



МИНОБРНАУКИ РОССИИ

**федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение
высшего образования**

**«Балтийский государственный технический
университет «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова»
(БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова)**

Санкт-Петербург, 190005, 1-я Красноармейская ул., д. 1
Тел.: (812) 316-2394, Факс: (812) 490-0591
e-mail: bgtu@voenmeh.ru www.voenmeh.ru
ИНН 7809003047

УТВЕРЖДАЮ

И.о. ректора

ФГБОУ ВО «Балтийский государственный
технический университет «ВОЕНМЕХ»
им. Д.Ф. Устинова»,
А.И. Лозинский



2024 г.

25.10.2024 № 3/2

На № _____ от _____

ОТЗЫВ

**ведущей организации – Федерального государственного бюджетного
образовательного учреждения высшего образования
«Балтийский государственный технический университет «ВОЕНМЕХ»
имени Д.Ф. Устинова» – на диссертацию Пустовалова Ильи Андреевича
на тему «Повышение огнетушащей способности модульных установок
пожаротушения тонкораспыленной водой на объектах нефтегазового
комплекса», представленную на соискание ученой степени кандидата
технических наук по специальности**

2.10.1. Пожарная безопасность (технические науки)

Актуальность темы исследования

Нефтегазовая отрасль, являющаяся одной из ведущих в Российской Федерации, охватывает полный производственный цикл, включая разведку, добычу, переработку, хранение и транспортировку углеводородного сырья. Пожары и аварии на объектах нефтегазового комплекса приводят к значительному экономическому ущербу и людским потерям. В связи с этим, эффективное функционирование систем противопожарной защиты на предприятиях нефтегазового комплекса является во многом определяющим фактором в устойчивом развитии отрасли и экономики страны в целом.

Автор диссертационного исследования акцентирует внимание на ограниченный огнетушащий эффект при использовании систем пожаротушения на основе тонкораспыленной воды в условиях горения нефтепродуктов и необходимость повышения огнетушащей способности модульных установок пожаротушения.

Анализ научной литературы, проведенный Пустоваловым Ильей Андреевичем, позволил выдвинуть гипотезу, что применение углеродных

наноструктур в составе наножидкостей на основе воды позволяет оперативно ликвидировать возгорания нефтепродуктов на ранней стадии с помощью модульных установок пожаротушения тонкораспыленной водой (далее – МУПТРВ). Это и определило научную задачу диссертационного исследования – научно-методическое обоснование применения термически стабильных аллотропных форм углерода для повышения огнетушащей способности МУПТРВ за счет интенсификации теплоотвода из пламенной зоны горения нефтепродуктов.

Цель диссертационного исследования Пустовалова И.А. – повышение огнетушащей способности МУПТРВ, содержащих огнетушащие вещества с углеродными наноструктурами, в условиях ликвидации горения нефтепродуктов.

Для достижения поставленной цели в работе решались следующие задачи:

- исследование физико-химических свойств огнетушащих составов на основе воды и углеродных наноструктур (астраленов), а также определение зависимости огнетушащей способности МУПТРВ при тушении модельного очага пожара класса «В» от концентрации наноструктур;
- определение аналитических зависимостей огнетушащей способности МУПТРВ от физических свойств модифицированных огнетушащих составов;
- разработка методики повышения огнетушащей способности МУПТРВ на объектах нефтегазового комплекса с использованием механизма огнетушащего действия жидкости на основе воды с астраленами и рекомендаций по её применению.

Научные результаты, выносимые на защиту:

- экспериментальные зависимости влияния концентрации углеродных наноструктур (астраленов) на физические свойства воды и огнетушащую способность МУПТРВ при тушении модельного очага пожара класса «В»;
- аналитические зависимости огнетушащей способности МУПТРВ от свойств огнетушащей суспензии;
- методика повышения огнетушащей способности МУПТРВ 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.

Содержание текста диссертации

Диссертационное исследование состоит из введения, трех глав, заключения, списка литературы, содержащего 109 наименований источников и трех приложений. Содержит 132 страницы текста, 29 таблиц, 49 рисунков.

Во **введении** обоснованы выбор темы диссертации, ее актуальность и степень разработанности, цели, задачи, объект и предмет исследования,

приведены методы исследования, отражены научная новизна и положения, вынесенные на защиту.

В первой главе **«Состояние вопроса и обоснование цели и научной задачи исследования»** рассмотрена классификация модульных установок пожаротушения, область их применения на объектах нефтегазовой отрасли, достоинства и недостатки. Сформулирована научная гипотеза. Представлено научное и практическое обоснование применения модульных установок пожаротушения тонкораспыленной водой.

Во второй главе **«Обоснование выбора и анализ влияния физических свойств огнетушащих суспензий на огнетушащую способность модульных установок пожаротушения тонкораспыленной водой»** указаны объект и предмет исследования, методы проведения экспериментов и методики расчетов. Изложено описание лабораторных установок, используемых для определения физико-химических свойств огнетушащих составов.

Сформулированы выводы об оптимальных параметрах свойств модифицированных огнетушащих составов и эксплуатационных характеристиках МУПТРВ, применение которых позволяет ликвидировать возгорание модельного очага пожара класса «В».

В третьей главе **«Математическое моделирование результатов испытаний и методика повышения модульных установок пожаротушения тонкораспыленной водой на объектах нефтегазового комплекса»** автор привел результаты решения регрессионной задачи прогнозирования времени тушения пожара модифицированными огнетушащими составами, выявив при этом статистические значимые факторы, влияющие на время тушения модельного очага пожара «В». Также Пустовалов И. А. провел моделирование распространения опасных факторов пожара с помощью программного комплекса «PyroSim», в результате чего показал увеличение времени достижения критических значений опасных факторов пожара в условиях применения модифицированных огнетушащих составов в сравнении с тонкораспылённой водой.

В заключении подведены итоги диссертационного исследования, обозначены дальнейшие направления исследований.

Степень достоверности полученных научных результатов подтверждается соответствием положениям действующих стандартов, объективным анализом полученных научных результатов и выводов, применением адекватного математического аппарата.

Научная новизна

Автором впервые экспериментально определено влияние концентраций углеродных наночастиц (астраленов) на физические свойства огнетушащих составов на основе воды, влияющие на огнетушащую способность МУПТРВ 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 МУПТРВ 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 результатов работы:

1. Получены аналитические зависимости времени тушения модельного очага пожара класса «В» от скорости нагрева с комнатной до температуры кипения, удельной теплоты парообразования и динамической вязкости огнетушащей жидкости.

2. 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, модифицированные углеродными наноструктурами.

3. Определены зависимости времени достижения критических параметров опасных факторов пожара от теплофизических свойств огнетушащих суспензий в диапазоне концентраций наноструктур от 0,05 до 1,0 об.% на основании результатов моделирования в среде «Pyrosim».

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) в различных концентрациях.

Публикации. По теме диссертационного исследования автором опубликовано 9 научных статей, 4 из которых в рецензируемых научных изданиях из перечня ВАК при Министерстве науки и высшего образования Российской Федерации по соответствующей научной специальности.

Автореферат полно отражает содержание диссертации. Оформление диссертации и автореферата соответствует требованиям ГОСТ Р 7.0.11-2011. В тексте работы соблюден научный стиль изложения.

Соответствие содержания диссертации паспорту научной специальности

Содержание и результаты диссертационной работы соответствуют паспорту специальности 2.10.1. Пожарная безопасность (технические науки) по 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».

При изучении текста диссертации и автореферата, заслушивании выступления соискателя возникли следующие замечания и вопросы:

1. При определении скорости испарения капли огнетушащего вещества в условиях высокотемпературного воздействия не принималась во внимание начальная температура жидкости.

2. В диссертации при изложении результатов экспериментального исследования по определению огнетушащей способности МУПТРВ, отсутствовали данные о скорости ветра и температуре окружающей среды, влияющие на процессы испарения и выгорания горючей жидкости в модельном очаге.

3. В работе отсутствует расчетно-техническое обоснование характеристик экспериментальной установки по определению огнетушащей способности МУПТРВ.

4. Оценка огнетушащей способности МУПТРВ с наномодифицированным составом проводилась только на очаге пожара «1В», что не дает исчерпывающей информации о возможности использования предложенного решения в условиях горения нефтепродуктов на больших площадях.

5. В работе не приведены практические предложения по оптимизации рецептуры огнетушащей суспензии с целью стабилизации и поддержания однородности наножидкости в МУПТРВ на протяжении всего срока эксплуатации.

6. На страницах 100-102 диссертации приведены данные по моделированию движения огнетушащей суспензии по каналам оросителя. В работе отсутствует проверка точности результатов моделирования с натурными испытаниями, что снижает их ценность при практическом применении.

Выявленные замечания не снижают общую ценность диссертационной работы и не влияют на основные полученные в ней теоретические и практические результаты.

Заключение

Опираясь на вышеизложенное, можно сделать вывод, что диссертационное исследование Пустовалова Ильи Андреевича на тему «Повышение огнетушащей способности модульных установок пожаротушения тонкораспыленной водой на объектах нефтегазового комплекса» является завершенной научно-квалификационной работой. Диссертация содержит решение актуальной научной задачи – научно-методического обоснования применения термически стабильных аллотропных форм углерода для

повышения огнетушащей способности модульных установок пожаротушения тонкораспыленной водой за счет интенсификации теплоотвода из пламенной зоны горения нефтепродуктов, которая имеет существенное значение для развития нефтегазовой отрасли страны.

Диссертационная работа в полной мере 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.

Пустовалов Илья Андреевич заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.10.1. Пожарная безопасность (технические науки).

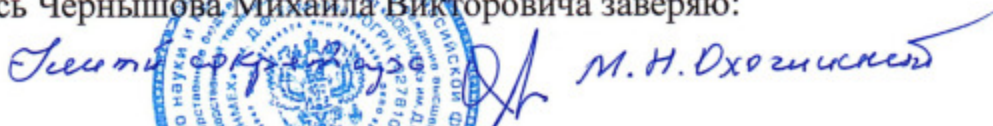
Диссертационная работа и отзыв обсуждены и одобрены на заседании кафедры «Плазмогазодинамика и теплотехника» (А9), протокол № 8 от 18.10.2024 г.

Профессор кафедры
«Плазмогазодинамика и теплотехника»
ФГБОУ ВО «Балтийский государственный
технический университет «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова»
доктор технических наук, доцент



Чернышов Михаил Викторович

Подпись Чернышова Михаила Викторовича заверяю:



Сведения о лице, утвердившем отзыв ведущей организации на диссертацию:

Лозинский Александр Григорьевич, начальник Военного учебного центра, капитан 1 ранга, исполняющий обязанности ректора федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Балтийский государственный технический университет «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова» 25.10.2024.

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Балтийский государственный технический университет «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова», 190005, Санкт-Петербург, ул. 1-я Красноармейская, д. 1, тел.: +7 (812) 316-23-94, e-mail: bgtu@voenmeh.ru