

ОТЗЫВ

официального оппонента, профессора кафедры физико-химических основ горения и тушения Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский университет Государственной противопожарной службы Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий имени Героя Российской Федерации генерала армии Е.Н. Зиничева», доктора технических наук, профессора Самигуллина Гафура Халафовича на диссертационную работу Битуева Рашида Борисовича «Параметры тушения пожара пролива сжиженного природного газа высокократной пеной», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.10.1. Пожарная безопасность (технические науки)

Актуальность темы диссертационной работы связана с существенным несоответствием между высокой пожарной опасностью объектов защиты с оборотом сжиженного природного газа (далее СПГ) и уровнем технологий тушения пожаров на этих объектах. Пожары на предприятиях по сжижению и транспортировке СПГ случаются ежегодно. Это может значительно затруднить реализацию масштабной стратегии Российской Федерации по развитию производства, потребления и экспорта СПГ. Один из основных способов ликвидации аварий, связанных с проливом и дальнейшим пламенным горением СПГ является применение высокократной пены (далее ВКП). Для определения параметров тушения пожара пролива сжиженного природного газа высокократной пеной выполнена представленная работа.

Содержание работы.

В первой главе проведен анализ технологий производства, хранения и транспортировки сжиженного природного газа. Рассмотрены крупные технологические аварии и пожары на таких производствах. Установлено, что в подавляющем большинстве случаев, результатом аварии является пожар пролива СПГ. Основной опасностью в таких сценариях является каскадное развитие аварийной ситуации.

Вх № 6/43 от 06.04.2026

За рубежом используется способ, позволяющий существенно снизить тепловой поток при помощи циклического способа подачи пены. Подача пены чередуется с периодическими остановками. Остановка подачи пены выполняется при десятикратном снижении теплового потока в каждом цикле. Однако такой способ трудно реализуем на практике по причине необходимости непрерывного контроля интенсивности теплового потока, как во время подачи пены, так и во время перерыва. В связи с этим отсутствуют значения параметров для непрерывной подачи ВКП. По результатам проведенного анализа автор предлагает для определения параметров непрерывной подачи пены использовать оборудование в соответствии с ГОСТ Р 50588-2012.

Вторая глава диссертации посвящена проведению экспериментальных исследований. На первом этапе получены данные об интенсивности выгорания СПГ при свободном горении. Для получения экспериментальных данных использована доработанная стандартизированная методика определения огнетушащей эффективности пены высокой кратности. На втором этапе получены экспериментальные данные для оценки эффективности тушения пеной кратностью от 200 до 550 ед. при фиксированной интенсивности подачи. На третьем этапе получены экспериментальные данные времени тушения СПГ при различной интенсивности подачи пены.

Особый практический интерес вызывает детальное описание проводимых экспериментов. Наблюдения выявили затруднительный поджог метановоздушной среды, фрагментацию пламени после подачи высокократной пены и продолжение выхода газообразного метана через пенный слой после тушения.

Третья глава посвящена анализу результатов экспериментальных исследований и рекомендациям по применению ВКП для локализации и ликвидации пламенного горения пролива СПГ. Немаловажно отметить то, что зависимости времени тушения СПГ и удельного расхода от

интенсивности подачи ВКП имеют традиционный вид кривых с вертикальной асимптотой, соответствующей критической интенсивности подачи пены. Традиционная форма кривых свидетельствует о том, что параметры тушения СПГ при помощи ВКП согласуются основными принципами применения огнетушащих веществ. Зависимости удельного расхода от интенсивности подачи ВКП имеют экстремум, соответствующий оптимальной интенсивности подачи пены. По результатам анализа полученных зависимостей автором установлена взаимосвязь между основными параметрами тушения. Результаты расчета по полученной эмпирической зависимости удовлетворительно согласуются с результатами эксперимента.

Предложенный автором механизм тушения СПГ с использованием ВКП не противоречит фундаментальному теоретическому базису основ ликвидации пламенного горения.

В разработанных рекомендациях рассмотрены два варианта применения ВКП: для локализации пламенного горения пролива СПГ и для ликвидации пламенного горения пролива СПГ. По мнению автора наиболее рациональным и безопасным является вариант с подачей ВКП для локализации пламенного горения и контролируемого выгорания пролива. Рекомендации позволяют сделать выбор требуемой кратности и интенсивности подачи ВКП в зависимости от сценария ликвидации аварийной ситуации. Для контролируемого выгорания рекомендуется использование ВКП кратностью более 550 ед., а для ликвидации пламенного горения рекомендуется использование ВКП кратностью от 250 до 500 ед. Даны пояснения о требуемых мерах, позволяющих предотвратить тушение пролива СПГ после подачи ВКП, если сценарием ликвидации аварийной ситуации тушение не предусматривается.

Обоснованность и достоверность научных положений, выводов и рекомендаций, представленных в диссертации, достигалась:

- использованием в экспериментальных исследованиях современных поверенных измерительных приборов и измерительной аппаратуры, обеспечивающих достаточную точность измерений;
- внутренней непротиворечивостью результатов и их согласованностью с данными других исследователей;
- комплексом взаимодополняющих методов, адекватных цели, объекту, предмету и задачам исследования, приведенных в диссертационной работе;
- значительным количеством публикаций результатов диссертации в печати;
- согласованности полученных результатов с известными данными исследований в смежных областях.

Теоретическая и практическая значимость работы заключается:

- в расширении представлений о причинах снижения интенсивности теплового излучения, и тушения пролива СПГ при использовании ВКП;
- в возможности использования предложенной методики для определения показателей качества пенообразователей для тушения пожаров;
- в использовании разработанных рекомендаций при составлении планов пожаротушения объектов защиты с оборотом СПГ.

Замечания и предложения:

1. Из текста работы не ясен принцип выбора наиболее опасного сценария развития аварии на объекте защиты, и как следствие, не ясен принцип выбора тактики пенного пожаротушения пролива СПГ.
2. В работе не приводятся значения толщины пенного слоя для интенсивности подачи пены меньше критической. Указанные значения толщины пенного слоя могли бы быть учтены как факт экспериментального подтверждения основных параметров подачи высокократной пены при выполнении технологии контролируемого выгорания.
3. В работе отсутствует сравнение основных параметров тушения СПГ с основными параметрами тушения других горючих жидкостей

(например н-гептана). Данное сравнение было бы достаточно интересно, как с теоретической, так и с практической точки зрения.

4. В диссертации не рассматривается вопрос влияния дисперсности высокократной пены на эффективность локализации и ликвидации пламенного горения пролива СПГ. Применение полидисперсной пены позволило бы повысить глубину подачи и снизить количество мест установки генераторов высокократной пены на реальном пожаре при тушении пролива на больших площадях.

5. В диссертации не рассматривается вопрос о целесообразности применения универсального пенообразователя, который можно будет использовать как для локализации и ликвидации пламенного горения пролива СПГ, так и для тушения пожаров нефтепродуктов в резервуарном парке при их совместном хранении.

6. В разработанных рекомендациях не конкретизирована кратность пены, применяемая для ликвидации пламенного горения СПГ с наличием отбортовки пролива. Однако, исходя из представленного анализа огнетушащей эффективности независимо от наличия отбортовки для ликвидации пламенного горения целесообразно было бы использовать пену кратностью 250 единиц.

Заключение.

Указанные замечания не влияют на общую положительную оценку работы, носят, в значительной степени, рекомендательный характер по основным направлениям дальнейших направлений исследований в этой области и не снижают общей положительной оценки диссертации, ее научную ценность и практическую значимость. Анализ работы позволяет сделать вывод о том, что диссертация Битуева Р.Б., на тему: «Параметры тушения пожара пролива сжиженного природного газа высокократной пеной» является актуальной, завершенной, самостоятельной научно-квалификационной работой содержащей научные результаты, имеющие существенное значение для развития соответствующей области науки.

Содержание диссертации соответствует паспорту специальности 2.10.1 – Пожарная безопасность (технические науки): 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 11 «Научное обоснование и разработка технологий тушения пожаров на объектах защиты пожарным оборудованием и мобильными средствами пожаротушения».

По содержанию, научной и практической значимости представленная диссертационная работа отвечает критериям, предъявляемым к кандидатским диссертациям (п.п. 9-11, 13, 14 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства РФ от 24.09.2013 № 842 «О порядке присуждения ученых степеней»), а ее автор Битуев Рашид Борисович, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.10.1. Пожарная безопасность (технические науки).

Официальный оппонент:

Профессор кафедры физико-химических основ процессов горения и тушения Санкт-Петербургского университета ГПС МЧС России

доктор технических наук, профессор

«24» 03 2026 г.

Г.Х. Самигуллин



Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский университет Государственной противопожарной службы Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий имени Героя Российской Федерации генерала армии Е.Н. Зиничева» (Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России им. Героя Российской Федерации генерала армии Е.Н. Зиничева)
Почтовый индекс: 196105, Российская Федерация, г. Санкт-Петербург, Московский проспект, д. 149
Телефон: +7 (812) 645 20-15, E-mail: rector@igps.ru, Сайт: <https://igps.ru/>