

ОТЗЫВ

официального оппонента, доктора технических наук,
профессора кафедры техносферной безопасности федерального государственного
автономного образовательного учреждения высшего образования
«Национальный исследовательский технологический университет «МИСИС»
Федоткина Дмитрия Вячеславовича на диссертационную работу
Гумирова Андрея Сергеевича
«Подача компрессионной пены по насосно-рукавным системам при тушении пожаров на
объектах энергетики в условиях низких температур», представленную на соискание
ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.10.1. Пожарная
безопасность (технические науки)

Актуальность темы диссертации

Значительная часть территории нашей страны располагается в холодных климатических районах, а арктическая зона является геостратегической территорией, имеющей ключевое значение для обеспечения реализации национальных интересов и национальной безопасности. В условиях низких температур проблема обеспечения пожарной безопасности и ликвидации пожаров сопряжена с рядом специфических трудностей, в частности обеспечения подачи огнетушащих средств по насосно-рукавным системам. В тоже время, учитывая дефицит воды в холодных регионах, перспективным направлением является применение компрессионной пены, отличающейся от классической воздушно-механической пены своими физическими свойствами. Компрессионная пена в настоящее время находит все более широкое применение не только за рубежом, но и в нашей стране. Исследования представленной диссертации, направленные на определение параметров подачи компрессионной пены с помощью насосно-рукавных систем в условиях низких температур, имеют несомненную актуальность.

Цель диссертационного исследования состоит в определении зависимости охлаждения компрессионной пены от параметров подачи с помощью насосно-рукавных систем в условиях низких температур.

Для достижения поставленной цели соискателем был решен ряд задач:

- проанализированы условия и способы тушения пожаров на объектах энергетики с учетом их размещения в различных климатических районах на территории Российской Федерации;
- разработан специальный измерительный комплекс, программы и методики проведения экспериментальных исследований процесса охлаждения компрессионной пены при подаче по насосно-рукавным системам в условиях низких температур окружающей среды;
- определена и обоснована математическая модель охлаждения компрессионной пены при подаче по насосно-рукавным системам в условиях низких температур;
- разработаны рекомендации и программный комплекс для предварительного планирования тушения пожаров с учетом особенностей охлаждения компрессионной пены при подаче по насосно-рукавным системам в условиях низких температур;
- обоснованы технические решения для поддержания работоспособности пожарного автомобиля при тушении пожаров на объектах энергетики в условиях низких температур.

Научная новизна работы

Результаты теоретических и экспериментальных исследований Гумирова А.С. являются оригинальными. Их новизна подтверждается соответствующими публикациями автора в рецензируемых журналах по перечню ВАК, докладами на конференциях. В качестве наиболее значимых положений можно выделить следующее:

1) получена регрессионная зависимость на основании новых экспериментальных данных охлаждения компрессионной пены при подаче по насосно-рукавным системам в условиях низких температур;

2) предложена и обоснована математическая модель процесса охлаждения компрессионной пены при подаче по насосно-рукавным системам в условиях низких температур.

Практическая значимость работы Гумирова А.С. заключается в том, что разработан программный комплекс, позволяющий на этапе предварительного планирования сил и средств подразделений пожарной охраны, оценить параметры подачи компрессионной пены в условиях низких температур окружающей среды, а также обоснованы технические решения для поддержания работоспособности пожарного автомобиля при тушении пожаров на объектах энергетики в условиях низких температур. Даны рекомендации по применению технологии подачи компрессионной пены при тушении пожаров на объектах энергетики в условиях низких температур.

Степень обоснованности и достоверности научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации обусловлена удовлетворительной сходимостью результатов экспериментальных исследований, которые проводились с использованием современных средств измерения, аккредитованного лабораторного и измерительного оборудования и методов проведения исследований, с результатами математического моделирования исследуемых процессов для идентичных условий. Экспериментальные исследования проведены на натуральных объектах. Обработка результатов выполнена с использованием математических методов.

Содержание работы

Диссертация представлена Гумирова А.С. состоит из введения, трех глав, заключения, списка использованной литературы и 7 приложений. Работа выполнена на 181 странице текста, содержит 13 таблиц, 50 рисунков, список литературы из 143 наименований.

Во введении обоснована актуальность темы диссертации и степень ее разработанности, поставлена цель, задачи, определены объект и предмет исследования, представлены сведения о научных результатах и практической значимости исследования.

Первая глава. Представлены результаты проведенного статистического анализа по пожарам и авариям, произошедшим на объектах энергетики за период с 2014 по 2023 гг.

Проведен анализ расположения объектов энергетики на территории Российской Федерации в зависимости от различных климатических районов.

Показано, что количество пожаров на объектах энергетики в зимний период года больше, чем в любой другой период года, что подтверждает влияние низких температур окружающего воздуха на развитие пожаров.

Сделан вывод о том, что наибольшее количество пожаров происходит на объектах, расположенных в холодных климатических районах, а также в зимний период времени, а эффективная ликвидация таких пожаров требует применения современных средств тушения, в частности компрессионной пены.

Вторая глава посвящена теоретическим и экспериментальным исследованиям процесса охлаждения компрессионной пены при подаче по насосно-рукавным системам в условиях низких температур.

Рассмотрены конструктивные и технические особенности пеногенерирующих установок подачи компрессионной пены различных типов. Показано, что в нашей стране для тушения пожаров применяются установки получения и подачи компрессионной пены

двух типов: баллонного и компрессорного типа. В работе исследования проводились с установками обоих типов.

Представлены результаты экспериментальных исследований по определению параметров массового расхода компрессионной пены в зависимости от различных режимов работы установок.

Приведено описание разработанного специального измерительного комплекса используемого для изучения процесса охлаждения пены, полученной компрессионным способом при подаче по пожарным напорным рукавам в неблагоприятных метеорологических условиях, в том числе в условиях низких температур окружающего воздуха. С применением указанного комплекса проведены серии испытаний с различными установками для получения компрессионной пены при температуре воздуха до $-30\text{ }^{\circ}\text{C}$. Полученные результаты проанализированы и сведены в таблицы. Автором сделан вывод, что значение охлаждения изменяется в зависимости от степени сжатия пены и режима работы системы, и чем ниже степень сжатия пены в насосно-рукавных системах, тем ниже охлаждение вдоль рукавной линии.

Для решения задачи теоретического описания эффекта охлаждения компрессионной пены при передаче через насосно-рукавные системы в условиях низких температур окружающей среды в данной главе представлена математическая модель, основанная на уравнении теплового баланса. соискателем выведено уравнение для определения параметров охлаждения компрессионной пены в зависимости от ее кратности при подаче по пожарным напорным рукавам в условиях отрицательных температур окружающей среды на различных расстояниях.

Выполнено сравнение результатов исследований с помощью критерия Стьюдента, который показал адекватность выбранной модели расчета охлаждения компрессионной пены при движении в насосно-рукавных системах в условиях низких температур.

По результатам исследований представлено уравнение расчета температуры компрессионной пены на выходе из ствола с соответствующими коэффициентами корреляции.

Третья глава посвящена разработке технологии применения компрессионной пены при тушении пожаров на объектах энергетики в условиях низких температур воздуха.

На основе проведенных экспериментальных исследований соискателем разработан программный комплекс по определению параметров подачи компрессионной пены по насосно-рукавным системам в условиях низких температур окружающей среды. Программный комплекс основан на платформе RAD Studio Embarcadero на языке программирования Delphi и позволяет оценить параметры применения компрессионной пены при ликвидации пожаров на объектах энергетики с применением в качестве огнетушащего вещества компрессионной пены в условиях низких температур окружающей среды.

Гумириным А.С. сформулированы рекомендации для предварительного планирования действий подразделений пожарной охраны по тушению объектов энергетики и оценке их возможностей с учетом особенностей охлаждения компрессионной пены при низких температурах.

Обоснованы технические решения для поддержания работоспособности пожарного автомобиля при тушении пожаров на объектах энергетики, учитывающие специфику охлаждения компрессионной пены при подаче по насосно-рукавным системам в условиях низких температур.

Заключение диссертации включает перечень научных и практических результатов работы.

В приложениях приведены результаты экспериментальных исследований охлаждения компрессионной пены при подаче по насосно-рукавным системам в условиях

низких температур в режиме реального времени и в условиях низких температур с учетом скорости ветра; проверка соответствия модели экспериментальным данным; зависимости охлаждения компрессионной пены по длине насосно-рукавных систем в условиях низких температур; программный комплекс по оценке параметров охлаждения компрессионной пены при подаче по насосно-рукавным системам в условиях низких температур; акты внедрения результатов диссертационной работы; свидетельства о государственной регистрации программ ЭВМ.

Замечания по диссертационной работе

- в главе 1 показано, что в холодных климатических районах температуры опускаются до $-50\text{ }^{\circ}\text{C}$, в то же время исследования проведены до $-30\text{ }^{\circ}\text{C}$. В диссертации не отмечено, можно ли по разработанному программному комплексу провести расчеты до более низких температур чем $-30\text{ }^{\circ}\text{C}$ с учетом выявленных зависимостей, например если исходные компоненты (вода) будут подогреты.

- в работе в явном виде не представлена методика проведенных испытаний, что не дает однозначного понимания, как проводились испытания. Например, в главе 2.4.1 указано, что измерительный комплекс для проведения натурных экспериментов включает в себя напорные рукавные вставки DN50, DN65, DN80, в то же время испытания проводились только с одним диаметром DN50. Соответственно исследования не учитывают влияние диаметра рукава на длину рукавной линии.

- как правило, при расчетах пенного пожаротушения, в том числе и компрессионной пены, используется интенсивность или расход в л/с, в работе исследования проводились с массовым расходом кг/с, что возможно будет затруднять восприятие данных и практическое применение в разработанной программе;

- при описании программного комплекса в главе 3.1 (стр. 83) указано, что учитывается параметр установки массового расхода, но по тексту и рис.3.2. и 3.3, в явном виде массовый расход не задается. Не приведена информация, возможно ли будет проводить расчеты для установок иных модификаций и производителей, чем те, с которыми проводились испытания;

- вероятно в таблице 3.1 опечатка, при кратности 18, 16 и 20 не коррелируются значения, например при кратности 18 при $-25\text{ }^{\circ}\text{C}$ возможна подача по линии 20 м, а при кратности 16 подача при $-25\text{ }^{\circ}\text{C}$ не возможна, что противоречит общим закономерностям. В таблице не указана размерность для рукавной линии.

- в главе 3.4.2. не обоснованно указана возможность тушения компрессионной пеной электроустановок до 10 кВ, в то же время производитель NATISK-12 BL указывает возможность применения на электроустановках напряжением до 1000 В.

Указанные замечания не снижают общей положительной оценки диссертации, ее научную ценность и практическую значимость и обозначают возможные дальнейшие направления научных исследований.

Заключение по диссертации

Диссертация Гумирова Андрея Сергеевича «Подача компрессионной пены по насосно-рукавным системам при тушении пожаров на объектах энергетики в условиях низких температур» выполнена на высоком научном уровне и является законченной научно-квалификационной работой.

Следует отметить наличие публикаций в количестве 15 научных работ, в том числе 8 статей в рецензируемых научных изданиях, включенных в перечень ВАК России, и двух

свидетельств о Государственной регистрации программ для ЭВМ. Материал достаточно апробирован на конференциях.

В результате диссертационного исследования решена проблема выполнения расчетов подачи компрессионной пены по насосно-рукавным системам при тушении пожаров в условиях низких температур. Разработанный программный комплекс может использоваться для предварительного планирования действий подразделений пожарной охраны по тушению объектов энергетики и оценке их возможностей с учетом особенностей охлаждения компрессионной пены при низких температурах, с учетом ограничений работы программы. Разработанные соискателем технические решения для поддержания работоспособности пожарного автомобиля при тушении пожаров на объектах энергетики в условиях низких температур задают вектор совершенствования пожарной техники функционирующей в холодных климатических районах нашей страны.

Диссертация соответствует паспорту специальности 2.10.1. Пожарная безопасность (технические науки), по следующему пункту:

- п. 20 «Исследование, разработка, создание и эксплуатация мобильных средств и оборудования, предназначенных для тушения пожаров и ликвидации последствий аварий и взрывов на объектах защиты и прилегающих территориях».

На основе рассмотрения рукописи и автореферата можно заключить, что по актуальности темы, достоверности и оригинальности полученных результатов, обоснованности научных положений и сформулированных выводов диссертационная работа «Подача компрессионной пены по насосно-рукавным системам при тушении пожаров на объектах энергетики в условиях низких температур» удовлетворяет требованиям «Положения о порядке присуждения ученых степеней», утвержденного Постановлением Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 №842, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор Гумиров Андрей Сергеевич заслуживает присуждения искомой ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.10.1. Пожарная безопасность (технические науки).

Я, Федоткин Дмитрий Вячеславович, даю свое согласие на включение своих персональных данных в документы, связанные с работой диссертационного совета, и их дальнейшую обработку.

д.т.н.
профессор кафедры техносферной безопасности
Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего образования
"Национальный исследовательский технологический университет «МИСИС»

«12» ноября 2025

Федоткин Дмитрий Вячеславович

Подпись Федоткина Д.В.
заверяю:
М.П.

НИТУ МИСИС
119049, Москва, Ленинский пр-кт, 4, стр. 1
Тел: +7 (495) 955-00-32
E-mail: kancela@misis.ru

