

## УТВЕРЖДАЮ

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

М.В. Алешков

« 13 » июля 2019 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 «Влияние кратности пены на основные параметры подслоного пожаротушения спиртосодержащих моторных топлив» выполнена на кафедре общей и специальной химии (ОиСХ) Академии ГПС МЧС России.

В период подготовки диссертации соискатель Фещенко Александр Николаевич проходил обучение в очной адъюнктуре факультета подготовки научно-педагогических кадров Академии ГПС МЧС России.

В 2011 г. с отличием окончил Академию ГПС МЧС России, по специальности пожарная безопасность.

Справка об обучении (периоде обучения) в адъюнктуре от 13.09.2018 г. выдана в Академии ГПС МЧС России.

Научный руководитель – Макаров Сергей Александрович, Академия ГПС МЧС России, доцент кафедры ОиСХ, кандидат технических наук.

По итогам межкафедрального обсуждения принято следующее заключение:

#### *Общая оценка работы*

Диссертация Фещенко Александра Николаевича представляет собой самостоятельную законченную научно-квалификационную работу, в которой содержится решение научной задачи по определению требуемой кратности пены для подслоного тушения пожаров спиртосодержащих моторных топлив (далее – СМТ) в резервуарах.

Объем диссертации составляет 136 страниц машинописного текста. Работа состоит из введения, 3 глав, заключения, списка литературы из 137 наименований и 2 приложений.

#### *Актуальность темы исследования*

Значительное увеличение количества автомобилей заметно осложняет экологическую обстановку, что вынуждает ученых проводить многочисленные исследования, направленные на разработку вариантов состава топлив двигателей внутреннего сгорания, для снижения негативных воздействий на окружающую среду. Применение низкомолекулярных спиртов в качестве антидетонационной присадки в составе бензина позволяет уменьшить токсичность выхлопных газов. Для этого разработан и принят Технический регламент Таможенного союза "О требованиях к автомобильному и авиационному бензину, дизельному и судовому топливу, топливу для реактивных двигателей и мазуту" (ТР ТС - 013 - 2011). Постепенное увеличение спирта в составе бензинов более высоких экологических классов сопровождается снижением эффективности их пенного пожаротушения. Спирт, как полярная жидкость, является сильным пеногасителем и обладает гораздо большим сродством к воде, чем к неполярной органической структуре бензина. В процессе взаимодействия со спиртосодержащим бензином пена, основу которой составляет вода, будет абсорбировать спирт, инактивирующий растворенные поверхностно-активные вещества. В соответствии с п.1 и п.2 ст.102 Федерального закона №123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» огнетушащее вещество должно обеспечить ликвидацию горения с использованием определенной тактики тушения и применяться для тушения пожара материалов, взаимодействие с которыми не приводит к опасности возникновения новых очагов пожара. Актуальность работы обусловлена широким распространением подслоной системы пожаротушения и вопросами, связанными с возможностью ее применения для ликвидации пламенного горения топлив, содержащих в своем составе спирт. Именно при подслоной подаче происходит существенное пеногашение, сопровождающееся снижением кратности. Поэтому требуется установить условия, при которых пена, обедненная активным компонентом, будет сохранять физическое состояние, достаточное для подъема на поверхность спиртосодержащего моторного топлива (СМТ) и его тушения.

#### *Степень разработанности темы исследования*

Настоящая работа является продолжением исследований, выполненных в Академии ГПС МЧС России и ФГБУ ВНИИПО МЧС России. Первые опыты по изучению процесса тушения пламени нефти и нефтепродуктов на основе технологии перемешивания воздуха были выполнены еще в 1953 г. сотрудниками ВНИИПО Я.В. Суховым и П.П. Павловым. Воздух подавался непосредственно в основание резервуара. Технология показала настолько высокую эффективность, что в конце 1950-х годов к ее доработке подключились такие ученые, как В.И. Блинов, Г.Н. Худяков, В.Ч. Реутт и И.И. Петров. По результатам исследований разработана модель, основу

которой составляет действие Архимедовой силы на подъем воздушных пузырей. В результате определяется время перемешивания воздухом, за которое происходит снижение температуры нагретых слоев ниже температуры вспышки и, как следствие, прекращение пламенного горения. Толчком для разработки системы подслоного пожаротушения явилось начало коммерческого выпуска фторорганических поверхностно-активных веществ в начале 1960-х годов. Система фактически объединила высокую огнетушащую эффективность фторсодержащих пенообразователей и охлаждающую способность технологии перемешивания, которое происходит в результате реализации самого способа. Научные работы по определению эффективности пенного пожаротушения различных горючих жидкостей начали проводиться во ВНИИПО МВД СССР под руководством А.Н. Баратова, А.Ф. Шароварникова, Ю.Н. Шебеко, И.А. Болодьяна, И.Ф. Безродного и др. Более детальными исследованиями вопросов подслоного пожаротушения занимались В.П. Молчанов, С.С. Воевода, Д.А. Корольченко, Е.И. Хиль, Е.Н. Дегаев. Однако впервые на проблему подслоного пожаротушения спиртосодержащих топлив обратил внимание С.А. Шароварников. Под руководством А.Я. Корольченко им была выполнена работа, показывающая частичное сохранение огнетушащих свойств пены после прохождения через слой спиртосодержащего топлива. Установлено, что эффективность тушения снижается пропорционально увеличению концентрации спиртового компонента в составе топлива. Основные выводы этой работы были подтверждены в работах Ю.И. Дешевых и Б.Ж. Битуева, в которых использовались уже современные пленкообразующие пенообразователи. Более поздние работы, посвященные исследованиям пенного пожаротушения спиртосодержащих топлив выполнены под руководством В.П. Молчанова.

В основе теории и разработанных требований к пенообразователям для подслоного пожаротушения лежит высокая пленкообразующая способность пены, которая, в свою очередь, усиливается при снижении кратности. Фактически, для реализации технологии, нужна минимальная кратность, при которой плотность пены меньше плотности нефтепродукта. Однако минимизация кратности допустима, если в горючей жидкости отсутствуют спиртовые компоненты, снижающие кратность пены и увеличивающие ее плотность. В противном случае подъемной силы может быть недостаточно для реализации подслоного способа подачи. Существующие в настоящее время методики не позволяют оценить пригодность применяемой пены для реализации подслоного тушения СМТ.

#### *Личный вклад автора в получении научных результатов*

Результаты диссертационных исследований получены автором лично и при его непосредственном участии. Автор принимал участие в обсуждении полученных результатов диссертационных исследований и формулировке выводов. Опубликованные по результатам диссертации 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 диссертации результатов достигается:*

- использованием поверенных средств измерений и аттестованного испытательного оборудования на базе существующих стандартизованных методик;

- применением для обработки полученных экспериментальных данных апробированных методов статистического анализа;

- внутренней непротиворечивостью результатов и их согласованностью с данными других исследователей.

*Научная новизна диссертационной работы:*

- разработаны методика определения основных параметров тушения СМТ подслоным способом и экспериментальная установка, позволяющая контролировать кратность пены в течение всего времени проведения эксперимента;

- установлено влияние концентрации спирта в СМТ на кратность пены в зависимости от коэффициента разрушения пены. Повышение объемной доли спирта на каждый процент приводит к снижению кратности на величину от 4 до 8 %;

- выявлено, что кратность пены, при которой достигается минимальный удельный расход рабочего раствора пенообразователя, изменяется пропорционально массовой доли кислорода в СМТ. С увеличением массовой доли кислорода от 0 до 2,7 % происходит смещение диапазонов оптимальной кратности с 3 до 5 единиц соответственно;

- впервые получены эмпирические зависимости для расчетов минимального удельного расхода рабочего раствора пенообразователя и кратности пены в зависимости от плотности СМТ, концентрации спирта в СМТ, коэффициента разрушения пены и высоты резервуара.

*Теоретическая и практическая значимость работы заключается:*

- в расширении представлений о причинах снижения огнетушащей эффективности пены при подслоном тушении СМТ;

- в возможности использования разработанной методики измерения кратности пены внутри подводящих трубопроводов для испытаний высоконапорных пеногенераторов;

- в использовании полученных эмпирических зависимостей для определения основных параметров тушения и требуемой кратности пены.

*Практическая реализация результатов работы заключается в использовании результатов:*

- при разработке порядка применения фторсодержащих пенообразователей выпускаемых на предприятии ООО «Компания «ЮГРОСПРОМ» для тушения пожаров автомобильных бензинов экологического класса К4 и К5;

– при разработке ООО «НИИ Транснефть» изменений к нормативным документам ПАО «Транснефть»:

1) изменение № 1 к ОТТ-13.220.10-КТН-115-12 «Магистральный трубопроводный транспорт нефти и нефтепродуктов. Пенообразователи для тушения пожаров нефти и нефтепродуктов. Общие технические требования»;

2) изменение № 1 к ОР-13.220.10-КТН-008-16 «Магистральный трубопроводный транспорт нефти и нефтепродуктов. Пенообразователи для тушения пожаров нефти и нефтепродуктов. Порядок проведения испытаний»;

– при проведении ООО «СЕРВИССНАБГАЗ» испытаний генераторов пены низкой кратности «Феникс» для подслоного тушения резервуаров;

– при разработке учебно-методических материалов для проведения практических и лабораторных работ по дисциплине «Химия» для обучающихся по направлению подготовки 20.03.01 «Техносферная безопасность»;

– при оценке показателей качества пенообразователей целевого назначения, выпускаемых на ООО «Эгида ПТВ» для тушения СМТ.

*Полнота опубликования основных научных результатов, полученных автором.*

Основные результаты диссертационной работы полно опубликованы в 10 печатных работах: из них 5 работ опубликованы в рецензируемых научных изданиях, рекомендованных ВАК, 5 работ в материалах Международных научно-практических конференций.

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

Содержание диссертации соответствует паспорту специальности научных работников 05.26.03 «Пожарная и промышленная безопасность», а именно:

*пункту 3 «Научное обоснование принципов и способов обеспечения промышленной и пожарной безопасности на предприятиях промышленности, строительства и на транспорте»;*

*пункту 6 «Исследование и разработка средств и методов, обеспечивающих снижение пожарной и промышленной опасности технологических процессов, предупреждения пожаров и аварий, тушения пожаров».*

Диссертация «Влияние кратности пены на основные параметры подслоного пожаротушения спиртосодержащих моторных топлив» Фещенко Александра Николаевича рекомендуется к защите на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.26.03 – «Пожарная и промышленная безопасность» (нефтегазовая отрасль, технические науки).

Заключение принято на совместном заседании профессорско-преподавательского состава и научных сотрудников «Учебно-научного комплекса процессов горения и экологической безопасности», «Учебно-научного центра проблем пожарной безопасности в строительстве», кафедры

«Общей и специальной химии», кафедры «Пожарной безопасности технологических процессов», «Учебно-научного комплекса пожарной и аварийно-спасательной техники».

Присутствовало на заседании 15 чел. Результаты голосования: «за» – 15 чел., «против» – нет, «воздержавшихся» – нет, протокол № 5 от 29.05.2019 г.

Врио начальника кафедры  
общей и специальной химии  
кандидат химических наук, доцент



С.В. Дегтярев