Минобрнауки России
Федеральное государственное
бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Национальный исследовательский
университет «МЭИ»
111250, Россия, Москва,
Красноказарменная ул., 14,
Тел.: (495) 362-75-60, факс: (495) 362-89-38
E-mail: universe@mpei.ac.ru
http://www.mpei.ru

№ 1218/520

«30» 08 2018 г.

УТВЕРЖДАЮ
Проректор ФГБОУ ВО
"Национального исследовательского
университета "МЭИ"
по научной работе
доктор технических наук, с.н.с

_____В.К. Драгунов

«30» 08 2018 г.

ОТЗЫВ

ведущей организации

на диссертационную работу Акперова Руслана Гянджавиевича на тему «Экспериментально-теоретический подход к расчету времени блокирования путей эвакуации токсичными продуктами горения при пожаре в производственных зданиях гидроэлектростанций», представленную на соискание ученой
степени кандидата технических наук по специальности 05.26.03 «Пожарная и промышленная безопасность» (технические науки, отрасль энергетика)

Диссертационная работа соискателя Акперова Руслана Гянджавиевича посвящена решению важной научно-технической задачи – разработке экспериментально-теоретического подхода к расчету времени блокирования путей эвакуации токсичными продуктами горения при пожаре в производственных зданиях гидроэлектростанций с учетом параметров процесса горения современных веществ и материалов, находящихся в вышеуказанных зданиях.

Вх. л. 6/166 от 10.09.2018

Пожарная безопасность объектов энергетики и работающего на них персонала является актуальной и жизненно необходимой. Пожары в производственных зданиях ГЭС могут привести не только к гибели людей и большому материальному ущербу, но и к катастрофическим последствием вследствие выхода ГЭС из строя на длительный срок.

Основной причиной гибели людей на пожарах является отравление токсичными продуктами горения. Однако база типовой пожарной нагрузки, используемая в качестве исходных данных при расчете времени блокирования путей эвакуации, не включает в себя применяющиеся в зданиях ГЭС современные строительные и отделочные материалы, кабели НГ, современные смазочные масла и т.д.

Кроме того, данные по веществам, входящим в существующую базу данных, получены из экспериментов, проведенных в мелкомасштабных опытных установках. Научного обоснования возможности использования этих данных при расчете динамики опасных факторов пожара в полномасштабных помещениях в настоящее время нет.

Поэтому, разработка экспериментально-теоретической модели расчета концентраций токсичных продуктов горения, учитывающей свойства горючих материалов и масштабный фактор, а также позволяющей определить время блокирования путей эвакуации токсичными газами с целью обеспечения безопасной эвакуации людей из производственных зданий ГЭС, является **актуальной научной и практической задачей**.

Диссертация Акперова Руслана Гянджавиевича состоит из введения, четырех глав, выводов по диссертации, списка использованной литературы и приложений (акты внедрения, патент).

Диссертация четко структурирована, содержание работы вытекает из избранной диссертантом темы, целей, задач, объекта и предмета исследования.

Во введении обоснована актуальность темы диссертации, сформулированы объект, предмет, цель и задачи исследования, изложены научная новизна работы

и ее практическая значимость, положения, выносимые на защиту, достоверность полученных результатов, апробация работы.

В первой главе диссертации «Анализ опасности токсичных газов при пожаре в производственных зданиях ГЭС» на достаточно высоком уровне проведен обзор и анализ литературных источников, касающихся пожарной опасности производственных зданий ГЭС, методикам определения токсичности продуктов горения веществ и материалов и расчетным методам определения времени блокирования путей эвакуации токсичными продуктами горения.

Выполнен анализ особенностей объемно-планировочных и конструктивных решений ГЭС, влияющих на пожарную опасность ГЭС. Выявлены наиболее опасные с точки зрения эвакуации людей сценарии возможного пожара. Показано, что пожар в машинном зале ГЭС является наиболее опасным вариантом пожара.

Анализ аварий на ГЭС позволил выявить причины возникновения и дальнейшего распространения пожара, а также основную горючую нагрузку.

Проведен анализ химического состава и токсичности продуктов горения веществ и материалов, находящихся в производственных помещениях ГЭС. Выявлены газы, выделяющиеся при горении, представляющие наибольшую опасность для человека.

Рассмотрены современные отечественные и зарубежные методы испытаний веществ и материалов на токсичность продуктов горения. Выявлены различия методов и подходов, а также их недостатки.

Исследовано воздействие токсичных продуктов горения на организм человека. Учитывались критические величины концентраций, плотностей и токсодоз для различных токсичных газов, выделяющихся при горении.

Рассмотрены методы расчета концентраций токсичных газов в помещениях и на путях эвакуации и методы расчета необходимого времени эвакуации людей при пожаре в зданиях и сооружениях.

В выводах представлено современное состояние проблемы, сформулирована цель диссертации и дана постановка цели и задач исследования.

Во второй главе «Методы расчета концентраций токсичных газов на путях эвакуации при пожаре в производственных зданиях ГЭС» представлены разработанные модифицированные математические модели и методика расчета распространения токсичных газов при пожаре в производственных зданиях ГЭС.

Представлены основные уравнения и условия однозначности интегральной модели расчета термогазодинамики пожара в помещении.

Для условно герметичного помещения получено аналитическое решение для расчета плотности токсичного газа, в которое не входят размеры помещения. Определена возможность применения результатов мелкомасштабных экспериментов для расчета концентраций токсичных газов в полномасштабных помещениях.

Разработана методика расчета распространения токсичных газов при пожаре в производственных зданиях ГЭС.

Отмечены основные отличия от существующих методик расчета, а именно отсутствие необходимости решения дифференциального уравнения, в которое входит удельный коэффициент выделения токсичного газа.

В выводах по второй главе даны рекомендации по использованию предложенных математических моделей для определения времени блокирования путей эвакуации токсичными продуктами горения при пожаре в производственных зданиях ГЭС.

В третьей главе «Экспериментальная установка для определения пожарной опасности веществ и материалов при их термическом разложении» представлена конструкция новой разработанной экспериментальной установки с обоснованием конструктивных особенностей и методики проведения в ней экспериментов.

Проведена постановка задачи экспериментального определения зависимости среднеобъемной плотности токсичного газа от среднеобъемной температуры в разработанной экспериментальной установке.

Предложены пути совершенствования стандартного метода испытаний на токсичность продуктов горения по ГОСТ 12.1.044–89 п.4.20.

Представлены результаты испытаний с целью обоснования конструктивных особенностей установки, в том числе экспериментальное обоснование нахождения места отбора газовой смеси в герметичном объеме камеры.

В выводах по третьей главе приведены отличия разработанной экспериментальной установки и подобных современных установок по определению токсичности продуктов горения веществ и материалов. Отмечена возможность использования результатов полученных на новой установке для расчета времени блокирования путей эвакуации токсичными продуктами горения.

В четвертой главе «Исследование времени блокирования путей эвакуации токсичными продуктами горения в производственных зданиях ГЭС на примере монооксида углерода» представлены исходные данные и результаты натурных и численных экспериментов по прогнозированию динамики ОФП в производственном здании ГЭС.

Представлены экспериментально полученные зависимости среднеобъемной плотности монооксида углерода от повышения среднеобъемной температуры и зависимости удельных коэффициентов образования монооксида углерода от времени в случае горения хвойных древесных стройматериалов, трансформаторного масла и оболочки кабелей ПВХ.

Представлены экспериментально полученные зависимости удельной массовой скорости газификации горючего материала от времени с начала горения для хвойных древесных стройматериалов и трансформаторного масла.

Проведен анализ полученных результатов и сделаны выводы.

Для проверки точности и достоверности предложенных зависимостей представлены результаты расчета термогазодинамики пожара в полномасштабных помещениях производственного здания Нижегородской ГЭС с использованием трехмерной полевой модели пожара и с использованием предложенного подхода.

Сделаны выводы о том, что результаты экспериментальных исследований в маломасштабном объеме (для рассмотренных исходных данных) позволяют проводить расчет среднеобъемной плотности монооксида углерода и

распространять их на полномасштабное помещение с учетом поправки на коэффициент теплопотерь.

Представлена разработанная методика расчета времени блокирования путей эвакуации токсичными продуктами горения и даны практические рекомендации по расчету времени блокирования путей эвакуации токсичными продуктами горения при пожаре для людей без средств индивидуальной защиты с учетом объемно-планировочных и конструктивных особенностей производственных зданий ГЭС.

В выводах по четвертой главе отмечена научная и практическая новизна и значимость полученных результатов.

В качестве **научной новизны** результатов работы Акперова Руслана Гянджавиевича можно отметить следующие.

1. Модернизирована стандартная методика испытаний на токсичность, которая позволяет без использования биологического объекта в дополнение к измерениям концентраций токсичных газов и кислорода измерять скорость газификации горючего материала и удельный коэффициент образования токсичных газов, что необходимо в качестве исходных данных при расчете времени блокирования путей эвакуации токсичными продуктами горения.

2. Разработаны модификации интегральной и зонной моделей, используемых при расчете времени блокирования путей эвакуации токсичными продуктами горения, в которых не решаются дифференциальные уравнения законов сохранения массы токсичных газов, а применяются экспериментальные зависимости плотностей токсичных газов от температуры учетом масштабного фактора.

3. В работе получены новые экспериментальные и теоретические данные по зависимости плотности монооксида углерода от среднеобъемной температуры, величинам удельной скорости газификации и удельного коэффициента образования монооксида углерода для древесины (сосна), трансформаторного масла и оболочек кабелей в условно герметичном объеме, которые необходимы при определении времени блокирования путей эвакуации

токсичными продуктами горения с использованием разработанной методики расчета.

Также новыми научными результатами являются полученные в результате проведения экспериментов особенности термогазодинамической картины пожара в модельных машинных залах, которые позволяют дать научно-обоснованные практические рекомендации по обеспечению выполнения условия безопасной эвакуации людей из машинных залов ГЭС.

Использование в диссертации апробированных методов расчета характеристик тепломассообмена, современных численных методов решения обыкновенных дифференциальных уравнений и уравнений в частных производных, использованием при проведении экспериментов поверенных средств
измерений, апробированных методов обработки результатов экспериментов, а также удовлетворительным совпадением полученных результатов с экспериментальными данными и теоретическими результатами других авторов подтверждает **достоверность** выполненной работы.

Практическая значимость полученных результатов также несомненна.

Теоретическая и практическая значимость работы заключается в:

– научном обосновании использования в математической интегральной и зонной моделях расчета времени блокирования путей эвакуации токсичными продуктами горения в производственных зданиях ГЭС экспериментальных зависимостей среднеобъемной плотности токсичного газа от температуры, полученных в маломасштабной установке, с учетом масштабного фактора и особенностей термогазодинамической картины пожара в полномасштабном помещении;

– совершенствовании научных основ обеспечения безопасной эвакуации людей при пожаре в производственных зданиях ГЭС;

– создании экспериментальной установки для определения пожарной опасности веществ и материалов при их термическом разложении, применяющихся в строительстве, на основе оценки по данным химического

анализа с использованием усовершенствованной методики проведения испытаний, что позволит расширить базу данных горючей нагрузки по свойствам современных строительных материалов;

– создании методики расчета времени блокирования путей эвакуации токсичными продуктами горения на основе модифицированных интегральной и зонной моделей, используемых для расчета пожарных рисков.

Основные рекомендации по использованию результатов и выводов, приведенных в диссертации, заключаются в следующем:

- предложенная методика расчета может использоваться для расчета пожарных рисков в производственных зданиях ГЭС;

- экспериментально полученные новые данные - удельные коэффициенты образования монооксида углерода и удельные массовые скорости газификации от времени испытаний при горении веществ и материалов, используемых на ГЭС, могут расширить существующую базу типовой горючей нагрузки, используемой при расчете пожарных рисков;

- разработанные научно-обоснованные практические рекомендации по расчету времени блокирования путей эвакуации токсичными продуктами горения при пожаре для людей без средств индивидуальной защиты с учетом объемно-планировочных и конструктивных особенностей производственных зданий ГЭС могут использоваться при проектировании ГЭС.

В качестве **замечаний** по диссертационной работе следует отметить:

1. Удельный коэффициент образования монооксида углерода определялся в экспериментах в режиме пламенного горения. Однако при тлеющем горении величина этого коэффициента может быть существенно больше.

2. В модифицированной интегральной математической модели (уравнения (2.2.1)-(2.2.4)) коэффициент теплопотерь принят постоянным, однако обоснование такого выбора не представлено.

3. Имеются замечания редакционного характера и незначительные опечатки, не изменяющие содержание диссертации. Например, координата z в

формуле (2.3.2.1) зонной модели отсчитывается от открытой поверхности горючего материала, а в уравнении (2.1.7) интегральной модели – от уровня пола.

Сделанные замечания не снижают общую положительную оценку диссертации, ее научную ценность и практическую значимость.

Заключение по работе

Диссертация написана ясным и чётким языком, хорошо оформлена и достаточно иллюстрирована. Автореферат диссертации написан грамотным языком, достаточно хорошо оформлен, полностью отражает содержание диссертации и соответствует требованиям, предъявляемым ВАК России к авторефератам на соискание ученой степени кандидата технических наук. Основные результаты диссертации достаточно полно опубликованы в 22 научных работах, в том числе, в 4-х статьях в журналах, рекомендованных ВАК Минобразования и науки Российской Федерации, 1 статья в международном рецензируемом журнале из перечня Scopus, 1 монография и 1 патент.

Предоставленная на отзыв диссертационная работа соответствует паспорту специальности 05.26.03 «Пожарная и промышленная безопасность» (отрасль энергетика, технические науки), а именно:

пункту 3 «Научное обоснование принципов и способов обеспечения промышленной и пожарной безопасности на предприятиях промышленности, строительства и на транспорте»;

пункту 5 «Разработка научных основ, моделей и методов исследования процессов горения, пожаро- и взрывоопасных свойств веществ, материалов, производственного оборудования, конструкций, зданий и сооружений».

Таким образом, на основании анализа материалов, представленных в рассматриваемом исследовании, можно заключить, что диссертационная работа Акперова Руслана Гянджавиевича по актуальности, новизне, научному уровню и практической значимости полностью соответствует требованиям ВАК России, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а автор работы Акперов Руслан Гянджавиевич заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата

технических наук по специальности 05.26.03 - Пожарная и промышленная безопасность (технические науки, отрасль энергетика).

Отзыв на диссертационную работу рассмотрен и одобрен на заседании кафедры инженерной экологии и охраны труда Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Национальный исследовательский университет «Московский энергетический институт» (НИУ "МЭИ").

« 30 » августа 2018 г. (протокол № 60/18).

Заведующая кафедрой инженерной
экологии и охраны труда
ФГБОУ ВО НИУ "МЭИ"
доктор технических наук, доцент Кондратьева О.В.

Профессор кафедры инженерной
экологии и охраны труда
НИУ "МЭИ"
доктор технических наук, профессор Медведев В.Т.

Подписи удостоверяю
ЗАМЕСТИТЕЛЬ НАЧАЛЬНИКА
УПРАВЛЕНИЯ ПО РАБОТЕ С ПЕРСОНАЛОМ
Л.И.Полевая

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования Национальный исследовательский университет «Московский энергетический институт» (НИУ "МЭИ").
Адрес: 111250, Россия, г. Москва, Красноказарменная улица, дом 14
Телефон: +7 495 362-75-60 , Email: universe@mpei.ac.ru