

ОТЗЫВ

официального оппонента, профессора кафедры пожарной безопасности технологических процессов Академии ГПС МЧС России, доктора технических наук, профессора Назарова Владимира Петровича на диссертационную работу Азовцева Александра Григорьевича «Защита оборудования для хранения прямогонного бензина и топочного мазута в условиях сероводородной коррозии» на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности

2.6.18. Охрана труда, пожарная и промышленная безопасность

Актуальность темы диссертационной работы

Статистика и примеры характерных пожаров на объектах нефтегазового комплекса свидетельствуют о наличии причин пожаров, связанных с использованием в технологии сернистых нефтей и нефтепродуктов

Наличие сероводорода и других сернистых соединений в хранимых жидкостях способствует возникновению сероводородной коррозии, в результате которой на внутренней поверхности резервуаров могут образоваться пирофорные отложения – горючие вещества, которые при температуре окружающей среды и атмосферном давлении способны к самовозгоранию в результате химического взаимодействия с кислородом воздуха.

В связи с этим тема диссертационной работы, посвященной разработке способов защиты оборудования для хранения прямогонного бензина и топочного мазута, является актуальной.

Общая характеристика работы

Диссертационная работа построена традиционно и включает введение, три главы, заключение, список литературы из 135 наименований, 46 рисунков, 29 таблиц, 3 приложения. Полный объем диссертации составляет 149 страниц. В диссертации имеются ссылки на публикации автора. Автореферат соответствует содержанию диссертации. Работа оформлена в

соответствии с требованиями ГОСТ Р 7.0.11-2011, написана научным языком, с соблюдением правил стилистики.

Во введении приведена 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 пиррофорных отложений и их самовозгорания в нефтегазовой отрасли. В результате анализа сделаны выводы о пожарной опасности пиррофорных отложений, эффективности применяемых способов защиты от образования пиррофорных отложений. На основе проведенного анализа и изученных литературных источников сформулированы цель и задачи исследования. Следует отметить неординарность анализа литературных источников. Например, наличие влаги в паровоздушной среде приводит к повышению опасности, а не наоборот, что ставит под сомнение целесообразность традиционного способа - пропаривания резервуаров.

Во *второй главе* рассмотрены методика и техника эксперимента, приведены сведения о лабораторной установке, в которой моделируются условия паровоздушной среды резервуаров для хранения исследуемых нефтепродуктов, обоснован выбор объектов исследования. Указаны используемые в работе методы исследования самонагрева пиррофорных отложений, элементного состава продуктов коррозии, скорости коррозии при экспонировании образцов в лабораторной установке, состава и структуры продуктов коррозии. Также приводятся методики подготовки образцов для исследования скорости сероводородной коррозии и их покрытия композитными составами. Кроме того, даются методики оценки адгезионных свойств защитных покрытий. Приведенные методы исследования в полной мере позволяют решить поставленные в диссертационной работе задачи.

В *третьей главе* представлены экспериментальные исследования процесса самонагрева пирофорных отложений, зависимости скорости коррозии образцов стали в паровоздушной среде прямогонного бензина и топочного мазута от времени их экспонирования при различной концентрации сероводорода. На основе дифференциальных уравнений теплопроводности разработаны численно-аналитическая и численная математические модели нагрева пирофорных отложений. Приведены данные о проверке адекватности разработанных моделей применительно к экспериментальным данным самонагревания пирофорных отложений при их различной толщине.

Показано увеличение скорости коррозии при длительном содержании образцов стали в паровоздушной среде прямогонного бензина и топочного мазута при концентрации сероводорода от 0,02 до 0,5 % об. Приведены исследования, подтверждающие образование сульфидов железа с макинавитовой структурой. Представлены разработанные композитные составы и результаты исследования их защитных свойств, оценена адгезия разработанных композитных покрытий к поверхности стальных образцов. В результате испытаний скорости коррозии стальных образцов при обработке их поверхности защитными покрытиями было установлено, что добавление диоксида кремния в композиции на основе акриловых эмульсий снижает защитные свойства покрытий. Наибольшая защитная способность выявлена у композитных материалов на основе полиуретановой смолы с добавлением в качестве наполнителя диоксида титана. Одним из спорных и одновременно интересных подходов автора работы является объединение в исследованиях нефтепродуктов с резко отличающимися давлением насыщенного пара (прямогонного бензина и топочного мазута), что требует более детального изучения в рамках дальнейшего продолжения разработки научного направления.

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

В *приложении* приводятся результаты исследования самонагрева пиррофорных отложений при их различной толщине, скорости сероводородной коррозии в паровоздушной среде резервуаров вертикальных стальных с топочным мазутом и прямогонным бензином, адгезионных и защитных свойств разработанных композитных материалов, а также свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ, патент на изобретение и акт внедрения результатов диссертационной работы.

Научная новизна положений, выносимых на защиту, заключается – в разработке математической модели нагрева слоя пиррофорных отложений при их окислении, позволяющей рассчитывать температуру в слое пиррофорных отложений с течением времени, а также определять время достижения температуры самовозгорания при заданной толщине пиррофорных отложений;

– в определении данных о процессах нагрева пиррофорных отложений с различной толщиной слоя на поверхности образцов стали марки «Сталь 3»;

– в определении экспериментальных зависимостей скорости образования пиррофорных соединений на поверхности образцов стали марки «Сталь 3» в паровоздушной среде прямогонного бензина и топочного мазута от времени экспонирования при различных концентрациях сероводорода;

– в разработке композитных покрытий для защиты внутренней поверхности резервуаров вертикальных стальных для хранения бензина прямогонного и топочного мазута от образования пиррофорных отложений.

Основные результаты работы опубликованы в 14 работах, из них 3 статьи в рецензируемых научных изданиях из перечня ВАК РФ по соответствующей научной специальности.

Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации

Обоснованность полученных в ходе выполнения диссертационной работы научных положений подтверждается анализом достижений и теоретических положений других авторов по вопросам защиты оборудования

для хранения нефти и нефтепродуктов от образования пиррофорных отложений. Предложенная автором математическая модель учитывает толщину слоя пиррофорных отложений и небольшой коэффициент теплопроводности. Подбор наполнителей в композитных защитных покрытиях обоснован их свойствами. Выводы и рекомендации, сформулированные в диссертации, проверены в производственных условиях. Это подтверждает обоснованность научных положений, выводов и рекомендаций.

Достоверность и новизна научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации, подтверждается применением фундаментальных законов и уравнений теплопроводности. Математическая формализация тепловых процессов окисления пиррофорных отложений корректна. При решении данных уравнений были применены апробированные численные методы, при этом результаты моделирования хорошо согласуются с экспериментальными данными. В диссертационной работе проведено достаточное количество экспериментальных исследований, применены современные средства измерения и современные методы обработки полученных данных.

Практическая ценность результатов работы состоит в использовании полученных результатов теоретических и экспериментальных исследований скорости равномерной коррозии при различной концентрации сероводорода в практической деятельности АО «Белкамнефть» при установлении сроков периодической очистки резервуаров для хранения нефти и нефтепродуктов, а также в учебном процессе Ивановской пожарно-спасательной академии ГПС МЧС России.

Замечания по диссертационной работе.

1. Название первой главы диссертации: «Анализ исследований в области образования пиррофорных отложений и их самовозгорания в нефтегазовой отрасли» не отражает содержания раздела 1.4, в котором

рассматриваются способы защиты резервуаров вертикальных стальных от образования указанных отложений.

2. При моделировании процесса нагрева и теплопереноса пирофорных отложений (раздел 3.2, с. 60) автор утверждает, что число Фурье «показывает преобразование периода изменения температуры и темпа перестройки температурного поля внутри тела». Число Фурье связывает времена различных эффектов.

3. На с. 55 автор утверждает, что «средний размер частиц продуктов коррозии составил 3,24 мкм», однако в диссертационной работе методика оценки среднего размера частиц продуктов коррозии не приводится.

4. На рис. 3.16 представлены результаты численного моделирования изменения температуры в слое пирофорных отложений от времени нагрева при толщине слоя соответственно 2, 5 и 7 мм. А проверку адекватности модели автор почему-то делает для толщины слоя 4, 7 и 10 мм, приводя на рис. 3.17 – 3.19 соответствующие зависимости изменения температуры в слое пирофорных отложений, полученные на основании расчетных и экспериментальных данных.

5. В работе автор к сожалению не привел статистику и (или) факты пожаров на резервуарах из под сернистых нефтепродуктов, хотя они имеют место быть на практике.

6. В диссертации автор не сформулировал особенности и специфику возникновения пожаров на резервуарах из под прямогонного бензина и топочного мазута в условиях сероводородной коррозии.

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 Азовцева Александра Григорьевича на тему: «Защита

оборудования для хранения прямогонного бензина и топочного мазута в условиях сероводородной коррозии» 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 пунктам 2 и 6 паспорта специальности 2.6.18. Охрана труда, пожарная и промышленная 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, Азовцев Александр Григорьевич, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.6.18. Охрана труда, пожарная и промышленная безопасность.

Официальный оппонент:

Профессор кафедры пожарной безопасности технологических процессов (в составе учебно-научного комплекса пожарной безопасности объектов защиты)

Академии ГПС МЧС России,

доктор технических наук, профессор

«30» августа 2022

В.П. Назаров



ЧАЛЬНИК ОТДЕЛА КАДРОВ
ПРОВНИК В.Н. СЛ.

Личную подпись Назарова Владимира Петровича заверяю

И. А. КАЗАРИНОВА

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Академия Государственной противопожарной службы Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий» (Академия ГПС МЧС России)

129366, Москва ул. Бориса Галушкина, 4. E-mail: nazarovvp@bk.ru. Тел.: 8(903)570-48-26