

## ОТЗЫВ ОФИЦИАЛЬНОГО ОППОНЕНТА

доктора технических наук, профессора Таранцева Александра Алексеевича на диссертационную работу Акперова Руслана Гянджавиевича «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)

### Актуальность темы диссертации

Эффективное развитие экономики России и других стран неразрывно связано с развитием энергетического комплекса. Поскольку ресурс углеводородных топлив ограничен и постоянно сокращается, а АЭС имеют известные недостатки (Чернобыль, Фукусима), всё большую роль начинают играть гидроэлектростанции (ГЭС) как экологически чистые и обладающие практически неиссякаемым источником энергии. Они питают энергией целые города, в которых находятся жизненно необходимые для населения объекты, такие как больницы, школы, детские сады и т.п.

Однако ввиду высокой удельной плотности вырабатываемой и передаваемой потребителям энергии многие здания и помещения ГЭС имеют высокую пожароопасность. Объемно-планировочные и конструктивные решения производственных зданий ГЭС характеризуется, как правило, значительными площадями, наличием атриумного пространства, большой пожарной нагрузкой и должны обеспечивать безопасную эвакуацию людей при пожаре.

Как показывает статистика, пожары в зданиях ГЭС имеют повышенный ранг и связаны с высоким уровнем риска для персонала по причине блокирования путей эвакуации опасными факторами пожара (ОФП) даже при наличии пожарной автоматики и систем дымоудаления. Поэтому при проектировании производственных зданий ГЭС с целью обеспечения их пожарной безопасности необходимо проводить прогнозирование развития ОФП по различным моделям, расчет времени эвакуации и разрабатывать планы тушения пожаров с соответствующими рекомендациями персоналу и пожарным.

Однако современные математические модели оценки динамики ОФП не в полной мере учитывают особенности развития пожара в проектируемых и действующих производственных зданиях ГЭС, в частности, пожарную нагрузку – оболочки кабелей ПВХ, турбинные и трансформаторные масла, новые вещества и материалы (в особенности полимерные), активно используемые для отделки путей эвакуации. А так как основной причиной гибели людей на пожаре является отравление продуктами горения, то необходимо проводить оценку концентрации токсичных продуктов горения и времени блокирования ими эвакуационных выходов при пожаре на ГЭС как по теоретическим моделям, так и экспериментально.

Указанные обстоятельства делают **актуальной** тему диссертации, связанной с разработкой экспериментально-теоретической модели расчета распространения токсичных продуктов горения посредством модификации математических моделей развития ОФП (интегральной и зонной математических моделей), и учитывающей особенности пожарной нагрузки в помещении.

### Общая характеристика работы

Диссертация содержит введение, 4 главы, заключение, список литературы из 124 наименований, 37 рисунков, 11 таблиц и 2 приложения. Объем диссертации 156 страниц, объем автореферата 24 страницы.

**Во введении** обоснована актуальность выполненных исследований, сформулированы цель и задачи диссертации, изложены новизна, теоретическая и практическая значимость результатов, сформулированы основные положения, выносимые на защиту.

**В первой главе** «Анализ опасности токсичных газов при пожаре в производственных зданиях ГЭС» выполнен анализ особенностей производственных зданий ГЭС, рассмотрены строительные материалы и пожарная нагрузка ГЭС, проведен анализ опасности токсичных газов при пожаре в производственных зданиях ГЭС, приведены современные методы оценки

т.х.л. 6/140 ст. 11.09.2018

токсичности продуктов горения, изложены метод расчета необходимого времени эвакуации людей при пожаре и методы расчета динамики распространения ОФП. Рассмотрены известные математические модели развития ОФП на начальной стадии – интегральная, зонная и полевая, их достоинства и недостатки, обоснована необходимость их совершенствования для учёта особенностей распространения токсичных продуктов горения в производственных зданиях ГЭС.

**Вторая глава** «Методы расчета концентраций токсичных газов на путях эвакуации при пожаре в производственных зданиях ГЭС» посвящена развернутому рассмотрению интегральной и зонной моделей развития ОФП применительно к производственным зданиям ГЭС. Рассмотрена возможность применения результатов маломасштабных экспериментов к полномасштабному помещению. Приведена разработанная методика расчета распространения токсичных газов при пожаре в производственных зданиях ГЭС.

**В третьей главе** «Экспериментальная установка для определения пожарной опасности веществ и материалов при их термическом разложении» проведена постановка задачи экспериментального определения зависимости концентрации токсичного газа от температуры в маломасштабной экспериментальной установке. Приведена разработанная экспериментальная установка для определения пожарной опасности веществ и материалов при их термическом разложении и методика проведения в ней экспериментов. Проведено экспериментальное обоснование точки отбора газовой смеси в объеме камеры.

**Четвертая глава** «Исследование времени блокирования путей эвакуации токсичными продуктами горения в производственных зданиях ГЭС на примере монооксида углерода» посвящена определению по интегральной модели с использованием экспериментальных исследований по определению основных характеристик образования и распространения монооксида углерода времени блокирования путей эвакуации токсичными продуктами горения при пожаре в производственных зданиях ГЭС. Показано, что усовершенствованная модель достаточно хорошо описывает начальную стадию пожара и позволяет оценить концентрацию токсичных продуктов горения. Приведены результаты проверочного расчета по полевой модели, хорошо согласующиеся с экспериментом. Автором впервые получены экспериментальные зависимости среднеобъемной плотности монооксида углерода от среднеобъемной температуры, а также удельных коэффициентов образования монооксида углерода и удельных массовых скоростей газификации от времени испытаний при горении веществ и материалов используемых на гидроэлектростанциях. Приведена разработанная методика расчета времени блокирования путей эвакуации токсичными продуктами горения. 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 заключении** (выводах) из 7-и пунктов достаточно полно изложены полученные результаты исследования.

Структура диссертационной работы вполне обоснована, материал логично распределен по главам, текст изложен доходчиво. Диссертация и автореферат качественно оформлены, автореферат полностью раскрывает содержание диссертационного исследования.

#### **Общая методология и методика исследования**

Фундаментальные законы физики (законы сохранения энергии, массы и количества движения) лежат в основе математических моделей, разработанных соискателем. Теоретические исследования основаны на современных апробированных методах теории тепломассообмена в сжимаемой, вязкой и теплопроводной смеси газов при турбулентном режиме течения, а также на современном уровне знаний об образовании и распространении ОФП в помещении.

Соискатель использовал следующие методы теоретического познания: восхождение от абстрактного к конкретному, анализ и синтез, формализацию.

При проведении экспериментальных исследований использовались такие методы, как планирование эксперимента, наблюдение, измерения параметров процесса, описание, срав-

нение, а также статистические методы обработки экспериментальных данных и соответствующие разделы теории вероятности. Опыты проводились с использованием метрологически аттестованной контрольно-измерительной аппаратуры и современных методов автоматизированной обработки полученных данных.

Переход от результатов экспериментов, полученных на физической модели, к описанию параметров натурального объекта был обоснован с учетом масштабного фактора и выполненных оценок адекватности и значимости факторов.

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

Обоснованность полученных научных положений, выводов и рекомендаций не вызывает сомнений и подтверждается глубокой проработкой автором диссертации проблемы обеспечения безопасности персонала ГЭС при возникновении пожара; необходимостью разработки уточненных интегральных и зонных моделей пожаров с учётом объёмно-планировочных решений ГЭС и вида пожарной нагрузки; использованием основных положений теории планирования эксперимента.

Достоверность полученных результатов также не вызывает сомнений и подтверждается применением фундаментальных соотношений для описания динамики ОФП, тестированием разработанных методов и алгоритмов их решения, использованием современных методов и общепринятых физических величин при проведении экспериментальных исследований, а также хорошим совпадением результатов эксперимента и теоретических данных, а также непротиворечивостью и согласованностью с результатами других авторов.

#### **Научная новизна результатов исследований, представленных в диссертации**

Как следует из материалов диссертации, полученные результаты обладают несомненной научной новизной.

1. В разработанной модификации интегральной модели расчета ОФП в помещениях используются экспериментальные зависимости плотностей токсичных газов от температуры, а также удельных скоростей выгорания и удельных коэффициентов образования токсичных газов от времени испытаний в маломасштабной установке при горении характерных для производственных зданий ГЭС веществ и материалов, что позволило повысить точность расчетов времени блокирования путей эвакуации токсичными продуктами горения.

2. Получены новые экспериментальные и теоретические данные по зависимости среднеобъемной плотности монооксида углерода от среднеобъемной температуры, величинам удельной скорости газификации и удельного коэффициента образования СО для древесины (сосна), трансформаторного масла и оболочек кабелей в условно герметичном объеме, необходимые при расчете времени блокирования путей эвакуации токсичными продуктами горения.

3. Разработана экспериментальная установка для определения пожарной опасности веществ и материалов при их термическом разложении и методика проведения экспериментов по определению зависимости плотности монооксида углерода от среднеобъемной температуры, величинам удельной скорости газификации и удельного коэффициента образования монооксида углерода в условно герметичном объеме, что позволяет уточнить исходные данные для выполнения расчетов динамики ОФП в производственных зданиях ГЭС с использованием как предложенных (модифицированных), так и известных интегральной и зонной математических моделей.

Научная новизна также подтверждается патентом на полезную модель.

**Практическая значимость полученных соискателем результатов обуславливается их использованием:**

- специализированными организациями при расчете пожарных рисков и разработке плана безопасной эвакуации людей при пожаре:

- в главном корпусе филиала ОАО «РусГидро» - «Нижегородская ГЭС» (Нижегородская область, Городецкий район, г.Заволжье);
- на Нововоронежской АЭС (Воронежская обл., г. Нововоронеж, промзона);
- на Курской АЭС-2 (Курская обл., площадка «Макаровка»);
- в учебном процессе профильного ВУЗа – ФГБОУ ВО Академия ГПС МЧС России;
- при проведении научных исследований в ФГБОУ ВО Академия ГПС МЧС по развитию и совершенствованию испытаний веществ и материалов на токсичность продуктов горения.

Это подтверждено 4-я актами внедрения, приведёнными в Приложении А.

### **Полнота публикаций по теме диссертации**

Как следует из материалов диссертации, получаемые автором результаты регулярно докладывались и обсуждались на отечественных и зарубежных конференциях и публиковались в рецензируемых журналах – в 4 статьях в журналах по перечню ВАК. Основные научные результаты диссертационного исследования также опубликованы в статье в международном рецензируемом журнале из перечня Scopus, монографии и патенте.

Соискателем выполнен анализ большого числа литературных отечественных и зарубежных источников, в т.ч. нормативных документов по профилю работы. Список литературы насчитывает 124 наименования, опубликованных как на бумажных носителях, так и в виде электронного ресурса.

### **Замечания по диссертационной работе**

Тем не менее, диссертационная работа не лишена и некоторых недостатков.

1. Желательно подробнее пояснить, насколько точнее получается оценка времени блокирования путей эвакуации токсичными продуктами по разработанному методу от "классического" по интегральной модели.
2. Следовало бы привести сведения о пожарах на зарубежных ГЭС и их подходах к оценке динамики токсичных продуктов горения.
3. Помимо уточнённой оценки времени блокирования путей эвакуации токсичными продуктами горения было бы полезно дать предложения по увеличению этого времени и защите персонала – применение противодымной вентиляции, активных и пассивных систем дымоудаления и др. При этом стало бы возможным внести конкретные предложения по уточнению положений документов: ГОСТ Р 55260.4.1-2013 ГЭС (раздел 15); СТО 17330282.140.022-2008 Здания ГЭС и ГАЭС (п.2.8.3.7); СТО РусГидро 01.01.78-2012 ГЭС (п.18.3); РД 153-34.0-49.101-2003 Инструкция по ... (раздел 12).
4. В главе 3 целесообразно дать метрологическую оценку погрешности получаемых результатов.
5. В комментариях к рис.3.2-3.6 (с.85-89) желательно подробнее пояснить значительное отличие экспериментальных значений  $K$  и  $\rho_{co}$  от теоретических линий при  $\varphi=0,6$  и  $\varphi=0,9$ .
6. В подписи к рис.3.9 (с.97) нужно указать, какая кривая чему соответствует.
7. Относительно рис.4.17 (с.126) желательно пояснить, почему имеет место минимум зависимости температуры припотолочного слоя газов  $T(\tau)$ .

Однако указанные замечания не являются принципиальными, не влияют на положительную оценку работы и могут рассматриваться как рекомендации к дальнейшим исследованиям соискателя.

### **Заключение по диссертации**

Таким образом, можно сделать обоснованный вывод, что диссертационная работа Акперова Руслана Гянджавиевича на тему «Экспериментально-теоретический подход к расчету времени блокирования путей эвакуации токсичными продуктами горения при пожаре в производственных зданиях гидроэлектростанций» - законченная научно-квалификационная работа, выполненная на высоком научном уровне. В работе на основании выполненных автором исследований решена научная и социально значимая проблема снижения рисков травмирования и гибели людей при пожаре в производственных зданиях ГЭС. Это достигается разработкой научных основ и модификацией математических моделей и методики расчета

времени блокирования путей эвакуации токсичными продуктами горения в полномасштабных помещениях производственных зданий ГЭС, используя результаты маломасштабных экспериментов с учетом поправки на коэффициент теплопотерь в полномасштабном помещении. не решая уравнение закона сохранения массы токсичного газа.

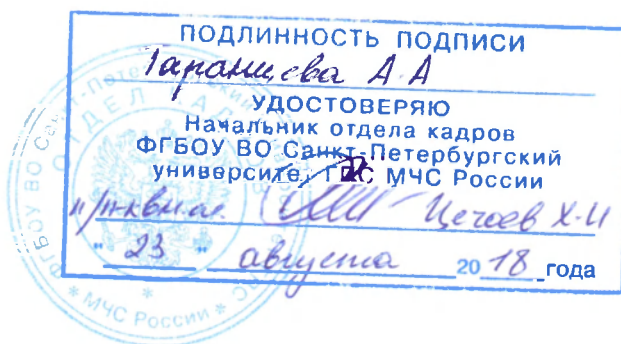
Диссертация соответствует п.3 «Научное обоснование принципов и способов обеспечения промышленной и пожарной безопасности на предприятиях промышленности, строительства и на транспорте»; п.5 «Разработка научных основ, моделей и методов исследования процессов горения, пожаро- и взрывоопасных свойств веществ, материалов, производственного оборудования, конструкций, зданий и сооружений» паспорта научной специальности 05.26.03 – Пожарная и промышленная безопасность (технические науки, отрасль энергетика).

Считаю, что оппонируемая диссертационная работа по актуальности, научной новизне, достоверности и оригинальности полученных результатов, обоснованности научных положений, выводов и практической значимости удовлетворяет требованиям Положения о присуждении ученых степеней, утвержденного Постановлением Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 г. № 842, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор - Акперов Руслан Гянджавиевич заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.26.03 – Пожарная и промышленная безопасность (технические науки, отрасль энергетика).

Официальный оппонент:  
профессор кафедры Организации  
пожаротушения и проведения АСР  
ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России»,  
доктор технических наук, профессор

Таранцев Александр Алексеевич

23.08.2018



Адрес:  
196105, Санкт-Петербург, Московский проспект 149  
ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский университет  
ГПС МЧС России»  
Тел. +7 812 369-25-04, +7 812 369-55-18,  
эл.почта [t\\_54@mail.ru](mailto:t_54@mail.ru)