

ОТЗЫВ

официального оппонента

доктора технических наук Цариченко Сергея Георгиевича
на диссертацию Пустовалова Ильи Андреевича на тему «Повышение
огнетушащей способности модульных установок пожаротушения
тонкораспыленной водой на объектах нефтегазового комплекса»,
представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по
специальности 2.10.1. Пожарная безопасность (технические науки)

Диссертационное исследование Пустовалова Ильи Андреевича посвящено повышению уровня пожарной безопасности на объектах нефтегазового комплекса в условиях применения модульных установок пожаротушения тонкораспыленной водой путем предотвращения распространения пожара на ранней стадии.

Актуальность темы исследования

Тема диссертационного исследования Пустовалова Ильи Андреевича соответствует «Основам государственной политики Российской Федерации в области защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций на период до 2030 года», которые утверждены Указом Президента Российской Федерации от 11 января 2018 года № 12, в части, касающейся повышения уровня защищенности критически важных и потенциально опасных объектов в чрезвычайных ситуациях. Большинство производственных зданий и сооружений, связанных с обращением нефтепродуктов подлежат защите автоматическими установками пожаротушения. На объектах с локальным сосредоточением пожарной нагрузки предпочтительно применение модульных установок пожаротушения, способных обеспечить ликвидацию возгорания на ранней стадии. Среди различных типов модульных установок пожаротушения активно используются системы пожаротушения тонкораспыленной водой (МУПТРВ), по причине их низкой инерционности и возможности работы в условиях недостаточного водоснабжения огнетушащего состава.

Литературный обзор, проведенный Пустоваловым Ильей Андреевичем, показал, что при тушении пожаров нефтепродуктов тонкораспыленной водой ликвидация пламенного горения не может быть достигнута, ввиду недостаточного отвода тепла из конвекционной зоны, что обуславливает актуальность темы диссертационного исследования. Автором предложен способ повышения огнетушащей способности МУПТРВ за счет добавления модификаторов – углеродных наноструктур (астраленов), которые интенсифицируют процессы теплоотвода из зоны горения, тем самым

повышают эффективность применения тонкораспылённой воды для тушения пожаров нефтепродуктов.

Цель диссертационного исследования состоит в повышении огнетушащей способности модульных установок пожаротушения тонкораспыленной водой, содержащих огнетушащие вещества с углеродными наноструктурами, в условиях ликвидации горения нефтепродуктов.

Научной задачей исследования является научно-методическое обоснование применения термически стабильных аллотропных форм углерода для повышения огнетушащей способности модульных установок пожаротушения тонкораспыленной водой за счет интенсификации теплоотвода из пламенной зоны горения нефтепродуктов. В ходе её решения соискателем решен также ряд подзадач:

проведены исследования физико-химических свойств огнетушащих составов на основе воды, содержащей углеродные наноструктуры (астралены), а также определены зависимости огнетушащей способности модульной установки пожаротушения тонкораспыленной водой при тушении модельного очага пожара класса «В» от концентрации астраленов;

определены аналитические зависимости огнетушащей способности модульных установок пожаротушения тонкораспыленной водой от физических свойств модифицированных огнетушащих составов;

разработана методика повышения огнетушащей способности модульных установок пожаротушения тонкораспыленной водой на объектах нефтегазового комплекса с использованием механизма огнетушащего действия жидкости на основе воды с астраленами и рекомендации по её применению.

На защиту вынесены следующие положения:

экспериментальные зависимости влияния концентраций углеродных наноструктур (астраленов) на физические свойства воды и огнетушащую способность модульных установок пожаротушения тонкораспыленной водой при тушении модельного очага пожара класса «В»;

аналитические зависимости огнетушащей способности модульных установок пожаротушения тонкораспыленной водой от свойств огнетушащей суспензии;

методика повышения огнетушащей способности модульных установок пожаротушения тонкораспылённой водой на объектах нефтегазового комплекса, основанная на изменении теплофизических и реологических свойств огнетушащего вещества за счет диспергирования в его состав термически стабильных углеродных наноструктур (астраленов) и рекомендации по её применению.

Научная новизна исследования состоит в том, что автором впервые экспериментально определено влияние концентраций углеродных наноструктур (астраленов) на физические свойства огнетушащих составов на основе воды, влияющие на огнетушащую способность модульных установок пожаротушения тонкораспыленной водой при тушении модельных очагов пожаров класса «В». Разработана регрессионная модель, отличающаяся от существующих возможностью прогнозирования времени тушения модельных очагов пожара класса «В» в условиях применения водных огнетушащих веществ, модифицированных углеродными наноструктурами в зависимости от их концентраций. На основе аналитических зависимостей дано обоснование возможности применения углеродных наноструктур в качестве модификаторов огнетушащих составов для модульных установок пожаротушения тонкораспылённой водой. Научно обоснована методика повышения огнетушащей способности модульных установок пожаротушения тонкораспыленной водой на объектах нефтегазового комплекса, основанная на изменении теплофизических и реологических свойств огнетушащего вещества, отличающаяся от существующих возможностью изменения свойств огнетушащего вещества за счет диспергирования в его состав термически стабильных наноструктур.

Теоретическая значимость исследования состоит в том, что автором получена аналитическая зависимость времени тушения модельного очага пожара класса «В» от скорости нагрева с комнатной до температуры кипения, удельной теплоты парообразования и динамической вязкости. Автором выявлены диапазоны концентраций одного из видов углеродных наноструктур – астраленов, при которых обеспечивается устойчивое тушение модельных очагов пожара класса «В» тонкораспыленными огнетушащими составами на основе воды, модифицированными углеродными наноструктурами. Определены зависимости времени достижения критических параметров опасных факторов пожара (ОФП) от теплофизических свойств огнетушащих суспензий в диапазоне концентраций наноструктур от 0,05 до 1,0 об.% в условиях моделирования процессов распространения ОФП.

Практическая значимость работы состоит в том, что применение методики повышения огнетушащей способности МУПТРВ позволит сократить время тушения пожаров на объектах защиты с обращением нефтепродуктов за счет модернизации существующих средств пожаротушения и применения в качестве огнетушащего вещества воды, модифицированной углеродными наноструктурами (астраленами) с различными концентрациями.

Структура, содержание диссертационной работы

Диссертационная работа состоит из введения, 3-х глав, заключения, списка литературы и 3-х приложений; содержит 132 страницы текста, 49 рисунков, 29 таблиц, список литературы оставляет 109 наименований источников.

Во введении обоснована актуальность диссертационного исследования, проанализирована степень её научной разработанности, определены объект и предмет исследования, показана научная новизна, теоретическая и практическая значимости, приведены положения, выносимые на защиту.

В первой главе **«Состояние вопроса и обоснование цели и научной задачи исследования»** рассмотрены виды и область применения модульных установок пожаротушения на объектах нефтегазовой отрасли, их основные достоинства и недостатки. Обосновано решение использования модульных установок пожаротушения тонкораспыленной водой, приведены основные эксплуатационные характеристики.

Проведен анализ работ отечественных и зарубежных авторов, занимающихся исследованием влияния различных добавок к воде на огнетушащие свойства водных составов при тушении пожаров класса «В».

Пустовалов Илья Андреевич сформулировал научную гипотезу, заключающуюся в том, что применение термически стабильных углеродных наноструктур позволяет реализовать контролируемую реакцию окисления графеновых слоев наночастиц и интенсификацию процессов теплоотвода, в результате чего снижается концентрация окислителя в зоне горения, приводящая к гашению пламени. Таким образом обоснована цель и научная задача исследования.

Во второй главе **«Обоснование выбора и анализ влияния физических свойств огнетушащих суспензий на огнетушащую способность модульных установок пожаротушения тонкораспыленной водой»** дано описание объекта и предмета исследования, методов проведения экспериментов и методик расчетов.

Приведены методики и схемы экспериментальных установок для проведения исследований теплофизических свойств модифицированных огнетушащих составов. Для оценки изменения физических свойств автор сравнил наножидкости на водной основе с дистиллированной водой.

В третьей главе **«Математическое моделирование результатов испытаний и методика повышения модульных установок пожаротушения тонкораспыленной водой на объектах нефтегазового комплекса»** автор привел результаты регрессионного анализа с целью выявления зависимостей влияния свойств огнетушащего состава на время тушения модельного очага

пожара класса «В», результаты моделирования распространения опасных факторов пожара при использовании в МУПТРВ модифицированных огнетушащих составов.

Автором представлена методика повышения огнетушащей способности модульных установок пожаротушения тонкораспыленной водой на объектах нефтегазового комплекса и рекомендации по её применению.

В заключении подведены итоги диссертационного исследования.

Степень достоверности научных положений, выводов и рекомендаций подтверждается значительным объемом экспериментальных данных, использованием комплекса независимых и взаимодополняющих методов исследования, математической обработкой результатов с применением общепринятых методик. Они также демонстрируют универсальность и соответствие основным физическим и химическим законам, а также общественной апробацией научных результатов.

Соответствие содержания диссертации паспорту научной специальности

Диссертационная работа соответствует паспорту специальности 2.10.1. Пожарная безопасность (технические науки), в частности п. 10 «Разработка научных основ, моделей и методов, направленных на создание и применение веществ и материалов пониженной горючести, средств огнезащиты и огнетушащих веществ» и п. 11 «Научное обоснование и разработка технологий тушения пожаров на объектах защиты пожарным оборудованием и мобильными средствами пожаротушения».

Внедрение результатов работы

Результаты диссертационной работы, внедрены в практическую деятельность: АО «Научно-технический центр «Прикладных нанотехнологий» при разработке технологий наномодифицирования огнетушащих суспензий углеродными наноструктурами (астраленами), с целью повышения огнетушащей способности установок пожаротушения; ООО «СПбЭК-Майнинг» при разработке технических решений для повышения огнетушащей способности модулей пожаротушения тонкораспыленной водой, а также для разработки рецептур огнетушащих составов для автоматических установок пожаротушения модульного типа с улучшенными эксплуатационными характеристиками; ООО «Пожнефтехим» при разработке новых рецептур огнетушащих составов для тушения пожаров нефтепродуктов.

Основные результаты работы опубликованы в 9 работах, 4 из которых в рецензируемых научных изданиях из перечня ВАК при Министерстве науки и высшего образования Российской Федерации по соответствующей научной специальности. Содержание и количество публикаций свидетельствует о

достаточной полноте освещения результатов диссертационной работы. Автор имеет публикацию, выполненную без соавторов.

Аннотация и текст диссертации

Диссертация имеет прикладной характер, написана Пустоваловым И. А. самостоятельно и обладает внутренним единством. Оформление работы соответствует требованиям ГОСТ Р 7.0.11-2011. Аннотация отражает содержание диссертации и составлен лично Пустоваловым И.А.

При изучении текста диссертационной работы возникло несколько замечаний:

1. При сопоставлении значений графиков зависимостей скорости испарения и времени тушения от концентрации наноструктур (рис.4б и рис. 8б) наблюдается несоответствие значений, которому необходимо дать соответствующее объяснение.

2. В аннотации описание установки по определению времени тушения целесообразно было бы дополнить общей структурной схемой, так как из описания не до конца понятен принцип работы экспериментальной установки.

3. В таблице 3 «Оптимальные параметры свойств огнетушащей суспензии» отсутствует информация об оптимальной концентрации наноструктур в огнетушащей суспензии.

4. В работе отсутствуют данные, подтверждающие однородность суспензии воды и наночастиц в составе огнетушащего вещества, которое обеспечивает устойчивое функционирование МУПТРВ в течение всего срока эксплуатации.

5. В третьей главе диссертации на рисунке 39, демонстрирующем зависимость времени достижения предельно допустимого значения по повышенной температуре от расхода и типа огнетушащего вещества, приведены данные для водной суспензии с концентрацией астраленов 1,0 об.%, из которых следует, что при указанной концентрации не происходит увеличения времени данного критического значения вне зависимости от расхода ОТВ в исследуемом диапазоне. Данный эффект требует объяснения.

6. Представленное в работе многообразие экспериментальных и аналитических зависимостей свидетельствует о значительном объеме выполненных исследований, однако в работе отсутствует логическая схема приоритетности факторов, определяющих огнетушащую эффективность тонкораспыленной воды в МУПТРВ. Данное замечание является актуальным в разрезе дальнейших исследований по разработке модификаторов для модульных установок пожаротушения.

Выявленные замечания не снижают общую ценность диссертационной работы и не влияют на основные теоретические и практические результаты, изложенные в диссертации.

Заключение

Диссертационная работа Пустовалова И. А. на тему «Повышение огнетушащей способности модульных установок пожаротушения тонкораспыленной водой на объектах нефтегазового комплекса» является завершенным научно-квалификационным исследованием, в котором решена научная задача, заключающаяся в научно-методическом обосновании применения термически стабильных аллотропных форм углерода для повышения огнетушащей способности модульных установок пожаротушения тонкораспыленной водой за счет интенсификации теплоотвода из пламенной зоны горения нефтепродуктов.

Диссертационная работа соответствует требованиям пп. 9-11, 13, 14 Положения о присуждении ученых степеней, утвержденного постановлением Правительства РФ от 24 сентября 2013 года № 842 «О порядке присуждения ученых степеней», предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата наук, а её автор, Пустовалов Илья Андреевич, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.10.1. Пожарная безопасность (технические науки).

Официальный оппонент:

Профессор кафедры комплексной безопасности в строительстве
ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский
Московский государственный строительный университет»,
доктор технических наук

Цариченко Сергей Георгиевич

«16» 10 2024 г.

Подпись Цариченко Сергея Георгиевича заверяю:

«16» 10 2024 г.

НАЧАЛЬНИК ОТДЕЛА
КАДРОВОГО ДЕЛОПРОИЗ-
ВОДСТВА УРП
А. В. ПИНЕГИН



Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет» (НИУ МГСУ)

Адрес: 129337, г. Москва, Ярославское шоссе, д. 26. Тел.: +7(495)781-80-07, факс +7(499)183-44-38.
Адрес электронной почты: kanz@mgsu.ru, mgsu.ru