

ОТЗЫВ
официального оппонента

на диссертационную работу Барановского Алексея Сергеевича
«Моделирование развития пожара для оптимизации проектных решений
автотранспортных тоннелей»,
представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук
по специальности 05.26.03 «Пожарная и промышленная безопасность»
(технические науки, отрасль строительство)

Актуальность темы исследования

Диссертационная работа Барановского Алексея Сергеевича посвящена решению проблемы оптимизации проектных решений автотранспортных тоннелей при помощи методов моделирования развития пожара.

Проведенный автором анализ чрезвычайных ситуаций на объектах тоннельного строительства показал, что пожар в тоннеле является наиболее серьезной из всех видов опасности. Ликвидация пожара, спасение и эвакуация людей при этом, как правило, очень затруднены, что может привести к человеческим жертвам и иным негативным последствиям.

Актуальность работы также состоит в необходимости учета уникальных проектных решений автодорожных тоннелей для создания эффективной системы их противопожарной защиты. Значительную роль в данном случае играет влияние основных характеристик тоннеля на процесс распространения пожара, поэтому оценка такого влияния является важной и актуальной задачей.

Цель исследования заключалась в моделировании развития пожара в автодорожном тоннеле для оптимизации проектных решений и повышения уровня его пожарной безопасности.

Объектом исследования являлся процесс развития пожара на объектах автотранспортных тоннелей.

Предметом исследования являлись проектные решения, а также отдельные строительные и пожарно-технических характеристики автотранспортных тоннелей, оказывающие влияние на процесс развития пожара.

Структура и объем работы. Структура диссертации логична, последовательна и состоит из введения, четырех глав, заключения, списка литературы и приложений. Содержание работы изложено на 153 страницах, включает в себя 7 таблиц, 47 рисунков и список литературы из 119 наименований.

Во введении обоснована актуальность научного исследования, сформулирована задача, цель работы и основные задачи исследования, которые необходимо решить для её достижения, научная новизна, теоретическая и практическая значимость работы, положения, выносимые на защиту и апробация результатов.

Ex. № 154 от 26.08.2022.

В первой главе «Пожары в автотранспортных тоннелях. Прогнозирование распространения опасных факторов пожара. Обзор существующих исследований» описаны основные объемно-планировочные и конструктивные решения сооружений тоннелей, влияющие на процесс распространения опасных факторов пожара. Приведены примеры наиболее резонансных случаев пожаров в автотранспортных тоннелях, произошедших в мире. Показано, что пожар является наиболее значительной из всех видов опасности в тоннеле.

Описаны составные части систем пожарной безопасности автотранспортных тоннелей, в том числе с учетом требований существующих нормативных документов.

Показано влияние характеристик автодорожных тоннелей на обеспечение их пожарной безопасности и отмечено, что многофакторность процесса распространения пожара в данном случае делает необходимым (или крайне желательным) прогнозирование распространения ОФП и расчет времени блокирования путей эвакуации для объектов автотранспортных тоннелей.

В этой же главе описаны основные математические модели, используемые для численных расчетов. Сделан вывод о наибольшей целесообразности использования для моделирования полевой математической модели. Приведены основные уравнения матмодели и необходимых подмоделей.

Далее приведен литературный обзор, посвященный исследованию и прогнозированию характеристик пожара в тоннелях с использованием методов численного моделирования.

Во второй главе «Формулировка и апробация математической модели в рамках программного комплекса SOFIE. Результаты моделирования, сравнение с экспериментом» сформулирована полевая математическая модель расчета. Изложены основные уравнения модели, а также описаны подмодели, необходимые для проведения расчета.

Описана экспериментальная часть работы, состоящая из двух экспериментов – на модели тоннеля (проведены автором самостоятельно на базе ФГБУ ВНИИПО МЧС России) и в полномасштабном недействующем тоннеле Memorial (США).

Сделан вывод о том, что используемая математическая модель, реализованная в программном комплексе SOFIE, адекватно описывает термодинамические характеристики газовой среды при пожаре и может быть использована для прогнозирования распространения опасных факторов пожара в автодорожном тоннеле.

В третьей главе «Исследование влияния различных факторов на распространение опасных факторов пожара в тоннеле методом численного моделирования» автором представлены результаты численных исследований с помощью сформулированной математической модели, реализованной в программном комплексе SOFIE.

Рассматривается влияние различных факторов на распространение ОФП в модельном тоннеле. В частности, проведены численные исследования влияния уклона и ширины тоннеля, а также мощности тепловыделения на распространение ОФП в модельном тоннеле. Предварительно выполнена оценка параметров расчетной сетки и выбраны ее оптимальные размеры. Численные исследования проведены для нескольких значений каждого из исследуемых параметров. Также представлен подробный анализ полученных результатов.

Сделан вывод, что наиболее экстремальные значения рассмотренных характеристик (уклон, мощность, ширина) приводят к более быстрому последовательному блокированию участков путей эвакуации в первые минуты пожара, однако, в последующие моменты времени расстояния, блокированные ОФП для любых значений рассматриваемых характеристик могут фактически выравниваться, что является существенным при проектировании эвакуационных путей с учетом времени начала эвакуации. Результат также зависит от постановки граничного условия постоянства давления и наличие погрешности моделирования движения ОФП в области портала из-за некоторой некорректности работы указанного граничного условия на границе портала по причине наличия недостатков программы SOFIE.

В четвертой главе «Практическое применение» описаны объекты тоннельного строительства, на которых реализованы результаты диссертационной работы. В частности, оптимизированы различные проектные решения для:

- автодорожного тоннеля №6 на участке обхода г. Сочи автодороги Джубга-Сочи (доказана необходимость применения поперечной схемы противодымной вентиляции, подтверждено безопасное расстояние между эвакуационными сбоями);

- межтерминального перехода между СТК и ЮТК аэропорта Шереметьево (обосновано отсутствие необходимости эвакуации пассажиров в объем тоннеля при пожаре в вагоне состава с разработкой соответствующего алгоритма эвакуации, подтверждена возможность технологических решений для перевозки пассажиров с использованием зоны режимных ограничений на посадочных plataформах);

- участка Краснопресненского проспекта от МКАД до проспекта Маршала Жукова (разработаны мероприятия по обеспечению пожарной безопасности и проектные решения, обеспечивающие безопасную эвакуацию людей при пожаре).

Применение результатов диссертационной работы на указанных объектах подтверждено соответствующими актами внедрения.

В заключении изложены основные выводы по диссертации.

Оценка научной новизны и достоверности результатов.

Научная новизна представленных результатов и положений диссертации заключается в следующем:

- на модели тоннеля получены новые экспериментальные данные по распространению ОФП в тоннеле, позволяющие апробировать полевую

математическую модель.

- сформулирована математическая модель расчета, описывающая развитие пожара в автотранспортном тоннеле, и проведена ее апробация на основе сравнения с данными эксперимента.
- с помощью математической модели проведены численные эксперименты и установлено существенное влияние уклона, ширины тоннеля и мощности очага пожара на процесс распространения ОФП в тоннеле.

Достоверность полученных результатов исследования подтверждается применением современных методов исследования, удовлетворительной сходимостью результатов численного моделирования и экспериментальных данных, использованием аттестованной измерительной аппаратуры, апробированных методик измерения, адекватностью полученных расчетных данных и непротиворечивостью результатов.

Требования к публикации основных научных результатов диссертации, предусмотренные п. 13 Положения о присуждении учёных степеней, выполнены. Автором по теме диссертации опубликовано 11 научных работ, в том числе 3 статьи в изданиях, рекомендованных ВАК. Основные результаты исследования доложены в рамках проведения российских и международных конференций. Текст автореферата полностью соответствует содержанию диссертации.

Теоретическая и практическая значимость работы.

Теоретическая значимость результатов исследования:

- подтверждена эффективность применения методов математического моделирования для решения задач пожарной безопасности автотранспортных тоннелей и сформулирована полевая математическая модель, описывающая развитие пожара в автотранспортном тоннеле.

Практическая значимость полученных результатов исследования:

- полевая математическая модель апробирована на основе данных экспериментов, что позволяет с ее помощью достоверно прогнозировать распространение ОФП при пожаре и оптимизировать проектные решения автодорожных тоннелей для снижения их пожарной опасности;
- получены зависимости влияния уклона и ширины тоннеля, а также мощности очага пожара на процесс распространения ОФП, позволяющая обосновать объемно-планировочные решения автотранспортного тоннеля.

Результаты исследования реализованы при проектировании нескольких тоннелей в России.

Замечания и рекомендации по диссертации.

1. Приводятся составные части систем пожарной безопасности автотранспортных тоннелей, но не рассматриваются аспекты обеспечения огнестойкости тоннельных конструкций.
2. Рассматривается тепловыделение только для стандартного режима пожара до 100 МВт, тогда как в научно-технической литературе приводятся данные по испытаниям и расчетам при углеводородном и тоннельном режимах пожара, когда суммарная пожарная нагрузка может составлять 300 МВт в течение 120 мин.

3. В работе принята, как наиболее опасный фактор пожара, только оптическая плотность дыма, при этом отсутствуют (хотя бы для одного из вариантов расчета) поля температур.

4. Предлагается рассмотреть также и уклон 1,5% (таблица 4).

5. Не ясно, по отношению к чему Приложение А является обязательным.

6. Имеются также незначительные замечания, например, объем 1 главы следует сократить, для главы 4 рекомендуется конкретизировать название.

Данные замечания не меняют положительную оценку работы.

Заключение

Диссертационная работа Барановского Алексея Сергеевича является законченным научным исследованием, содержащим решение актуальной задачи оптимизации проектных решений автотранспортных тоннелей с целью повышения их уровня пожарной безопасности, что имеет существенное значение для обеспечения пожарной безопасности объектов транспорта. Сискатель эффективно применял методы прямого эксперимента и математического моделирования.

По содержанию, научной и практической значимости работа соответствует требованиям п. 9 и 10 Положения о порядке присуждения ученых степеней, утвержденного Постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 года № 842, а ее автор, Барановский Алексей Сергеевич, заслуживает присуждения учёной степени кандидата технических наук по специальности 05.26.03 «Пожарная и промышленная безопасность» (технические науки, отрасль строительство).

Доцент Высшей школы промышленно-гражданского и дорожного строительства
Инженерно-строительного института
ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого»
кандидат технических наук, доцент
+7 (921) 912 64 07,
e-mail: gravit_mv@spbstu.ru,
marina.gravit@mail.ru
24.08.2022

Гравит М.В. Гравит

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого» (ФГАОУ ВО «СПбПУ»).

195251, г. Санкт-Петербург, ул. Политехническая, 29. Тел: +7(812)297-59-49;
Email: deanery@icef.spbstu.ru. Сайт: <https://www.spbstu.ru>

