзор») Ивановской пожарно-спасательной академии ГПС МЧС России.

Диссертация выполнена на кафедре пожарной безопасности объектов защиты (в составе учебно-научного комплекса «Государственный надзор») федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Ивановская пожарно-спасательная академия Государственной противопожарной службы Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий», МЧС России.

Научный руководитель – доктор химических наук, профессор Сырбу Светлана Александровна, федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Ивановская пожарно-спасательная академия Государственной противопожарной службы Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий», кафедра естественнонаучных дисциплин, заведующий.

Официальные оппоненты:

- Перфилов Владимир Александрович – доктор технических наук, профессор, федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Волгоградский государственный технический университет», кафедра «Нефтегазовые сооружения», заведующий;

- Хафизов Ильдар Фанилевич – доктор технических наук, доцент, федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение

высшего образования «Уфимский государственный нефтяной технический университет», кафедра «Пожарная и промышленная безопасность, профессор, дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация: федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Тюменский индустриальный университет», г. Тюмень, в своем положительном отзыве, подписанном Сивковым Юрием Викторовичем, кандидатом биологических наук, доцентом, заведующим кафедрой техносферной безопасности и Пермяковым Владимиром Николаевичем, доктором технических наук, профессором, профессором кафедры техносферной безопасности, указала, что диссертация Митрофанова А.С. «Защита резервуаров для хранения нефти от образования пирофорных отложений с использованием композитных материалов» является научно-квалификационной работой, выполненной по актуальной теме, связанной с защитой технологического оборудования для хранения нефти от пожаров, возникающих по причине образования пирофорных отложений. Диссертация соответствует паспорту специальности 2.10.1. Пожарная безопасность (технические науки), а именно: пункту 6 – «Исследование и разработка средств, методов и алгоритмов обеспечения пожаровзрывобезопасности технологических процессов и регламентных работ на стадии эксплуатации объектов защиты» и отвечает требованиям п. 9-11, 13, 14 Положения о присуждении ученых степеней, утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 года № 842 (с изменениями и дополнениями), предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор, Митрофанов Артур Сергеевич, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.10.1. Пожарная безопасность (технические науки).

Соискатель имеет 9 опубликованных работ по теме диссертации, из них в рецензируемых научных изданиях опубликовано 3 работы.

Наиболее значимые работы по теме диссертации:

1. Митрофанов А.С. О результатах лабораторных испытаний некоторых механических свойств покрытий, применяющихся для защиты технологического оборудования от сероводородной коррозии / А.С. Митрофанов, С.А. Сырбу, Д.А. Ульев // Современные проблемы гражданской защиты. – 2022. – Вып. 2(43). – С. 85–90;

2. Митрофанов А.С. Влияние матрицы на адгезионные свойства композитных покрытий для защиты технологического оборудования для хранения нефти и нефтепродуктов от образования пиррофорных отложений / А.С. Митрофанов, С.А. Сырбу, А.Г. Азовцев // Современные проблемы гражданской защиты. – 2022. – Вып. 4(45). – С. 93–98;

3. Митрофанов А.С. Разработка технологии нанесения композитных покрытий, препятствующих образованию пиррофорных отложений на внутренних поверхностях технологического оборудования для хранения нефти / А.С. Митрофанов, С.А. Сырбу // Современные проблемы гражданской защиты. – 2023. – Вып. 2(47). – С. 93–98;

4. Митрофанов А.С. Исследование скорости коррозии стали марки СтЗсп в паровоздушной среде высокосернистой нефти. – Текст: непосредственный / А.С. Митрофанов, С.А. Сырбу // Актуальные проблемы обеспечения пожарной безопасности и защиты от чрезвычайных ситуаций: сборник материалов V Всероссийской научно-практической конференции, 21 апреля 2023 г. – Красноярск : Сибирская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России, 2023 – С. 58–61;

Основные результаты работы докладывались и обсуждались на научных мероприятиях различного уровня.

В диссертационной работе отсутствуют недостоверные сведения об опубликованных соискателем ученой степени работах и не имеется результатов научных работ, выполненных Митрофановым А.С. в соавторстве без ссылок на соавторов.

На диссертацию и автореферат поступили отзывы:

1. От главного научного сотрудника 4 научно-исследовательского центра ФГБУ ВНИИ ГОЧС (ФЦ), доктора технических наук Кузнецова Максима Валерьевича. Отзыв положительный. Вопросы и замечания:

1.1. Почему для экспериментальных и теоретических исследований в рамках диссертационной работы была выбрана именно марка среднепрочной стали Ст3сп? Ведь в общей сложности в настоящее время для целей производства нефтегазовых резервуаров используется около 15 конструкционных низкоуглеродистых и низколегированных сталей, например 09Г2С, ВСт3сп и др.

1.2. Из содержания автореферата следует, что автором был проведен большой объем экспериментальных и теоретических исследований, имеющих важное практическое значение. Как представляется, дополнительную яркость и ценность полученным результатам придала бы их практическая реализация на одном из реальных объектов нефтегазового комплекса Российской Федерации. Сведений об этом в автореферате нет, хотя, возможно, это станет предметом дальнейших научных и практических изысканий автора.

2. От начальника отдела ООС, ПБ, ГО и ЧС ООО «Институт прикладных исследований газовой промышленности», кандидата технических наук, Мартыновича Владимира Леонидовича. Отзыв положительный. Вопросы и замечания:

2.1. В соответствии с какой методикой осуществляется визуальная экспресс-оценка стойкости покрытий к воздействию агрессивной среды?

2.2. Будет ли изменяться технология нанесения антикоррозионного покрытия для стенок РВС объемом 10 000м<sup>3</sup> и более?

3. От заведующего кафедрой химических технологий ФГБОУ ВО «Череповецкий государственный университет», кандидата технических наук, доцента Аксенчика Константина Васильевича. Отзыв положительный. Вопросы и замечания:

3.1. На стр. 6 указано «...подана заявка на получение патента на изобретение», однако никаких сведений о данной заявке не представлено.

Исходя из этого возникает вопрос, на какое изобретение подана заявка и на какой стадии процесс в данный момент времени находится?

3.2. В тексте автореферата отсутствует информация об исследованиях по изменению внешнего вида покрытий при увеличении времени экспонирования образцов. Проводились ли такие исследования?

4. От заведующего кафедрой общей химической технологии ФГБОУ ВО «Ивановский государственный химико-технологический университет», доктора химических наук Усачевой Татьяны Рудольфовны. Отзыв положительный. Вопросы и замечания:

4.1. Почему концентрация сероводорода в лабораторной установке доводилась до 2 об. %? Вероятность образования  $H_2S$  с такой высокой концентрацией в паровоздушном пространстве резервуара маловероятна.

4.2. Из каких соображений образцы после экспонирования помещали в вакуумный пост на 90 суток?

5. От заведующего кафедрой техносферной безопасности ФГБОУ ВО «Костромской государственный университет», кандидата технических наук, доцента Лустгартен Татьяны Юрьевны. Отзыв положительный. Вопросы и замечания:

5.1. В работе заявлено, что предлагаемые защитные покрытия позволяют снизить скорость коррозии стали СтЗсп в паровоздушной среде нефти при содержании сероводорода 2 об.% от 26 до 70 раз, однако в автореферате не указано, какой из 8 составов позволил обеспечить максимальный эффект.

6. От доцента АНОО ВО «Воронежский институт высоких технологий, кандидата технических наук Мальцева Александра Владимировича. Отзыв положительный. Вопросы и замечания:

6.1. На основании каких критериев при оценке устойчивости разработанных покрытий к температурным перепадам автор принимает мощность теплового потока равную  $200 \text{ Вт/м}^2$  и моделирует нагрев в течение 14400 с? Целесообразно было бы оценивать и сезонное изменение

температуры, так как из работы непонятно, как поведут себя разработанные покрытия при отрицательных температурах.

7. От заместителя начальника кафедры и доцента кафедры пожарной безопасности технологических процессов и производств (в составе Учебно-научного комплекса обеспечения пожарной безопасности объектов и населенных пунктов), ФГБОУ ВО «Уральский институт ГПС МЧС России» кандидата технических наук, доцента Зыкова Павла Игоревича и кандидата технических наук, доцента Штебы Татьяны Валерьевны соответственно. Отзыв положительный. Вопросы и замечания:

7.1. Автором работы никак не обосновывается применение в качестве одного из наполнителей активированного древесного угля марки БАУ-А. Является ли использование данного адсорбента, применяемого обычно в ликероводочном производстве и для адсорбции из растворов и водных сред, принципиально необходимым для разработки заявленного композитного материала? Кроме того, как отмечает автор работы, при выборе композитного материала актуальным является не только эффективность применения, но и экономическая целесообразность. Так, например, существуют активированные угли, полученные на основе других материалов и более дешевые.

8. От первого заместителя руководителя Курчатовского комплекса химических исследований по научной работе НИЦ «Курчатовский институт», доктора технических наук, доцента Макаренкова Дмитрия Анатольевича. Отзыв положительный. Вопросы и замечания:

8.1. В качестве замечания хотелось бы отметить, что в автореферате недостаточно полно рассмотрено влияние наполнителей разработанных композитных материалов на снижение скорости коррозии.

9. От старшего преподавателя кафедры пожарной безопасности технологических процессов ФГБОУ ВО «Академия ГПС МЧС России», кандидата технических наук, Ширяева Евгения Викторовича. Отзыв положительный, вопросов и критических замечаний не содержит.

10. От профессора кафедры химии и материаловедения ФГБВОУ ВО «Академия гражданской защиты МЧС России», кандидата технических наук, Твердынина Николая Михайловича. Отзыв положительный. Вопросы и замечания:

10.1. Почему автор рассматривает коррозионный процесс на поверхности стали как равномерный, ведь профиль резервуаров для нефти и нефтепродуктов обычно достаточно сложен и имеет сварные швы, что на отдельных участках может приводить к повышению скорости протекания коррозионных процессов.

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается широкой известностью результатов их научных исследований в данной области науки, наличием публикаций в соответствующей тематике исследований, их способностью компетентно и объективно оценить результаты диссертационного исследования, его теоретическое и практическое значение, и составить заключение.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

разработаны составы и методики получения композиционных материалов с наполнителями, которые способны обеспечить адсорбционно-окислительную очистку паров нефти от серосодержащих соединений;

предложены рецептуры 8 композиционных материалов на основе полимочевины в качестве матрицы для защиты внутренней поверхности резервуаров для хранения нефти от образования пиррофорных отложений;

предложен способ нанесения разработанных композитных материалов на поверхность стали, что позволило получить равномерное распределение наполнителя в матрице и нивелировать его негативное влияние на адгезионные характеристики покрытий;

определены показатели устойчивости разработанных покрытий к нагрузкам, возникающим в результате перепадов температур в процессе эксплуатации резервуаров с учетом наличия дефектов соединения слоев, на



основе численного моделирования нестационарной теплопроводности;

доказано, что разработанные композиционные материалы имеют адгезию к поверхности стали в 9 – 10 раз превышающую адгезию композиционных материалов на основе полиакрила и полиуретана, при этом использование разработанных композитных покрытий позволяет снизить скорость коррозии стали СтЗсп в паровоздушном пространстве резервуара для хранения нефти при содержании сероводорода 2 об. % в 26 – 70 раз;

установлены зависимости скорости сероводородной коррозии стали СтЗсп от времени экспонирования в агрессивных условиях, определены интервалы роста скорости коррозии, максимальная скорость коррозии зафиксирована в первые 19 суток эксперимента.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:

разработаны научно обоснованные методики получения композиционных материалов, способных обеспечить как барьерную защиту внутренних стенок паровоздушного пространства РВС от сероводородной коррозии, так и окислительно-адсорбционную сероочистку паров нефти, а также способа нанесения защитного покрытия на внутренние стенки РВС;

впервые получены данные по зависимостям скорости сероводородной коррозии стали СтЗсп в паровоздушной среде нефти, отобранной из трубопровода сырой нефти АО «Танеко», от времени экспонирования при содержании сероводорода 2 об. %;

на основе численного моделирования нестационарной теплопроводности установлена устойчивость разработанных покрытий к нагрузкам, возникающим в результате перепадов температур в процессе эксплуатации резервуаров.

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

разработаны и внедрены методика получения наполнителей композиционных материалов, обладающих адсорбционно-окислительной способностью, рецептуры 8 композиционных составов для защиты внутренней

поверхности резервуаров от образования пиррофорных отложений, способ нанесения композитов на основе полимочевины на внутреннюю поверхность резервуаров для хранения нефти;

установлены зависимости скорости коррозии стали СтЗсп от времени экспонирования в паровоздушном пространстве резервуаров для хранения нефти;

представлены результаты расчетов по предложенной математической модели, доказывающие устойчивость разработанных покрытий к нагрузкам, возникающим в результате перепадов температур в процессе эксплуатации резервуаров с учетом наличия дефектов соединения слоев;

внедрены в деятельность ООО «ОКА-Пропан» (г. Нижний Новгород) результаты работы, которые учтены указанной организацией при планировании работ по антикоррозионной обработке технологического оборудования для хранения, транспортировки и переработки нефти и нефтепродуктов;

представлены решения по дальнейшему совершенствованию комплекса мероприятий, направленных на разработку способов защиты оборудования для хранения нефти и нефтепродуктов в условиях сероводородной коррозии, а также методов управления технологическим процессом хранения нефти и нефтепродуктов, позволяющих контролировать его безопасность, прогнозировать возможные техногенные опасности, риски возникновения чрезвычайных ситуаций от самовозгорания пиррофорных отложений, их динамику и последствия от них.

Оценка достоверности результатов исследования выявила:

для экспериментальных работ использовалось сертифицированное оборудование, корректность применения которого позволила обеспечить высокую точность результатов исследования, а именно: микроскоп JEOL JSM-6060LV фирмы «JEOL Ltd» (Япония) для определения характеристик используемого диоксида титана, активированного угля и шунгита, а также полученных наполнителей композиционных материалов; рентгеновский

дифрактометр XRD 6000 фирмы «Shimadzu Corporation» (Япония) для определения кристаллической модификации диоксида титана; система энергодисперсионной рентгеновской спектроскопии (EDS Thermo Fisher Scientific) для сканирующего электронного микроскопа Quattro S для анализа элементного состава пленок разработанных композитов до и после экспонирования образцов в лабораторной установке; адгезиметр ОНИКС-1.АП для определения адгезионных характеристик разработанных защитных составов и их изменения в процессе увеличения времени экспонирования в агрессивных условиях, имитирующих условия паровоздушного пространства резервуаров для хранения нефти;

основные положения работы основываются на обобщении опыта изучения пожарной опасности объектов нефтегазовой отрасли промышленности и анализе практики защиты технологического оборудования для хранения нефти от образования пирофорных отложений;

использованы методы статистической обработки результатов экспериментальных исследований, а также численно реализованы методы математического моделирования процессов теплопроводности с использованием современного программного обеспечения;

установлено соответствие результатов экспериментальных исследований, направленных на определение скорости коррозии стали СтЗсп в сероводородсодержащей среде, с известными данными, приведенными в работах авторитетных ученых, занимающихся схожей проблематикой в данной научной области.

Личный вклад соискателя состоит в выборе направления и методов исследования, получении, научном анализе, обобщении и интерпретации результатов эксперимента, разностороннем подходе к решению задач, поставленных для достижения цели исследования, заключающейся в предотвращении образования пирофорных отложений в результате коррозии стали в агрессивной сероводородной среде. Экспериментальные данные получены с использованием не только общепринятых методов исследования,

но и с помощью личных инженерно-технических решений, а именно удерживающего устройства, конструкция которого разработана автором для оптимизации проведения испытаний по определению адгезионных характеристик полученных композиционных материалов, что свидетельствует о высокой степени заинтересованности автора в достижении поставленных целей. При обосновании полученных результатов автор показал способность сопоставлять их с результатами других научных работ в данной области, опираясь на труды авторитетных отечественных и зарубежных исследователей.

Соискатель неоднократно лично принимал участие в апробации результатов исследования на научных мероприятиях различного уровня. В совместных публикациях автору принадлежат: постановка и формализация задач исследования; получение, анализ, обработка и интерпретация основных научных результатов, связанных с определением скорости коррозии стали марки СтЗсп в паровоздушной среде высокосернистой нефти; разработка методик получения наполнителей композиционных материалов, рецептур композитных покрытий, препятствующих образованию пиррофорных отложений на внутренних поверхностях технологического оборудования для хранения нефти, способ их нанесения, подбор матрицы композитных покрытий и определение степени ее влияния на их адгезионные свойства, а также изучение адсорбционно-окислительных свойств полученных материалов.

Высокая степень владения излагаемым материалом свидетельствует о самостоятельности автора при подготовке диссертационного исследования.

В ходе защиты диссертации не было высказано критических замечаний. Соискатель Митрофанов А.С. ответил на задаваемые ему в ходе заседания вопросы.

На заседании 14 декабря 2023 года диссертационный совет принял решение: за решение научных задач, имеющих существенное значение в нефтегазовой отрасли и направленных на получение композиционных

материалов с повышенными адгезионными и защитными свойствами на основе полимочевины, разработку методики получения наполнителей, обладающих адсорбционно-окислительной способностью по отношению к серосодержащим соединениям, вызывающим образование пиррофорных отложений на внутренней поверхности оборудования для хранения нефти, оптимизацию способа нанесения покрытий, а также на оценку устойчивости разработанных покрытий к нагрузкам, возникающим в результате перепадов температур в процессе эксплуатации резервуаров, что в конечном счете способствует обеспечению безопасных режимов эксплуатации оборудования для хранения нефти, присудить Митрофанову Артуру Сергеевичу ученую степень кандидата технических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 10 человек, из них 9 докторов наук по специальности 2.10.1. Пожарная безопасность (технические науки), участвовавших в заседании, из 12 человек, входящих в состав совета, проголосовали: за присуждение ученой степени – 10, против присуждения ученой степени – нет, недействительных бюллетеней – нет.

Председатель  
диссертационного совета



Наумов Александр Геннадьевич

Ученый секретарь  
диссертационного совета



Колбашов Михаил Александрович

«14» декабря 2023 года