

УТВЕРЖДАЮ

Первый заместитель начальника
Санкт-Петербургского университета
ГПС МЧС России

доктор технических наук, профессор

Смирнов

« 21 » 2025 г.

ОТЗЫВ ВЕДУЩЕЙ ОРГАНИЗАЦИИ

**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»
(ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России»)
на диссертационную работу Тимохина Василия Вячеславовича
«Обеспечение взрывобезопасности газифицированных многоквартирных жилых домов», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.10.1. Пожарная безопасность
(технические науки)**

Актуальность работы.

Диссертационная работа Тимохина В.В. посвящена проблеме обеспечения взрывобезопасности жилых газифицированных домов, что соответствует приоритетам государственной политики – «Энергетическая стратегия Российской Федерации на период до 2050 года», в которой предусматривается значительное увеличение уровня газификации населения Российской Федерации. Главной опасностью использования газа в быту являются аварийные утечки газа с последующим образованием взрывоопасных газозвушных смесей, взрывы которых приводят к значительным разрушениям квартир, обрушениям этажей и подъездов жилых зданий. Приводимый автором в работе статистический анализ данных аварийных ситуаций показал, что, начиная с января 2017 года по декабрь 2023 года в различных субъектах на территории Российской Федерации в жилых многоквартирных домах произошло 163 аварийных взрыва, вследствие чего погибло 199 человек и пострадало 1129 человек.

Таким образом, необходимость исследований в данной области обуславливается тяжестью последствий взрывов газозвушных смесей в жилых

вх № 6/38 от 30.04.2025

домах, что подтверждает злободневность и актуальность решаемой научной задачи по повышению уровня взрывобезопасности объектов жилого сектора.

Структура и содержание работы.

Диссертация состоит из введения, четырех глав, заключения, списка литературы из 125 наименований и приложений. Работа изложена на 124 страницах текста, включает в себя 16 таблиц и 75 рисунков.

Во введении обоснована актуальность темы исследования и степень ее разработанности, сформулированы цель, задачи, объект и предмет исследования. Приведена научная новизна работы, ее теоретическая и практическая значимость, изложены методология и методы исследования, представлены положения, выносимые на защиту и сведения по апробации результатов.

В первой главе диссертационной работы проведен анализ аварийных взрывов газовоздушных смесей, рассмотрены различные технические решения и мероприятия, направленные на предупреждение и снижение последствий взрыва. В своих выводах по результатам проведенного анализа соискатель подчеркивает сложность реконструкции аварийных взрывов газа – вариативность сценариев аварии и сложность физической картины внутренних дефлаграционных взрывов в жилых домах зачастую не позволяет установить истинную причину взрыва. На основе результатов аналитического обзора существующих технических решений и мероприятий по обеспечению взрывобезопасности автором сделан вывод о необходимости дальнейшей работы по исследованию параметров внутренних аварийных взрывов бытового газа в жилых домах, с целью разработки оптимальных решений и мероприятий, позволяющих с высокой вероятностью предотвратить аварийный взрыв или снизить величину взрывных нагрузок до допустимого уровня.

Во второй главе диссертационной работы соискателем представлены результаты исследования процессов, связанных с формированием взрывоопасных концентраций газа и изучением физической картины дефлаграционных взрывов. Первая часть главы посвящена экспериментальному изучению закономерностей распространения газа при аварийной утечке. Соискатель приводит результаты исследования процесса формирования взрывоопасных концентраций при контролируемой утечке метана. Особое внимание уделено определению коэффициента турбулентной диффузии, который существенно влияет на скорость образования взрывоопасных смесей. Полученные данные легли в основу математической модели, позволяющей описывать процесс распределения газа во времени. Предложена трехуровневая система защиты, включающая раннее обнаружение утечек, автоматическое отключение подачи газа и принудительное удаление газа из объема помещения. В ходе сравнительного анализа физических параметров дефлаграционного взрыва для различных сценариев показано существенное отличие параметров взрыва в односвязных и многосвязных областях, также было установлено, что наличие смежных пространств приводит к значительному росту взрывных нагрузок.

В третьей главе диссертационного исследования представлены результаты экспериментальной оценки эффективности предохранительных конструкций для защиты жилых зданий от последствий взрывов газовоздушных смесей. Представлено описание методики проведения натурных испытаний. Исследовано поведение предохранительных конструкций под воздействием взрывных нагрузок различной интенсивности. Соискателем проведены испытания предохранительных конструкций двух типов: поворотного и смещаемого, по результатам которых сделан вывод о том, что предохранительные конструкции поворотного типа позволят решить проблему снижения взрывных нагрузок до допустимого уровня и обеспечить безопасность людей, так как использование тросово-страховочных устройств позволяет компенсировать недостаток смещаемых конструкций и предотвратить сброс на придомовую территорию.

В четвертой главе диссертационного исследования приведены теоретические и методические основы реконструкции аварийных ситуаций, связанных со взрывами бытового газа в жилых зданиях. Систематизированы факторы, определяющие сценарий аварийного взрыва, рассмотрено практическое применение полученных ранее результатов для исследования реального случая взрыва газа в жилом доме. Соискателем подчеркнута важность учета факторов, влияющих на величину взрывных нагрузок, таких как количество газа, планировка помещений, тип остекления и состояние дверных проемов. Указано, что понимание сценария развития аварии является ключевым для установления причины взрыва и предотвращения подобных инцидентов в будущем.

Заключение содержит основные научные и практические результаты диссертационной работы.

В приложении представлены акты внедрения результатов диссертационной работы.

Научная новизна работы заключается в следующем:

– на основе проведенных экспериментальных исследований и математических расчетов получено значение коэффициента турбулентной диффузии, характерного для помещения кухни жилого многоквартирного дома;

– разработана математическая модель истечения газа, позволяющая оценить состояние газовоздушной среды помещения малого объема в различные моменты времени;

– получены экспериментально подтвержденные факторы формирования взрывных нагрузок при различных сценариях развития аварии, с выявлением особенностей, характерных для дефлаграционных взрывов.

Значимость результатов для развития отрасли наук и техники.

Проведенные исследования имеют важное теоретическое и прикладное значение. Полученные результаты позволяют по-новому подойти к вопросам обеспечения взрывобезопасности объектов жилого сектора, разработке нормативных требований и подходов к реконструкции аварийных взрывов.

Рекомендации по использованию результатов работы.

Полученные результаты могут быть в дальнейшем использованы при:

- проектировании систем вентиляции и газоснабжения жилых домов;
- выборе параметров остекления и типа заполнения оконных проемов;
- реконструкции аварийных ситуаций, связанных со взрывом газа;
- в научно-исследовательских работах и учебном процессе образовательных организаций.

Степень достоверности полученных результатов и выводов, представленных в работе, подтверждается использованием в ходе экспериментальных исследований измерительного оборудования, прошедшего поверку и калибровку в соответствии с установленными стандартами, что гарантирует точность и достоверность полученных измерений; внутренней непротиворечивостью и согласованностью результатов, как между собой, так и с результатами экспериментов других авторов в области взрывобезопасности.

Теоретическая и практическая значимость работы заключается:

- в расширении теоретических представлений о процессах диффузии природного газа при формировании взрывоопасных газоздушных смесей в ограниченном объеме;

- в развитии методов математического моделирования аварийного истечения газа и процессов массопереноса при прогнозировании состояния газоздушной среды в помещении;

- в обосновании способа предотвращения формирования взрывоопасных концентраций природного газа в жилых газифицированных домах;

- в обосновании целесообразности применения предохранительных конструкций в жилых газифицированных многоквартирных домах, с целью снижения взрывных нагрузок до уровня, не являющегося критичным для строительных конструкций здания.

Апробация результатов работы.

Основные результаты работы доложены на 10-й Международной научно-практической конференции молодых ученых и специалистов «Проблемы техносферной безопасности – 2021» (г. Москва, Академия ГПС МЧС России, 2021); 16-й международной научно-практической конференции «Пожарная и аварийная безопасность» (г. Иваново, ИПСА ГПС МЧС России, 2021); 30-й международной научно-технической конференции «Системы безопасности – 2021» (г. Москва, Академия ГПС МЧС России, 2021); 11-й международной научно-практической конференции молодых учёных и специалистов «Проблемы техносферной безопасности – 2022» (г. Москва, Академия ГПС МЧС России, 2022); 4-й международной научно-практической конференции студентов, аспирантов, молодых учёных, преподавателей «Актуальные проблемы техносферной безопасности» (г. Ульяновск, ГТУ, 2022). 15-й научно-практической конференции слушателей и молодых ученых «Экологические проблемы XXI века» (г. Москва, Академия ГПС МЧС России, 2023); 13-й Международной научно-практической конференции молодых ученых и специалистов «Проблемы техносферной безопасности – 2024» (г. Москва, Академия ГПС МЧС России, 2024); научно-практической конференции с

международным участием «Академия государственной противопожарной службы МЧС России: теория. инновации. Практика», посвященной 90-летию со дня образования Академии ГПС МЧС России (г. Москва, Академия ГПС МЧС России, 2023), что свидетельствует об их обсуждении научным сообществом. Всего по теме диссертации опубликовано 16 научных работ, в том числе 5 – в рецензируемых научных изданиях, включенных в перечень ВАК России, получено 2 свидетельства о государственной регистрации программы для ЭВМ.

Замечания к диссертационной работе.

1. Нет обоснования, почему было выбрано одно значение расхода газа при проведении экспериментальной оценки коэффициента турбулентной диффузии, и не были проведены исследования в диапазоне изменения расхода газа от минимального значения до максимального (при утечке газа из одной или нескольких конфорок).

2. Остается неясным, по какой причине измерения концентрации природного газа проводились у поверхности пола помещения, поскольку плотность природного газа значительно ниже плотности воздуха и конвекционное движение газа будет осуществляться вверх от точки утечки газа, а не вниз? Осталось неизвестным, какая концентрация газа в припотолочной области помещения.

3. Почему в диссертации коэффициент диффузии, определенный на расстоянии 5 сантиметров от поверхности пола, считается турбулентным, а не ламинарным, при отсутствии измеренной скорости движения газозвдушного потока?

4. В формуле 2.1, с.24 диссертации в составе газа учитывается только метан, доля которого может составлять от 70 до 95 % и не рассматривается наличие другие компонентов - этана, пропана, сероводорода, CO_2 и т.д., которые могут оказывать существенное влияние на процесс диффузии природного газа. Кроме того, расход метана и вентиляционный расход имеют различные размерности - $\text{м}^3/\text{с}$ и $\text{м}^3/\text{ч}$ соответственно;

5. На рисунке 2.17, с. 39 диссертации расход газа показан усредненно и не учитывает различие при истечении газа из конфорок разного размера.

Заключение.

Указанные замечания не снижают общей положительной оценки диссертации, ее научную ценность и практическую значимость. Работа выполнена на высоком научном уровне, изложена научным языком.

Анализ работы позволяет сделать обоснованный вывод о том, что диссертация Тимохина Василия Вячеславовича на тему: «Обеспечение взрывобезопасности газифицированных многоквартирных жилых домов» является завершенной научной-квалификационной работой, выполненной на актуальную тему, обладает научной новизной, научной и практической ценностью, а научные положения, выводы и рекомендации имеют существенное значение для развития соответствующей отрасли наук.

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 12 «Разработка научных основ создания систем, методов и технических средств обнаружения, предупреждения и ликвидации аварий, пожаров и взрывов».

Диссертационная работа полностью соответствует критериям, установленным Положением о присуждении ученых степеней (постановление Правительства РФ № 842 от 24.09.2013 г.) для диссертаций, а ее автор, Тимохин Василий Вячеславович, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.10.1. Пожарная безопасность (технические науки).

Отзыв на диссертацию заслушан, обсужден и утвержден на заседании кафедры физико-химических основ процессов горения и тушения Санкт-Петербургского университета ГПС МЧС России (протокол №10 от 21 апреля 2025 года).

Профессор кафедры
физико-химических основ процессов
горения и тушения Санкт-Петербургского университета
ГПС МЧС России
доктор технических наук, профессор
« 21 » апреля 2025 г.

Г.Х.Самигуллин

Начальник кафедры
физико-химических основ процессов
горения и тушения Санкт-Петербургского университета
ГПС МЧС России
кандидат технических наук, доцент
« 21 » апреля 2025 г.

Д.Ф. Кожевин



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» (ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России»), адрес: 196105, Санкт-Петербург, Московский проспект, 149, телефон: +7 (812) 388-86-39, веб сайт: igps.ru, адрес электронной почты: pr@igps.ru.