

## **ОТЗЫВ**

официального оппонента, профессора кафедры пожарной и промышленной безопасности ФГБОУ ВО «Уфимский государственный нефтяной технический университет» доктора технических наук, доцента Хафизова Ильдара Фанилевича на диссертационную работу Митрофанова Артура Сергеевича «Защита резервуаров для хранения нефти от образования пирофорных отложений с использованием композитных материалов» на соискание учёной степени кандидата технических наук по специальности 2.10.1. Пожарная безопасность (технические науки)

### **Актуальность темы диссертационной работы**

Нефтегазовая отрасль промышленности включает в себя объекты защиты, которые относятся к категории взрывопожароопасных по причине обращения в технологических процессах горючих и легковоспламеняющихся жидкостей. Наличие серосодержащих соединений в нефти делает процессы ее хранения, переработки и транспортировки еще более пожароопасными, так как взаимодействие активных серосодержащих соединений (в том числе сероводорода) со стальными конструкциями технологического оборудования приводит к образованию пирофорных отложений. Указанные соединения склонны к самовоспламенению при окислении кислородом воздуха даже при нормальном режиме работы технологического оборудования.

Несмотря на то, что методы борьбы с сероводородной коррозией существуют и широко применяются на объектах нефтяного комплекса, пожары, причиной которых является самовозгорание пирофорных отложений, продолжают приносить колоссальный ущерб.

На основании изложенного считаю, что тема диссертационной работы, посвященная защите резервуаров для хранения нефти от образования пирофорных отложений, является актуальной.

### **Общая характеристика работы**

Диссертационная работа построена традиционно и включает в себя введение, литературный обзор, методологическую часть, обсуждение результатов исследования, заключение, список литературы из 129 источников, 50 рисунков, 10 таблиц и 3 приложения. Полный объем диссертации составляет 135 страниц. В списке литературы содержатся ссылки на публикации автора.

Автореферат соответствует содержанию диссертации. Работа оформлена в соответствии с требованиями ГОСТ Р 7.0.11-2011, написана в научном стиле, с соблюдением правил стилистики, орфографии и пунктуации.

Во введении обозначена актуальность исследования, сформулированы цель и задачи работы, приведены степень разработанности темы исследования, научная новизна, теоретическая и практическая значимость. Изложены положения, выносимые на защиту. Представлены источники апробации результатов работы, методология и методы исследования, степень достоверности полученных результатов и выводов.

В первой главе диссертации проведен анализ исследований в области образования пирофорных отложений и их самовозгорания в нефтегазовой отрасли. Приведена общая характеристика пожароопасных свойств нефти, оборудования предназначенного для ее хранения. Рассмотрены различные виды коррозии металлов, а также приведены причины образования пирофорных отложений и показана связь их образования с протеканием процессов сероводородной коррозии. Рассмотрены некоторые способы защиты технологического оборудования от негативных последствий указанного процесса.

В результате анализа литературных источников сделаны выводы об актуальности разработки новых композитных материалов, обладающих высокими эксплуатационными и защитными свойствами.

Во второй главе приведено описание объектов исследования, методов и методик, применяемых в рамках выполнения диссертационной работы. Представлено описание лабораторной установки, методик определения скорости коррозии, синтеза использовавшихся в композитных составах наполнителей. Описаны методики оценки защитных свойств разработанных покрытий и их эксплуатационных характеристик. Предложена технология нанесения разработанных композитных составов на поверхность стали. Описана методика исследования пленок композитных материалов до и после экспонирования в лабораторной установке.

Третья глава посвящена обсуждению результатов исследования. Представлены зависимости изменения скорости коррозии стали от времени экспонирования в агрессивных условиях, имитирующих паровоздушное пространство резервуаров для хранения высокосернистых нефтей. Приведены составы защитных покрытий, предложена технология их нанесения, обеспечивающая равномерность распределения наполнителя в слое. Научно обоснован механизм действия композитов с использованием наполнителя, обладающего адсорбционно-окислительным эффектом.

С помощью методов математического моделирования произведена оценка устойчивости покрытий к перепадам температур, что в определенных условиях может служить основой для математического прогнозирования сроков эксплуатации систем покрытий.

В заключении сформулированы полученные в процессе диссертационного исследования научные и практические результаты.

В приложении представлен большой объем данных, полученных в результате гравиметрических испытаний, акт внедрения результатов исследования в практическую деятельность, а также копия свидетельства о государственной регистрации программы для ЭВМ.

**Научная новизна** работы заключается в следующем:

1. Впервые получены зависимости скорости сероводородной коррозии стали СтЗсп от времени экспонирования в паровоздушной среде нефти, при содержании сероводорода 2 об. %.

2. Получены наполнители композитных материалов, способные обеспечить не только барьерную защиту, но и окислительно-адсорбционную сероочистку паров нефти.

3. Разработаны 8 защитных композиционных материалов на основе полимочевины, способных снизить скорость коррозии стали СтЗсп в паровоздушной среде нефти при содержании сероводорода 2 об. % от 26 до 70 раз.

4. Предложена оптимальная технология нанесения разработанных составов, позволяющая получить равномерность распределения наполнителя в матрице и необходимую толщину покрытия, а также нивелировать негативное влияние наполнителя на адгезионные характеристики составов.

5. Произведено математическое моделирование устойчивости разработанных покрытий к нагрузкам, возникающим в результате перепадов температур в процессе эксплуатации резервуаров с учетом наличия дефектов соединения слоев.

Основные результаты работы опубликованы в 10 работах, из них 3 статьи в рецензируемых научных изданиях из перечня ВАК РФ по соответствующей научной специальности.

#### **Степень обоснованности научных положений и выводов**

Обоснованность полученных в ходе выполнения диссертационной работы научных положений подтверждается анализом достижений и теоретических положений других авторов, занимающихся вопросами защиты оборудования для хранения нефти и нефтепродуктов от образования пиррофорных отложений. Выводы, сформулированные в диссертации, не только прошли обсуждение в научном сообществе в рамках различных конференций, но и проверены в производственных условиях, что подтверждается актом внедрения результатов диссертационной работы в практическую деятельность. В целом обоснованность научных положений и выводов сомнений не вызывает.

### **Вклад автора и достоверность результатов исследования**

В диссертационной работе проведено достаточное количество экспериментальных исследований, применены современные средства измерения и современные методы обработки результатов.

Экспериментальные данные получены с использованием не только общепринятых методов исследования, но и с помощью личных инженерно-технических решений, что свидетельствует о высокой степени заинтересованности соискателя в достижении поставленных целей. Автором работы показана способность сопоставлять полученные результаты с результатами других научных работ в этой области.

### **Замечания и предложения по диссертационной работе:**

1. На рисунке 3.13 (с. 83) приведена зависимость скорости коррозии образцов стали, покрытых разработанными композиционными материалами, от времени экспонирования. При обсуждении полученных экспериментальных данных автор объясняет причину возникновения максимумов на указанных зависимостях, однако они обнаруживают еще одну особенность, связанную с увеличением скорости коррозии после 1500 часов проведения эксперимента. Чем может быть обусловлен указанный экспериментальный факт?

2. В тексте диссертации рассмотрен процесс равномерной коррозии стали СтЗсп. Исследовал ли автор другие возможные виды коррозии, например такие как, межкристаллитная, межслоевая и растрескивающаяся?

3. В тексте диссертации время проведения лабораторного эксперимента приведено в разных единицах измерения (сутках и часах), что затрудняет восприятие обсуждаемого материала.

4. Из рисунка 3.8 (с. 78) видно, что после ультразвуковой обработки частицы диоксида титана проникли в поры активированного угля. Определить аналогичное проникновение частиц окислителя в поры шунгита по изображению на рисунке 3.11 не представляется возможным. На основании чего соискатель делает вывод об адсорбционной способности шунгита по отношению к диоксиду титана?

Указанные вопросы и замечания не снижают важности выполненной диссертационной работы и ценности полученных результатов.

### **Заключение о соответствии диссертации установленным критериям**

Актуальность выполненных исследований, научная новизна, практическая значимость полученных результатов дают основание считать, что диссертация Митрофанова Артура Сергеевича «Защита резервуаров для

хранения нефти от образования пирофорных отложений с использованием композитных материалов» на соискание учёной степени кандидата технических наук по специальности 2.10.1. Пожарная безопасность является законченной научно-квалификационной работой, в которой содержится решение научной задачи, имеющей существенное значение для обеспечения пожарной безопасности на объектах нефтегазовой отрасли.

Диссертация и полученные научные результаты соответствуют пункту 6 паспорта специальности 2.10.1 Пожарная безопасность, и отвечают критериям п.п. 9-11, 13, 14 Положения о присуждении ученых степеней, утвержденного Постановлением Правительства Российской Федерации №842 от 24 сентября 2013 г., предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата наук.

Автор диссертации, Митрофанов Артур Сергеевич, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.10.1. Пожарная безопасность.

Профессор кафедры пожарной и  
промышленной безопасности  
ФГБОУ ВО «Уфимский государственный  
нефтяной технический университет»  
доктор технических наук по специальности  
05.02.13 – Машины, агрегаты и процессы  
(нефтегазовая отрасль), доцент

Хафизов  
Ильдар  
Фанилевич

«17» 11 2023 года

Подпись Хафизова Ильдара  
Начальник отдела по работе  
ФГБОУ ВО «УГНТУ»

Дадаян О.А.