

ОТЗЫВ

официального оппонента

доктора технических наук, профессора Шебеко Юрия Николаевича на диссертацию Поташева Дмитрия Анатольевича на тему: «Модели и методы обеспечения пожаровзрывобезопасности многоуровневых подземных автостоянок», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.10.1. Пожарная безопасность (технические науки)

Актуальность темы диссертации Поташева Д.А. вызвана тенденциями роста числа автомобилей на жидком топливе и газобаллонных (ГБА), а также интенсивной урбанизацией и высокой стоимостью площади городов, что приводит к необходимости строительства большого числа многоуровневых подземных автостоянок (МПА). Пожароопасность автомобилей, взрывоопасность ГБА и особенности конструкций МПА обуславливают проблему обеспечения их пожаровзрывобезопасности, которая осложняется недостаточной изученностью особенностей пожаров и взрывов в МПА, возможностью обрушения перекрытий. Для её решения необходимо проведение моделирования динамики опасных факторов пожара (ОФП) и взрыва (ОФВ) на этих объектах с учётом различных сценариев расположения автомобилей и развития ситуации, формулирование мероприятий по снижению пожаровзрывоопасности таких автостоянок. Указанные обстоятельства обуславливают актуальность темы диссертации.

В этой связи **целью** диссертационной работы является повышение уровня пожаровзрывобезопасности подземных автостоянок при наличии в них автомобилей на жидком топливе и ГБА. Для достижения цели работы ставятся и решаются следующие **задачи**:

1. Разработать динамическую модель развития ОФП в многоуровневых подземных автостоянках с учётом представленных сценариев расположения горящего автомобиля и каскадного характера развития пожара.

2. Разработать динамическую модель ударно-волновых процессов в подземной автостоянке при взрыве ГБА с учётом различных сценариев его расположения.

3. Разработать методы снижения взрывопожарной опасности подземных автостоянок с учётом нахождения на них как автомобилей на жидком топливе, так и ГБА.

Научная новизна исследования и полученных результатов заключается в том, что предложены:

- модель процесса распространения ОФП в МПА и проведено исследование динамики ОФП при различных сценариях пожара и каскадном его развитии с переходом на соседние автомобили, что впервые позволило оценить время блокирования эвакуационных выходов из МПА и соотнести его с расчётным временем эвакуации людей.

- динамическая модель развития ударно-волновых процессов при взрыве ГБА в подземной автостоянке и проведено исследование

поражающего воздействия параметров воздушной ударной волны (ВУВ) путём компьютерного моделирования при различных вариантах размещения ГБА, что впервые позволило оценить уровни импульсного силового воздействия на несущие конструкции МПА и опасность для находящихся там людей и автомобилей.

- методы, позволяющие обеспечить повышение пожаровзрывобезопасности подземных автостоянок за счёт применения инновационных технических решений путём оборудования таких автостоянок средствами сдерживания ОФП и снижения уровней ОФВ на стадиях проектирования, эксплуатации и реконструкции.

Значимость полученных результатов

Теоретическая значимость результатов работы заключается в том, что расширены возможности динамической модели развития ОФП в МПА за счёт нескольких методов описания пожарной нагрузки автомобиля и каскадного развития пожаровзрывоопасной ситуации, что позволяет повысить объективность моделирования пожара в МПА. Представленная динамическая модель взрыва ГБА в подземной автостоянке позволяет оценить пиковый уровень избыточного давления во фронте ВУВ и последующее знакопеременное нагружение перекрытий МПА.

Практическая значимость результатов работы заключается в том, что, во-первых, разработанная динамическая модель развития ОФП в МПА позволяет с учётом различных сценариев расположения горящего автомобиля оценить время блокирования эвакуационных выходов из МПА, а также провести моделирование каскадного развития пожара автомобилей. Во-вторых, представленная динамическая модель ударно-волновых процессов в подземной автостоянке при взрыве ГБА позволяет с учётом различных сценариев расположения ГБА оценить уровни поражающего воздействия ВУВ на конструктивные элементы подземной автостоянки, соседние автомобили и людей. В-третьих, предложенные методы повышения пожаровзрывобезопасности подземных автостоянок с учётом нахождения на них как автомобилей с ДВС на жидком топливе, так и ГБА предусматривают оборудование автостоянок средствами сдерживания ОФП и средствами снижения ОФВ – разделение объёма этажа автостоянки на зоны прозрачными орошаемыми ленточными завесами (получен патент RU 2803032 С1 на изобретение), применение легкобрасываемых конструкций (ЛСК) и каналов выпуска ВУВ, а также усиление перекрытий и установка на них ударопоглощающих панелей.

Обоснованность и достоверность основных положений работы, полученных результатов подтверждается использованием современных сертифицированных компьютерных программ, корректным заданием исходных данных, непротиворечивостью полученных результатов и их согласованностью с результатами других авторов.

Анализ содержания диссертационной работы. Диссертация состоит из введения, четырех глав, заключения, перечня использованных литературных источников из 144 наименований и 3 приложений. Основной текст содержит 119 страниц, 60 рисунков и 26 таблиц.

Во введении обоснован выбор темы диссертации, охарактеризована актуальность работы, представлены полученные новые научные результаты, основные положения, выносимые на защиту, а также данные об апробации и внедрении результатов диссертационного исследования.

В первой главе «Многоуровневые подземные автостоянки, особенности конструкции и проблема пожаровзрывоопасности автомобилей в подземных автостоянках» проведен обзор статистики роста количества транспортных средств, показано наличие аналогичных объектов в крупных городах России, рассмотрены особенности конструктивно-компоновочных схем подземных автостоянок, приведена общая статистика пожаров автомобилей.

Во второй главе «Методы компьютерного моделирования пожаров автомобилей и распространения опасных факторов пожаров в многоуровневых подземных автостоянках» рассмотрены три основных метода моделирования пожаров автомобилей, обосновано их применение и согласованность с имеющимися экспериментальными данными. Для исследования распространения ОФП в МПА, а именно для определения времени достижения критических значений ОФП в тамбур-шлюзе и лестничной клетке были заданы объемно-планировочные решения условной трёхуровневой подземной автостоянки. Из полученных результатов моделирования следует, что наиболее опасным для людей в МПА является задымление (потеря видимости) и пониженное содержание кислорода. При отсутствии или позднем срабатывании системы дымоудаления и автоматической установки пожаротушения (АУП) этаж пожара до прибытия пожарных полностью заполняется дымом менее чем за 5 мин, который через рампу попадает на вышележащие этажи и наружу. Также показано, что пожар в МПА может носить каскадный характер: горение одного автомобиля может спровоцировать последовательные возгорания соседних автомобилей. Каскадный характер был описан с использованием математического аппарата марковских случайных процессов.

В третьей главе «Метод компьютерного моделирования взрыва газобаллонного автомобиля и распространение воздушной ударной волны в подземной автостоянке» приведены и проанализированы результаты моделирования пожаров взрывов для стоянки с наличием ГБА. Показано, что нарушение правил эксплуатации газового оборудования автомобиля могут спровоцировать его взрыв в МПА. Последствия взрыва могут носить каскадный характер, но основную опасность представляет ВУВ. Для оценки уровня воздействия ВУВ на конструктивные элементы и оборудование автостоянки в работе была использована компьютерная программа Ansys

Autodyn. Как следует из результатов моделирования, максимальное значение избыточного давления в ВУВ может достигать нескольких атмосфер, что чревато угрозой обрушения.

В четвертой главе «Предложения по повышению пожаровзрывобезопасности многоуровневых подземных автостоянок» сформулированы основные направления совершенствования нормативных документов в части пожарной безопасности для данных объектов. Рассматриваются мероприятия по пассивной и активной противопожарной защите автостоянок, по действиям персонала до прибытия сил и средств пожарной охраны и по действиям пожарных подразделений в случае пожара и/или взрыва в подземной автостоянке. В качестве мер пассивной защиты МПА предложено усиление перекрытий армирующими конструкциями и демпфирующей панелью для частичного поглощения энергии ВУВ, а также каналы с ЛСК для выпуска энергии ВУВ. В качестве мер активной взрывопожарной защиты МПА рассмотрены оборудование противодымной вентиляцией, пожарной сигнализацией, системой оповещения и управления эвакуацией, АУП как с активацией от теплового разрушения колбы при пожаре автомобиля, так и с принудительным пуском.

Выводы, изложенные в диссертационной работе, аргументированы и подтверждены результатами проведенных автором исследований.

Публикации. Основные результаты диссертации изложены в 18 публикациях: научным работам: 11 статей, в журналах, включенных в «Перечень рецензируемых научных изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук...» (Перечень ВАК), 7 публикаций включены в сборники трудов научных конференций. Получен патент на изобретение.

Результаты исследования реализованы в трех организациях и прошли апробацию на международных и всероссийских научно-практических конференциях.

Положения, выносимые на защиту:

1. Динамическая модель ОФГ в МПА с учётом различных сценариев расположения горящих автомобилей и каскадного характера развития пожара.

2. Динамическая модель ударно-волновых процессов в подземной автостоянке при взрыве ГБА с учётом различных сценариев его расположения.

3. Методы повышения пожаровзрывобезопасности подземных автостоянок с учётом нахождения на них как автомобилей на жидком моторном топливе, так и ГБА.

Данные положения обоснованы и соответствуют теме диссертационной работы.

Автореферат и текст диссертации. Текст диссертации изложен грамотным научным языком, соблюдена логическая последовательность.

Оформление соответствует ГОСТ 7.0.11–2011. Автореферат в полной мере отражает текст диссертационной работы.

Соответствие паспорту специальности. Диссертационное исследование соответствует п.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» и п.9 «Разработка научных основ, моделей и методов исследования процессов распространения опасных факторов пожара по объектам защиты» паспорта специальности 2.10.1 Пожарная безопасность (технические науки).

По диссертации имеются следующие **замечания**.

1. Глава 1 не содержит достаточно подробного анализа проблемы обеспечения пожарной безопасности рассматриваемых объектов. Нет анализа зарубежного опыта, а также основных российских нормативных документов в рассматриваемой области (в частности, свод правил СП 113.13330.2023 “Стоянки автомобилей”). Нет анализа даже российских публикаций (например, диссертация Г.В.Васюкова, защищенная в Академии ГПС МЧС России).

2. С. 42-46. Описаны результаты моделирования пожара, но не даны сведения о параметрах очага пожара (например, величина и параметры пожарной нагрузки). Сказано лишь, что рассматривается легковой автомобиль, но эти автомобили могут существенно различаться по своим характеристикам.

3. С. 47. Ошибочно утверждается, что система противопожарной защиты не учитывается в соответствии с положениями “Методики определения расчетных величин пожарного риска в зданиях, сооружениях и пожарных отсеках различных классов функциональной пожарной опасности” (утв. Приказом МЧС России от 14.11.2022 г. №1140). В п.3 указанной методики прямо говорится о необходимости учета системы противопожарной защиты при расчете пожарного риска.

4. В главе 4 некорректно рассматривается вопрос об учете взрыва метановоздушной смеси в объеме стоянки. На с.63 и далее описан случай детонации указанной смеси, который, как показано в многочисленных публикациях, крайне маловероятен в силу особенностей метана (большой размер ячейки детонации). В то же время далее рассматривается вопрос применения легкобрасываемых конструкций для предотвращения разрушения несущих строительных конструкций. Если принять, что взрыв происходит в детонационном режиме, то легкобрасываемые конструкции по меньшей мере бесполезны в силу своей инерционности. Таким образом, налицо явное противоречие.

Выявленные замечания не снижают существенным образом ценность диссертационной работы.

Заключение.

Диссертационное исследование Поташева Дмитрия Анатольевича на тему «Модели и методы обеспечения пожаровзрывобезопасности многоуровневых подземных автостоянок» является завершённой научно-квалификационной работой, в которой содержится решение актуальной научной задачи - разработки методического обоснования обеспечения пожаровзрывобезопасности подземных автостоянок с учётом нахождения там как автомобилей с двигателем внутреннего сгорания на жидком топливе, так и ГБА.

Считаю, что по своей актуальности, новизне, научно-практической значимости представленная диссертационная работа соответствует требованиям, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата наук согласно п.п. 9-11, 13, 14 Положения о присуждении ученых степеней, утвержденного постановлением Правительства РФ от 24 сентября 2013 года № 842 «О порядке присуждения ученых степеней», а ее автор, Поташев Дмитрий Анатольевич, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.10.1. Пожарная безопасность (технические науки).

Главный научный сотрудник
отдела пожарной безопасности промышленных объектов,
технологий и моделирования техногенных аварий
научно-исследовательского центра
нормативно-технических проблем пожарной безопасности
ФГБУ ВНИИПО МЧС России
доктор технических наук, профессор

 Шебеко Юрий Николаевич

«24» июля 2024 г.

Подпись Шебеко Юрия Николаевича заверяю
Заместитель начальника
научно-исследовательского центра
информационных технологий —
начальник отдела научно-технической информации
ФГБУ ВНИИПО МЧС России

 Катаргина И.В.

Федеральное государственное бюджетное учреждение
«Всероссийский ордена «Знак Почета» научно-исследовательский институт
противопожарной обороны»
143903, Московская область, город Балашиха, микрорайон ВНИИПО, дом 12,
тел: +7 (495) 521-23-33, E-mail: vniipo@vniipo.ru