

УТВЕРЖДАЮ

Начальник ФГБУ ВНИИПО МЧС России

К.Т.Н.

Д.М. Гордиенко

2018 г.

ОТЗЫВ

ведущей организации ФГБУ «Всероссийский ордена «Знак Почёта» научно-исследовательский институт противопожарной обороны» МЧС России на диссертацию Шимко Василия Юрьевича «Противопожарные преграды на основе теплозащитных сетчатых экранов для защиты объектов нефтегазового комплекса», представленную на соискание учёной степени кандидата технических наук по специальности 05.26.03 – Пожарная и промышленная безопасность (нефтегазовая отрасль, технические науки)

Актуальность темы диссертации.

Предприятия нефтегазового комплекса (НГК) относятся к объектам повышенной опасности, так как газ, нефть и продукты их переработки при определенных условиях могут взрываться и (или) гореть. При этом при пожарах проливов горючих жидкостей (ГЖ) и сжиженного природного газа (СПГ) наблюдается высокая интенсивность тепловых потоков, воздействие которых может привести к уничтожению технологического оборудования, зданий, сооружений, различной техники, затруднению работы и обеспечения безопасности как персонала объекта, так и личного состава пожарно-спасательных подразделений.

Одной из актуальных задач в системе противопожарной защиты объектов НГК является разработка надежных противопожарных преград,

вн.п. 0/84 от 03.04.18

существенно снижающих плотность тепловых потоков пожаров проливов ГЖ и СПГ, чему и посвящена настоящая работа.

Данная работа непосредственно нацелена на решение перечисленных проблем, в связи с этим актуальность данной работы не вызывает сомнений.

Содержание работы.

Диссертация состоит из введения, пяти глав, заключения, списка литературы и приложения.

Во *введении* обоснована актуальность темы работы, изложены её цели и задачи, научная новизна, выносимые на защиту положения и другие общие характеристики работы.

Первая глава «Анализ статистики опасных инцидентов на объектах нефтегазового комплекса, требований норм к противопожарным преградам и существующих конструкций преград» содержит результаты анализа данных об опасных авариях и инцидентах, произошедших на объектах НГК за период с 1998 по 2016 гг. Автор подробно излагает основные требования нормативных правовых актов и нормативных документов по пожарной безопасности, предъявляемые к противопожарным преградам, а также приводит анализ результатов российских и зарубежных исследований в области разработки противопожарных преград. Данный обзор убедительно обосновывает необходимость решения поставленных автором задач.

Вторая глава содержит подробное изложение теоретических исследований принципа работы противопожарных преград на основе теплозащитных сетчатых экранов.

Особое внимание уделено рассмотрению вопросов механизма теплопереноса, протекающего при взаимодействии потока энергии, излучаемого пожаром, с теплозащитным сетчатым экраном. Также в этой главе приведены результаты численных оценок коэффициентов поглощения тепловых потоков в режимах «сухой» и «мокрой» сеток экрана. В случае «стандартного» пожара коэффициент ослабления лучистого теплового потока

рассматриваемой преградой изменяется в зависимости от времени с начала горения и его минимальное значение равно $k_d = 80$.

Описание процесса распыления струи жидкости представлено в *третьей главе*. Рассмотрены способы распыления жидкости, характеристики распылов и конструкции форсунок, с учетом назначения разрабатываемых экранов, дано обоснование способа распыления в нем жидкости и описание оптимальной конструкции форсунки. Приведены результаты расчетного и экспериментального определения характеристик форсунок.

Задача по уменьшению теплового потока с помощью теплозащитных экранов, использующих паро-капельную смесь, требует также оптимизации в условиях возможного дефицита воды по такому важному фактору, как объем воды, расходуемый на 1 м^2 площади экрана или расход воды на одну форсунку. В работе приводятся экспериментальные зависимости для определения оптимального расхода воды от давления в системе при изменяющемся диаметре канала форсунки. При этом установлено, что расход воды в 80 г/с для форсунки с диаметром канала $2,0 \text{ мм}$ является достаточным для уменьшения теплового потока через экран площадью $1,125 \text{ м}^2$ примерно в 80 раз.

Результаты экспериментальных исследований эффективности ослабления тепловых потоков противопожарными преградами на основе теплозащитных сетчатых экранов представлены в *четвертой главе* работы. В соответствии с сформулированными задачами исследований определены требования к разработке экспериментальных стендов, приведены описания стендов и соответствующих методик исследований, а также представлены результаты определения параметров, обеспечивающих максимальную эффективность экранов по ослаблению тепловых потоков, характерных для условий реальных пожаров, и степени огнестойкости противопожарной преграды на основе теплозащитных экранов.

Автором сделан вывод о том, что разработанная конструкция наряду с теплозащитными свойствами обладает газоизолирующей способностью и

свойствами предотвращения горения на поверхности пролива за счет исключения доступа окислителя (воздуха) в зону горения. Таким образом, исключается горение в наиболее опасном месте – под днищем резервуара, пламя переносится на уровень верхнего среза, и при соответствующей высоте конструкции защищаемый объект будет находиться вне зоны прямого воздействия пламени.

В пятой главе работы «Модельный ряд противопожарных преград и теплозащитных экранов, используемых на практике» представлены описания разработанных противопожарных преград и теплозащитных экранов, нашедших широкое применение в подразделениях Государственной противопожарной службы МЧС России, Минобороны России и на различных объектах НГК.

В заключении обобщены результаты каждой части работы и работы в целом. В приложении представлены акты внедрения результатов диссертационной работы.

Научная новизна диссертационной работы заключается в следующем.

- Предложен альтернативный способ защиты людей и оборудования от воздействия тепловых потоков пожаров проливов ГЖ и СПГ путем разработки противопожарных преград на основе теплозащитных сетчатых экранов.

- В результате теоретических исследований механизма теплопереноса, протекающего при взаимодействии потока энергии, излучаемого пожаром, с теплозащитным сетчатым экраном, а также численных оценок коэффициентов поглощения тепловых потоков в режимах «сухой» и «мокрой» сетки экрана установлено, что коэффициент ослабления плотности теплового потока пожара теплозащитным экраном в режиме «мокрой» сетки достигает 80 раз.

- Обосновано применение гидравлического способа для распыления воды в межсеточном пространстве теплозащитного экрана, как наиболее экономичного и имеющего максимальный КПД распыления. При этом

показано, что оптимальным распыливающим устройством будет являться форсунка-симбиоз конструктивных схем шелевой, струйной и ударно-струйной форсунок. Численно и экспериментально определены характеристики форсунки, обеспечивающие равномерное заполнение межсеточного пространства экрана каплями распыляемой воды.

- Экспериментально определены оптимальные параметры и характеристики теплозащитных экранов, обеспечивающие максимальную степень ослабления тепловых потоков пожаров проливов ГЖ и СПГ, а также установлено, что предел огнестойкости противопожарной преграды, выполненной на основе применения теплозащитных сетчатых экранов, составляет не менее $E_1 W 150$.

- Разработан модельный ряд противопожарных преград и теплозащитных экранов для защиты людей и оборудования от воздействия тепловых потоков пожаров проливов ГЖ и СПГ.

Достоверность результатов и выводов не вызывает сомнений и подтверждается сравнением с опубликованными экспериментальными данными и апробированными аналитическими и численными результатами.

Теоретическая и практическая значимость работы заключается в использовании полученных при ее выполнении результатов теоретических и экспериментальных исследований при разработке противопожарных преград на основе теплозащитных сетчатых экранов и их применении на различных объектах НГК и в оперативных подразделениях Государственной противопожарной службы МЧС России.

В частности, разработаны и широко применяются на практике противопожарные преграды «Согда» для защиты пожароопасных объектов; противопожарные устройства для рассеивания газового облака, образующегося при утечке СПГ из наземной емкости хранения; теплозащитные экраны для защиты личного состава пожарной охраны; модели «Согда» 1А.01, «Согда» 1В и «Согда» 2А: – теплозащитные экраны для защиты оборудования, зданий и эвакуации людей; модели «Согда» 3;

теплозащитные экраны для защиты людей при проведении работ по ликвидации аварий на газовых и нефтяных фонтанах модели «Согда» 4.

Апробация и публикация результатов работы соответствуют требованиям ВАК. Результаты опубликованы в отечественных изданиях (14 печатных работ, в том числе 8 из списка ВАК) и доложены на авторитетных профессиональных форумах.

По содержанию диссертационной работы имеются следующие **замечания и рекомендации.**

1. В обзоре литературы в основном отражены работы отечественных исследовательских групп и организаций, в то время как зарубежные исследования в области исследования противопожарных преград представлены недостаточно.

2. В четвертой главе (п. 4.2.2.1) указан принцип определения оптимальных диаметров проволоки и размеров ячейки сеток теплозащитных экранов, однако не приводятся фактические значения определяемых параметров.

3. При описании экспериментальных проливов СПГ (п. 4.4.2.2) целесообразно было бы более подробно рассмотреть динамику изменения процесса горения.

4. При рассмотрении применения противопожарного устройства для рассеивания газового облака при аварийной утечке газа (п. 5.2) с учетом практической значимости предлагаемого устройства следовало бы более детально описать процесс восстановления противопожарных свойств устройства после вспышки газа во внутреннем объеме.

Приведённые замечания не снижают положительную оценку данной работы, в которой содержится решение научной задачи по разработке высокоэффективных противопожарных преград на основе теплозащитных сетчатых экранов, принцип действия которых основан на многократном ослаблении плотности теплового излучения пламени пожаров проливов ГЖ и

СПП. Работа носит завершённый характер. Автореферат соответствует содержанию диссертации.

Представленная работа по уровню актуальности, научной и практической значимости, новизне, апробации на научных конференциях, публикации в научных журналах соответствует требованиям п. 9 «Положения о порядке присуждения учёных степеней», утверждённого Постановлением Правительства РФ № 842 от 24.09.2013 г., предъявляемым к кандидатским диссертациям, а её автор, Василий Юрьевич Шимко, заслуживает присуждения ему учёной степени кандидата технических наук по специальности 05.26.03 – Пожарная и промышленная безопасность (нефтегазовая отрасль, технические науки)

Отзыв ведущей организации был заслушан, обсуждён и утверждён на совместном заседании отдела 3.4 «Моделирование пожаров и нестандартного проектирования», отдела 3.5 «Пожарная безопасность промышленных объектов и моделирование техногенных аварий» научно-исследовательского центра нормативно-технических проблем пожарной безопасности (НИЦ НТП ПБ), одно из основных направлений научно-исследовательской деятельности которого соответствует тематике диссертации. 24 апреля 2018 г., протокол № 1.

Отзыв составили:

Хасанов Ирек Равильевич,
главный научный сотрудник НИЦ НТП ПБ,
д.т.н., с.н.с.

25.04.2018 г.

Трунева Виктория Александровна,
старший научный сотрудник отд. 3.5 НИЦ НТП ПБ,
к.т.н.

25.04.2018 г.

Подписи Хасанова И.Р. и Труневой В.А. заверяют:
Ученый секретарь
ФГБУ ВНИИПО МЧС России
к.т.н., с.н.с.

Е.Ю. Сушкина

Федеральное государственное бюджетное учреждение «Всероссийский ордена «Знак Почета» научно-исследовательский институт противопожарной обороны» МЧС России

Российская Федерация, 143903, Московская область, г. Балашиха, мкр. ВНИИПО, д. 12

Тел. (495) 521-81-31

Е-mail vnipo@mail.ru

Веб-сайт <http://www.vnipo.ru>