

УТВЕРЖДАЮ

Заместитель начальника Академии
ГПС МЧС России по научной работе
доктор технических наук, профессор

М.В. Алешков



2024 г.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Академия Государственной противопожарной службы Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий» (Академия ГПС МЧС России)

Диссертация «Устойчивость защитной стенки к воздействию пламени пожара в резервуаре типа «стакан в стакане»» выполнена на кафедре пожарной безопасности технологических процессов (в составе учебно-научного комплекса пожарной безопасности объектов защиты) Академии ГПС МЧС России.

В период подготовки диссертации соискатель Егоров Андрей Николаевич проходил обучение в адъюнктуре факультета подготовки научно-педагогических кадров Академии ГПС МЧС России по очной форме, где им положительно сданы кандидатские экзамены и получена квалификация «Исследователь. Преподаватель-исследователь».

С 2019 года и по настоящее время соискатель работает старшим преподавателем кафедры общей и специальной химии (в составе учебно-научного комплекса процессов горения и экологической безопасности) Академии ГПС МЧС России.

В 2016 году соискатель учёной степени Егоров Андрей Николаевич окончил Академию ГПС МЧС России и получил квалификацию «Специалист» по специальности 20.05.01 «Пожарная безопасность».

Справка о сдаче кандидатских экзаменов по специальности 2.10.1. Пожарная безопасность (технические науки) выдана в 2024 г. федеральным государственным бюджетным образовательным учреждением высшего образования «Академия Государственной противопожарной службы Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий».

Научный руководитель – Рубцов Дмитрий Николаевич, кандидат технических наук, доцент, 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», кафедра пожарной автоматики, начальник.

По итогам обсуждения принято следующее заключение.

Общая оценка работы.

Диссертация Егорова Андрея Николаевича представляет собой самостоятельную законченную научно-квалификационную работу, в которой содержится решение научной задачи по определению устойчивости защитной стенки нефтепродуктового резервуара типа «стакан в стакане» к воздействию пламени пожара в основном резервуаре, имеющей существенное значение для обеспечения пожарной и промышленной безопасности объектов нефтегазовой отрасли России.

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, список литературы состоит из 114 наименований.

Актуальность темы исследования

Современным подходом к обеспечению пожарной безопасности технологий хранения нефти и нефтепродуктов является применение резервуаров с защитной стенкой типа «стакан в стакане» (резервуар с защитной стенкой). Защит-

ная стенка (ЗС) резервуара предназначена для ограничения площади разлива хранящихся горючих жидкостей (ГЖ) в случае аварийной разгерметизации основного резервуара (ОР).

Вместе с этим, анализ литературных источников, посвящённых проблематике пожарной безопасности нефтяных резервуаров, показал отсутствие научно обоснованных данных о закономерностях развития пожара такой технологической системы как «основной резервуар с нефтепродуктом – защитная стенка», а также ограниченное количество информации, касающейся экспериментально-теоретических исследований поведения ЗС при воздействии на неё тепловых нагрузок пожара.

Анализ требований нормативных документов в области обеспечения пожарной и промышленной безопасности определил необходимость обоснования размещения стационарных установок пенного пожаротушения и водяного охлаждения на ЗС с учётом её расчётного состояния и возможных деформаций при пожаре, а также интенсивности подачи воды на её охлаждение при пожаре на основе теплотехнического расчёта. Для реализации возможности выполнения указанного расчёта необходимо наличие экспериментально-теоретических данных, позволяющих прогнозировать её устойчивое состояние при пожаре в ОР.

Таким образом, отсутствие научно обоснованных данных о закономерностях развития пожара в ОР резервуара с защитной стенкой, отсутствие нормативных требований к устойчивости ЗС при пожаре, а также необходимость проведения расчётных обоснований для проектирования систем противопожарной защиты (СПЗ), размещаемых на ЗС, обуславливают научную и практическую актуальность решения теплотехнической задачи, направленной на обеспечение пожарной безопасности резервуаров данного типа.

Степень разработанности темы исследования

Диссертационная работа является продолжением и развитием комплекса научных исследований в области обеспечения пожарной безопасности объектов нефтегазовой отрасли, проводимых на кафедре пожарной безопасности технологических процессов (ПБТП) Академии ГПС МЧС России.

При анализе научно-исследовательских работ О.В. Дидковского, Э.Я. Еленицкого, А.А. Катанова, С.Г. Иванцовой, Б.Ф. Беляева, Х.М. Ханухова, И.С. Ломкова и других выявлено, что в основном они связаны с изучением проектирования и обеспечения безопасной эксплуатации резервуаров с защитной стенкой. Работы, в которых отражаются проблемы обеспечения пожарной безопасности резервуаров указанного типа, принадлежат таким учёным, как С.А. Швырков, А.С. Швырков, Ф.В. Демёхин, А.А. Таранцев. Однако анализ этих работ показал, что в них рассматривались вопросы физического и математического моделирования нестационарного процесса движения потока жидкости при разрушении основного резервуара, нагрев защитной стенки в условиях пожара исследован не был.

Вместе с тем известно, что теоретические исследования в области нестационарной теплопроводности, возникающей при пожаре, не являются новыми, а вопросы изучения поведения корпуса классического нефтяного резервуара вертикального цилиндрического стального (РВС) в условиях пожара, его СПЗ и ранее рассматривались такими ведущими учеными, как В.И. Блинов, Г.Н. Худяков, А.С. Измаилов, Б.В. Грушевский, Я. Решетар, Н.П. Копылов, Ю.Н. Шебеко, О.М. Волков, В.П. Сучков, Р.М. Джумагалиев, Е.Н. Иванов, В.П. Молчанов, С.В. Пузач, Р.Ш. Хабибулин и др. Однако результаты этих работ использовать в полной мере при исследовании поведения ЗС резервуара не представляется возможным в силу его конструктивных особенностей, которые ранее не были учтены ввиду относительной новизны технического решения её использования. Указанное обстоятельство обосновывает необходимость продолжения изучения проблемы в указанной области научных исследований.

Личный вклад автора в получении научных результатов.

Результаты диссертационной работы получены автором лично и при его непосредственном участии. Автор принимал участие в разработке экспериментального стенда и методики проведения огневых экспериментов, разработке математической модели и проведении численного моделирования обсуждении полученных результатов исследования и формулировке выводов. Опубликованные

по результатам диссертационной работы научные статьи написаны им лично и в соавторстве, его личный вклад в эти работы не вызывает сомнений. Полученные результаты и их интерпретация докладывались на международных и всероссийских научно-практических конференциях.

Достоверность представленных в диссертационной работе результатов достигалась:

– 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.

Научная новизна диссертационной работы заключается в следующем:

– 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;

– получены результаты численного решения математической модели по определению температурного поля защитной стенки резервуара с защитной стенкой, позволяющие прогнозировать время потери её устойчивости;

– разработаны физическая модель резервуара в масштабе 1:7 к натурному резервуару типа «стакан в стакане» номинальным объемом 700 м³ и методика огневых испытаний, в результате проведения которых получены поля распределения тепловых нагрузок на защитной стенке, возникающих при пожаре в основном резервуаре;

– 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».

Теоретическая и практическая значимость работы заключается в возможности:

– использования предложенной математической модели для прогнозирования нестационарного температурного поля на защитной стенке при пожаре в основном резервуаре и обоснования времени начала её интенсивного охлаждения стационарными установками водяного орошения;

– использования полученных результатов для обоснования размещения автоматических систем противопожарной защиты при их проектировании на стенке основного резервуара и защитной стенке резервуара типа «стакан в стакане»;

– применения полученных результатов при проектировании резервуарных парков с использованием резервуаров типа «стакан в стакане», а также разработке планов пожаротушения, локализации и ликвидации пожаровзрывоопасных ситуаций для предотвращения каскадного и катастрофического развития пожара на объекте защиты.

Практическая реализация результатов работы заключалась в использовании результатов при:

– обосновании возможного размещения резервуаров с защитной стенкой типа «стакан в стакане» в рамках перспективного проекта, связанного с повыше-

нием категории вместимости склада хранения нефтепродуктов на АО «Серпуховская нефтебаза», а именно при расчетном моделировании теплового состояния защитной стенки в случае пожара в основном резервуаре типа «стакан в стакане» при подготовке комплекса мер по их противопожарной защите;

– разработке концепции модернизации резервуарного парка линейной производственно-диспетчерской станции «Володарская» в случае его технического перевооружения и обоснования возможности использования в его составе резервуаров с защитной стенкой типа «стакан в стакане», а именно, для оценки теплового состояния защитной стенки в случае пожара светлых нефтепродуктов в основном резервуаре и использовании указанных сведений для планирования действий пожарных подразделений.

Рекомендации по использованию результатов диссертации.

Полученные результаты могут быть в дальнейшем использованы:

– при разработке разделов проектной документации для обоснования мероприятий по обеспечению пожарной безопасности резервуара типа «стакан в стакане» с учётом расчётного теплового состояния и возможных деформаций основного резервуара и защитной стенки при пожаре в основном резервуаре;

– в научно-исследовательских работах, развивающих научное направление по изучению влияния пламени углеводородного пожара на защитную стенку резервуара типа «стакан в стакане» и разработке способов ее устойчивости;

– в учебном процессе образовательных учреждений пожарно-технического профиля;

– при разработке нормативных документов по пожарной безопасности.

Полнота опубликования основных научных результатов, полученных автором

Все основные научные результаты, полученные автором, достаточно полно опубликованы в научных журналах и материалах научных и научно-практических конференций (14 научных публикаций), в том числе в 6 журналах, включенных в перечень ведущих периодических изданий, рекомендованных ВАК России.

Соответствие содержания диссертации паспорту специальности, по которой она рекомендуется к защите

Содержание диссертации соответствует паспорту специальности 2.10.1. Пожарная безопасность (технические науки), а именно:

пункту 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»;

пункту 9 «Разработка научных основ, моделей и методов исследования процессов распространения опасных факторов пожара по объектам защиты».

Диссертация «Устойчивость защитной стенки к воздействию пламени пожара в резервуаре типа «стакан в стакане»» Егорова Андрея Николаевича рекомендуется к защите на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.10.1. Пожарная безопасность (технические науки).

Заключение принято на совместном заседании профессорско-преподавательского состава и научных сотрудников учебно-научного комплекса пожарной безопасности объектов защиты Академии ГПС МЧС России.

Присутствовало на заседании 19 чел. Результаты голосования: «за» – 19 чел., «против» – нет, «воздержалось» – нет, протокол № 14 от 05.09.2024 г.

Начальник учебно-научного комплекса
пожарной безопасности объектов защиты
Академии ГПС МЧС России,

доктор технических наук, профессор

«09» сентября 2024 г.

Д.А. Самошин