

Отзыв официального оппонента

доктора технических наук, старшего научного сотрудника

Гилетича Анатолия Николаевича

на диссертационную работу Колодяжного Сергея Александровича «Прогнозирование времени блокирования путей эвакуации опасными факторами пожара в многофункциональных центрах», представленную на соискание ученой степени доктора технических наук по специальности 05.26.03 – Пожарная и промышленная безопасность (технические науки, отрасль строительство)

Актуальность темы диссертации

Пожары в многофункциональных центрах (МЦ), являющихся зданиями с массовым пребыванием людей, могут привести к катастрофическим последствиям с точки зрения гибели и травмирования людей. Поэтому одной из первоочередных задач при проектировании МЦ является обеспечение их пожарной безопасности.

Разработка оптимальных объемно-планировочных решений во многом определяется выполнением условия безопасной эвакуации людей при пожаре. Однако современные математические модели расчета динамики опасных факторов пожара (ОФП) не в полной мере учитывают особенности развития пожара в МЦ, в частности, влияние на термогазодинамическую картину пожара работы системы дымоудаления (СДУ), неустановившейся скорости выгорания горючего материала и ряда других факторов. Поэтому необходима разработка комплекса математических моделей, адаптированных к специфике объемно-планировочных решений и пожарной нагрузки МЦ.

Таким образом, выбранная диссертантом тема диссертационной работы, цель которой состояла в разработке комплекса уточненных моделей пожара и методики расчета динамики ОФП, учитывающих специфику объемно-планировочных и конструктивных решений МЦ, является весьма актуальной.

Общая характеристика работы

Диссертация состоит из введения, семи глав, выводов, списка литературы из 169 наименований, 80 рисунков, 9 таблиц и 3-х приложений и изложена на 257 страницах.

Во введении обосновывается актуальность выполненных соискателем исследований, сформулированы цель и задачи работы, отмечены новизна, теоретическая и практическая значимость полученных результатов, сформулированы основные положения, выносимые на защиту.

В первой главе выполнен анализ особенностей пожарной опасности МЦ, рассмотрены условия протекания и последствия реальных пожаров в МЦ. На достаточно высоком научном уровне проанализировано современное состояние математического моделирования термогазодинамики пожаров в помещениях. Рассмотрены основные положения современных аналитических, интегральных, зонных и полевых математических моделей. Особое внимание

б.х. л.б./92 от 04.09.2014

уделено моделированию развития пожара с учетом работы СДУ. Отмечено, что при применении полевой модели необходимо выполнить предварительный расчет по интегральной или зонной моделям с целью приближенного выбора параметров СДУ, что позволяет резко уменьшить количество трудоемких расчетов.

В выводах первой главы в качестве одной из главных проблем снижения пожарных рисков в МЦ отмечена необходимость разработки комплекса математических моделей расчета динамики ОФП в МЦ, специфику объемно-планировочных и конструктивных решений этих центров (в частности, наличие атриумов и неустановившуюся скорость выгорания горючих веществ).

Вторая глава диссертации посвящена описанию математических моделей прогнозирования динамики ОФП в помещениях. Представлены основные допущения, уравнения и дополнительные соотношения интегральной, зонной и полевой математических моделей, условия однозначности и методы решения.

Уделено особое внимание методам расчета расхода СДУ, наиболее широко применяемых в России и за рубежом. Отмечено, что использование формул этих методов для прогнозирования динамики ОФП в высоких помещениях не является корректным из-за невозможности обеспечения выполнения необходимых условий теории подобия. Поэтому необходимо уточнение этих формул.

Предложена методика прогнозирования блокирования путей эвакуации, которая учитывает входные и выходные параметры интегральной, зонной и полевой математических моделей пожара с учетом особенностей развития пожара в МЦ.

В выводах ко второй главе выделены основные особенности и отличия предложенных методов расчета времени блокирования путей эвакуации ОФП от существующих.

В третьей главе разработана модификация зонной математической модели расчета динамики ОФП в помещении, которая учитывает форму конвективной колонки. В качестве базовой модели взята трехзонная модель, в которой помещение разделено на три зоны: конвективная колонка, припотолочный слой и область холодного воздуха.

На основе теоретических и экспериментальных исследований угла полураскрытия конвективной колонки в помещении предложено дифференциальное уравнение для расчета массового расхода через поперечное сечение конвективной колонки.

С целью изучения процесса распространения смеси продуктов горения, воздуха и дыма при пожаре проведены экспериментальные исследования на макете помещения с регулируемым по высоте потолком. Полученные опытные данные подтверждают достоверность проведенных теоретических исследований.

В четвертой главе представлены результаты исследований по определению критической продолжительности пожара в помещении с очагом возго-

рания по условиям достижения предельно допустимого значения температуры, концентраций кислорода и токсичных газов. Получены аналитические зависимости, позволяющие рассчитать критическое время эвакуации по потере видимости в помещении очага пожара, а также в смежных с ним помещениях на начальной стадии пожара. Выполнен анализ условий корректного применения представленных аналитических формул и полученных с их помощью графических зависимостей.

Разработанная уточненная математическая модель пожара, учитывающая объемный расход и время включения вентиляции в условиях неустановившегося процесса выгорания жидкости, представлена в пятой главе. Приведены результаты теоретического исследования влияния работы СДУ на развитие пожара с использованием предложенной модели и интегральной модели Кошмарова Ю.А.

В шестой главе представлены результаты экспериментальных исследований динамики удельной массовой скорости выгорания жидкости и твердых горючих материалов с учетом работы противодымной вытяжной вентиляции, времени ее включения и объемного расхода при неустановившемся процессе горения жидкости. Получены регрессионные уравнения в случаях горения твердого материала (смесь древесины, бумаги и текстиля) и этилового спирта. С учетом разработанного регрессионного уравнения для горения жидкости при неустановившемся процессе ее горения предложены аналитические зависимости для определения значений ОФП в условиях работы СДУ.

Дано описание разработанного программного комплекса, позволяющего моделировать протекание пожаров на базе интегральной математической модели пожара с учетом работы СДУ.

В седьмой главе отражена практическая значимость результатов диссертации. Представлены результаты расчетов развития пожаров в сложнейших с точки зрения объемно-планировочных решений объектах – в Государственном Кремлевском Дворце, в многофункциональном торговом комплексе ООО «МЕТРО Кэш энд Керри», в атриуме 5-ти этажного здания торгово-развлекательного комплекса «Галерея» и в подземной автостоянке торгово-развлекательного комплекса «Вегас II». Из анализа динамики ОФП предложены эффективные противопожарные мероприятия (например, в ГКД – совместное использование СДУ и противопожарных штор), позволяющие обеспечить безопасную эвакуацию людей.

Общая методология и методика исследования

В основе методики исследования, применяемой в диссертации, лежат известные современные теоретические и экспериментальные методы изучения процессов тепломассообмена при пожаре в помещении, опирающиеся на фундаментальные законы физики - законы сохранения массы, импульса и энергии.

В диссертации использовались следующие методы теоретического познания: восхождение от абстрактного к конкретному, анализ и синтез, формализация; методы экспериментального исследования, такие как наблюдение

ние, описание, сравнение, измерения, эксперимент; теория вероятности и статистические методы обработки экспериментальных данных.

Современные представления о процессах горения и экспериментально установленные закономерности динамики ОФП в помещениях лежали в основе разработки предложенных физических и математических моделей.

Обоснован переход от физической модели к натурному объекту при определении коэффициентов регрессионного уравнения.

Экспериментальные исследования выполнялись с использованием метрологически аттестованной контрольно-измерительной аппаратуры и современных методов автоматизированной обработки полученных данных.

Степень обоснованности и достоверности научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации

Выполненные теоретические исследования с целью получения новых функциональных зависимостей проведены с применением уточненных интегральных и зонных моделей пожаров, основанных на широко используемых соответствующих современных моделях других авторов.

Обоснованность научных положений и выводов, сделанных в диссертации, определяется глубокой проработкой сформулированной автором диссертации проблемы.

Автором диссертации с целью планирования эксперимента разработан композиционный план Бокса-Уилсона 3-го порядка с дополнением в виде «звездных точек» с целью получения достоверных регрессионных уравнений, а также сокращения количества опытов при определении последовательности проведения экспериментальных исследований. На основе выбранного плана проведена первичная статистическая обработка результатов проведенных серий экспериментов. Результаты теоретических исследований и экспериментальных данных хорошо коррелируются друг с другом.

Достоверность представленных в диссертации результатов подтверждается применением фундаментальных соотношений для описания процессов распространения ОФП, тестированием разработанных методов и алгоритмов их решения, использованием современных методов и физических величин при проведении экспериментальных исследований, а также соответствием результатов теоретических и экспериментальных исследований.

Научная новизна результатов исследований, представленных в диссертации

Новизна результатов теоретических и экспериментальных исследований Колодяжного А.С. подтверждается соответствующими публикациями автора в рецензируемых журналах из списка ВАК и докладами на международных и российских научно-практических конференциях. В качестве наиболее значимых результатов можно выделить:

1. Разработка уточненной зонной модели расчета ОФП в помещениях при работе СДУ, учитывающей форму конвективной колонки с помощью зависимости локального угла полураскрытия колонки от высоты ее поперечного сечения.

2. Новые экспериментальные данные по углу полураскрытия конвективной колонки, позволяющие более точно, чем в существующих математических моделях, определить объемный расход СДУ.

3. Регрессионные уравнения в случаях горения твердого материала (смесь древесины, бумаги и текстиля) и этилового спирта для определения удельной массовой скорости выгорания с учетом времени включения СДУ и ее объемного расхода.

4. Разработка экспериментального стенда и методики проведения экспериментов по определению удельной массовой скорости выгорания твердых и жидких горючих материалов с целью получения исходных данных для выполнения расчетов динамики ОФП с использованием как предложенных, так и существующих интегральной, зонной и полевой математических моделей с учетом времени включения и объемного расхода СДУ.

5. Аналитические решения системы дифференциальных уравнений интегральной математической модели расчета динамики ОФП, позволяющие определять критическую продолжительность пожара по потере видимости в помещениях, смежных с помещением очага пожара, и являющиеся исходными данными для расчета параметров СДУ.

Практическая значимость результатов выполненных исследований

Разработанный соискателем комплекс математических моделей расчетов динамики ОФП позволяет разрабатывать эффективные противопожарные мероприятия по обеспечению безопасной эвакуации людей из МЦ с учетом особенностей их объемно-планировочных решений.

Внедрение результатов диссертационных исследований позволило уменьшить значение индивидуального пожарного риска до нормативной величины при реконструкции Государственного Кремлевского Дворца, при проектировании МТК ООО «МЕТРО Кэш энд Керри», атриума 5-ти этажного здания торгово-развлекательного комплекса «Галерея» и подземной автостоянки торгово-развлекательного комплекса «Вегас II».

Разработанный программный комплекс позволяет моделировать динамику ОФП и сокращать временные затраты при определении величины пожарного риска в МЦ.

Предложенные математические модели и экспериментальные методики могут использоваться при подготовке специалистов пожарной охраны и выпускников высших учебных заведений технического профиля.

Полнота публикаций по теме диссертации

В диссертационном исследовании автором выполнен анализ значительного количества литературных источников, а также научно-методических разработок зарубежных и отечественных ученых.

Структура диссертации, построение ее разделов и глав выглядят обоснованно. Автореферат полностью соответствует содержанию диссертационной работы.

Опубликованные автором работы достаточно широко отражают основные научные результаты диссертационного исследования.

Замечания по диссертационной работе

1. Представленные в шестой главе результаты экспериментальных исследований с целью получения регрессионных уравнений, описывающих зависимость удельной массовой скорости выгорания веществ и материалов от объемного расхода СДУ и времени ее включения, получены для твердого (смесь деревянных заготовок, бумаги и текстиля) и жидкого (этиловый спирт) горючих материалов. Однако в многофункциональных центрах также широко распространены изделия из полимерных материалов, которые в диссертации не рассматривались.

2. Результаты диссертационных исследований не использовались при разработке нормативных документов в области пожарной безопасности, что снижает значимость практического внедрения полученных результатов.

3. Сравнение результатов расчета распределения массового расхода смеси газов по высоте конвективной колонки с использованием предложенного соискателем дифференциального уравнения (ур. 3.6 в тексте диссертации, стр. 94) и полевой модели расчета термогазодинамики пожара показало удовлетворительное совпадение. Однако экспериментальное подтверждение точности полученного уравнения выполнено только косвенно за счет визуализации формы конвективной колонки без измерения расходов газовой смеси по ее высоте.

4. Программный комплекс, разработанный при выполнении диссертационной работы и реализующий представленные в главе 7 математические модели, не имеет свидетельства о регистрации программ для ЭВМ.

Отмеченные замечания не снижают общую положительную оценку работы.

Заключение по диссертации

Диссертация Колодяжного Сергея Александровича «Прогнозирование времени блокирования путей эвакуации опасными факторами пожара в многофункциональных центрах» выполнена на высоком научном уровне и является законченной научно-квалификационной работой.

В диссертационной работе решена крупная научная и социальная проблема по снижению пожарных рисков гибели людей, находящихся в многофункциональных центрах, на основе разработки научных основ и создания комплекса математических моделей и методики расчета динамики опасных факторов пожара с учетом особенностей объемно-планировочных решений и пожарной нагрузки многофункциональных центров.

Диссертация соответствует п.5 паспорта научной специальности 05.26.03 – Пожарная и промышленная безопасность (технические науки, отрасль строительство): «Разработка научных основ, моделей и методов исследования процессов горения, пожаро- и взрывоопасных свойств веществ, ма-

териалов, производственного оборудования, конструкций, зданий и сооружений».

На основании вышеизложенного считаю, что по актуальности темы, научной новизне, достоверности и оригинальности полученных результатов, обоснованности научных положений и выводов, практической значимости рассматриваемая диссертационная работа удовлетворяет требованиям Положения о присуждении ученых степеней, утвержденного Постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. № 842, предъявляемым к докторским диссертациям, а ее автор – Колодяжный Сергей Александрович заслуживает присуждения ученой степени доктора технических наук по специальности 05.26.03 – Пожарная и промышленная безопасность (технические науки, отрасль строительство).

Официальный оппонент,
Начальник отдела производственного контроля
Департамента по строительству и эксплуатации
гражданских объектов
Публичного акционерного общества «Ростелеком»
доктор технических наук, с.н.с.

А.Н. Гилетич

«22» 08 2017 г.

Департамент по строительству и эксплуатации гражданских объектов
Публичного акционерного общества «Ростелеком»
Адрес: 119121, г. Москва, ул. Плющиха, д.55, с.2
Телефон: +7(499)9997941
Эл. почта: rostelecom@rt.ru

Подпись Гилетича Анатолия Николаевича заверяю:
Директор Департамента по строительству
и эксплуатации гражданских объектов

Публичного акционерного общества «Ростелеком»
«22» 08 2017 г. Ж.В. Соколик

