

УТВЕРЖДАЮ

Начальник Санкт-Петербургского
университета ГПС МЧС России
доктор технических наук, доцент
Б.В. Гавкалюк

05 ноября 2024 г.

ОТЗЫВ ВЕДУЩЕЙ ОРГАНИЗАЦИИ

Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения
высшего образования «Санкт-Петербургский университет Государственный
противопожарной службы Министерства Российской Федерации по делам
гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий
стихийных бедствий имени Героя Российской Федерации
генерала армии Е.Н. Зиничева»

(ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России»)
на диссертационную работу Егорова Андрея Николаевича «Устойчивость
защитной стенки к воздействию пламени пожара в резервуаре типа «стакан в
стакане»», представленную на соискание ученой степени кандидата
технических наук по специальности 2.10.1. Пожарная безопасность
(технические науки)

Актуальность работы

Современным направлением по обеспечению пожарной безопасности
нефтяных резервуаров является применение защитной стенки, которая
предназначена для предотвращения растекания нефти или нефтепродукта за
пределы резервуара в случае аварийного разрушения основного резервуара, при
этом она может рассматриваться как компенсирующее мероприятие, позволяющее
снижать противопожарные расстояния в резервуарных парках.

Однако, в результате проведенного анализа нормативно-технических
документов по пожарной и промышленной безопасности соискателем установлено,
что в настоящее время отсутствуют научно обоснованные данные о
закономерностях развития пожара в резервуаре с защитной стенкой типа «стакан в
стакане», отсутствуют нормативные требования к устойчивости защитной стенки
при пожаре, необходимо проведение расчётных обоснований для проектирования

вх № 6/66 от 14.11.2024

систем противопожарной защиты, размещаемых на защитной стенке.

Таким образом, цель и задачи, поставленные в диссертации, имеют научную и практическую значимость, направленную на обеспечение пожарной безопасности объектов нефтяной отрасли.

Проведение экспериментально-теоретических исследований, направленных на изучение теплового состояния корпуса защитной стенки резервуара типа «стакан в стакане» обуславливает актуальность выбранного автором исследования.

Структура и содержание работы

Диссертационная работа состоит из введения, четырех глав, заключения, списка литературы и приложения. Содержание работы изложено на 129 страницах машинописного текста, включает в себя 9 таблиц, 43 рисунка. Содержание работы имеет классическую структуру, включающую в себя все основные разделы теоретического и экспериментального исследования.

Во введении обоснована актуальность темы диссертации и степень ее разработанности, сформулированы цель, задачи, объект и предмет исследования, показана научная новизна работы, ее теоретическая и практическая значимость, представлены методология и методы исследования, приведены положения, выносимые на защиту, а также степень достоверности и апробация результатов.

В первой главе автор привел результаты анализа состояния вопроса по теме работы. Было установлено, что в условиях существующей нормативной базы по пожарной и промышленной безопасности возникла необходимость экспериментально-теоретического исследования по оценке устойчивости защитной стенки при экстремальных тепловых воздействиях пожара. Сделаны выводы об актуальности проведения исследований, направленных на обеспечение пожарной безопасности защитной стенки резервуара.

Во второй главе приведены постановка задачи, обзор современных программных продуктов, позволяющих проводить численное моделирование физических процессов и выбор существующих методов численного моделирования. Также построена математическая модель резервуара типа «стакан в стакане» с геометрическими и теплофизическими параметрами, подобными натурному резервуару номинальным объемом 700 м³. Результаты численного расчета математической модели представлены в виде графической интерпретации температурных полей модели резервуара при пожаре в условиях влияния различных скоростей ветра.

Разработанная конечно-элементная модель позволяет определять распределение температурных полей по всей высоте основного резервуара и защитной стенки резервуара типа «стакан в стакане» при пожаре в основном резервуаре.

В третьей главе представлены разработанный экспериментальный стенд, описание измерительных приборов, методика проведения огневых испытаний, результаты экспериментального исследования и их обсуждение.

В результате экспериментов получены данные по распределению температуры на защитной стенке, которые позволили получить тепловые характеристики и описать тепловое состояние системы «основной резервуар – нефтепродукт – защитная стенка».

С помощью статистической обработки результатов испытаний получены эмпирические зависимости для прогнозирования температуры нагрева защитной стенки аналитическим расчётом. Сравнив, полученные в экспериментах, данные с результатами математического моделирования автором работы сделан вывод об адекватности разработанной математической модели.

В четвертой главе представлены результаты апробации применения разработанной математической модели по определению температурных полей защитной стенки резервуара типа «стакан в стакане» для прогнозирования её устойчивости при пожаре в основном резервуаре.

Проведено комплексное численное решение на основе разработанной математической модели для резервуаров, имеющих натуральные размеры. Результаты расчёта визуализированы в виде изополей, позволяющих понять распределение температурных полей и полей возникающих напряжений, что позволяет моделировать устойчивость защитной стенки.

Заключение диссертации содержит констатацию основных научных и практических результатов работы.

В приложении представлены акты внедрения результатов диссертационной работы

Научная новизна работы заключается в следующем:

1. Предложена и обоснована математическая модель для расчёта температурного поля ЗС резервуара типа «стакан в стакане» при воздействии тепловых нагрузок, возникающих при пожаре в основном резервуаре.
2. Получены результаты численного решения математической модели по определению температурного поля защитной стенки резервуара с защитной стенкой, позволяющие прогнозировать время потери её устойчивости.
3. Разработаны физическая модель резервуара в масштабе 1:7 к натурному резервуару типа «стакан в стакане» номинальным объемом 700 м^3 и методика огневых испытаний, в результате проведения которых получены поля распределения тепловых нагрузок на защитной стенке, возникающих при пожаре в основном резервуаре.
4. Показана удовлетворительная сходимость результатов численного

моделирования с данными огневых испытаний, что позволило сделать вывод об адекватности предложенной математической модели и возможности её использования для обеспечения пожарной безопасности резервуара типа «стакан в стакане».

Значимость результатов для развития отрасли наук и техники

Значимость результатов для развития отрасли науки и техники обусловлена возможностью их использования при разработке комплекса мер по противопожарной защите резервуаров с защитной стенкой типа «стакан в стакане», а также планирование действий пожарных подразделений в случае пожара светлых нефтепродуктов.

Рекомендации по использованию результатов работы

Результаты исследований рекомендуется использовать при разработке нормативных документов по пожарной безопасности объектов хранения нефтепродуктов в резервуарах типа «стакан в стакане», в научно-исследовательских работах и в учебном процессе образовательных учреждений.

Степень обоснованности и достоверности выводов и рекомендаций подтверждается: использованием современного валидированного и верифицированного программного комплекса COMSOL Multiphysics при проведении численного моделирования; соблюдением условий подобия при разработке физической модели резервуара типа «стакан в стакане»; использованием при проведении экспериментальных исследований реальных условий воздействия углеводородного температурного режима пожара на физическую модель резервуара типа «стакан в стакане»; использованием современных поверенных измерительных приборов и измерительной аппаратуры, обеспечивающих достаточную точность измерений при проведении экспериментальных исследований и обработки экспериментальных данных; удовлетворительной сходимостью полученных результатов численного моделирования с результатами огневых испытаний физической модели резервуара типа «стакан в стакане»; внутренней непротиворечивостью результатов и их согласованностью с данными других исследователей.

Апробация результатов работы

Основные результаты работы были доложены на V Международной научно-практической конференции молодых учёных и специалистов «Проблемы техносферной безопасности» (г. Москва, Академия ГПС МЧС России, 2016); 25-й Международной научно-технической конференции «Системы безопасности – 2016» (г. Москва, Академия ГПС МЧС России, 2016); VI Международной научно-практической конференции молодых учёных и специалистов «Проблемы техносферной безопасности» (г. Москва, Академия ГПС МЧС России, 2017); VII

Международной научно-практической конференции молодых ученых и специалистов «Проблемы техносферной безопасности» (г. Москва, Академия ГПС МЧС России, 2018); XII Международной научно-практической конференции курсантов, студентов и слушателей «Обеспечение безопасности жизнедеятельности: проблемы и перспективы» (г. Минск, Университет гражданской защиты МЧС Республики Беларусь, 2018); V Всероссийской научно-практической конференции «Актуальные вопросы совершенствования инженерных систем обеспечения пожарной безопасности объектов» (г. Иваново, Ивановская пожарно-спасательная Академия ГПС МЧС России, 2018); Международной научно-практической конференции «Исторический опыт, современные проблемы и перспективы образовательной и научной деятельности в области пожарной безопасности», посвященной юбилею Академии (г. Москва, Академия ГПС МЧС России, 2018); 32-й Международной научно-технической конференции «Системы безопасности – 2023» (г. Москва, Академия ГПС МЧС России, 2023), что свидетельствует об их обсуждении научным сообществом. Всего теме диссертации опубликовано 14 научных работ, в том числе 6 – в рецензируемых научных изданиях, включенных в перечень ВАК России для публикации основных результатов диссертации на соискание ученой степени кандидата наук.

Замечания к диссертационной работе

В качестве замечаний к рассматриваемой диссертационной работе необходимо отметить следующее:

- при проведении численного моделирования теплотехнической задачи не учитывалось влияние стационарной установки водяного орошения защитной стенки на её устойчивость при пожаре в основном резервуаре;

- защитная стенка резервуара предназначена для ограничения площади разлива хранящихся горючих жидкостей в случае аварийной разгерметизации основного резервуара, однако в работе не рассмотрен пожар в межстенном пространстве.

Заключение

Указанные замечания не снижают общей положительной оценки диссертации, ее научную ценность и практическую значимость. Работа выполнена на высоком научном уровне, изложена научным языком.

Анализ работы позволяет сделать обоснованный вывод о том, что диссертация Егорова Андрея Николаевича на тему: «Устойчивость защитной стенки к воздействию пламени пожара в резервуаре типа «стакан в стакане» является завершенной научно-квалификационной работой, выполненной на актуальную тему, обладает научной новизной, научной и практической ценностью, а научные положения, выводы и рекомендации имеют существенное значение для развития

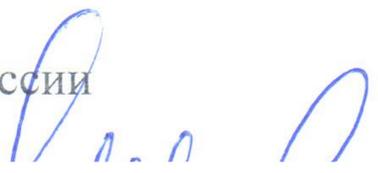
соответствующей отрасли наук.

Содержание работы соответствует паспорту специальности 2.10.1. Пожарная безопасность (технические науки), а именно: п. 4 «Исследование процессов протекания аварий, пожаров и взрывов, условий их каскадного и катастрофического развития, разработка методов оценки различных опасных воздействий на людей, объекты защиты и прилегающие территории, а также способов их снижения»; п. 9 «Разработка научных основ, моделей и методов исследования процессов распространения опасных факторов пожара по объектам защиты».

Диссертационная работа полностью соответствует критериям, установленным Положением о присуждении ученых степеней (постановление Правительства РФ № 842 от 24.09.2013 г.) для диссертаций, представленных на соискание ученой степени кандидата технических наук, а её автор Егоров Андрей Николаевич заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.10.1. Пожарная безопасность (технические науки).

Отзыв на диссертацию заслушан, обсужден и утвержден на заседании кафедры пожарной безопасности технологических процессов и производств Санкт-Петербургского университета ГПС МЧС России (протокол № 11.1 от 05.11.2024 г.).

Профессор кафедры пожарной безопасности
технологических процессов и производств
Санкт-Петербургского университета ГПС МЧС России
доктор химических наук, профессор


Г.К. Ивахнюк
05.11.2024



Федеральное государственное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский университет Государственной противопожарной службы Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий имени Героя Российской Федерации генерала армии Е.Н. Зиничева» (ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России»), адрес: 196105, Санкт-Петербург, Московский проспект, 149, телефон: +7(812)388-86-39, веб сайт: igps.ru, адрес электронной почты: pr@igps.ru.