

УТВЕРЖДАЮ

И.о. проректора по науке и
стратегическим проектам
Национального исследовательского
политехнического
университета, кандидат физико-
математических наук

Гоголев А.С.

29» 09 2023 г.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский Томский политехнический университет»

Диссертация «Термическое разложение строительных и отделочных материалов при возгораниях в помещениях» выполнена в Научно-образовательном центре И.Н. Бутакова Инженерной школы энергетики федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский Томский политехнический университет».

В период подготовки диссертации соискатель Кропотова Светлана Сергеевна работала в федеральном государственном автономном образовательном учреждении высшего образования «Национальный исследовательский Томский политехнический университет» в лаборатории тепломассопереноса Инженерной школы энергетики в должности инженера-исследователя, с 01.09.2020 обучается в очной аспирантуре федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский Томский политехнический университет» по направлению подготовки 03.06.01 «Физика и астрономия».

Справка о сдаче кандидатских экзаменов № 34 по истории и философии науки (физико-математические науки), иностранному языку (английский язык) и специальности 1.3.17. Химическая физика, горение и взрыв, физика экстремальных состояний вещества выдана 27 сентября 2023 г. федеральным государственным автономным образовательным учреждением высшего образования «Национальный исследовательский Томский политехнический университет».

Научный руководитель: Стрижак Павел Александрович, доктор физико-математических наук, профессор, основное место работы: федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский Томский политехнический университет», НОЦ И.Н. Бутакова, Инженерная школа энергетики, профессор, назначен приказом № 239-36/с от «26» августа 2020 г.

По итогам обсуждения принято следующее заключение:

Общая характеристика работы

Диссертация Кропотовой Светланы Сергеевны представляет законченную научно-квалификационную работу, в которой изложены результаты экспериментальных и численных исследований, совокупность которых можно квалифицировать как новые научные достижения в области сопряженного тепломассопереноса при ранней идентификации и локализации термического разложения строительных и отделочных материалов.

Полученные результаты экспериментальных исследований и сформулированные выводы обладают единством изложения. Оформление и стиль написания диссертации

отвечают требованиям, предъявляемым к научно-квалификационным работам на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук.

Актуальность темы исследования

Обеспечение пожарной безопасности зданий и сооружений является приоритетной задачей в любой отрасли промышленности. Для обеспечения необходимых противопожарных мер важно повысить эффективность систем идентификации возгораний и пожаротушения. Современные технологии имеют ограничения. В частности, в большинстве систем, установленных в здании для обнаружения возгорания, используются данные с пожарных извещателей, достоверность и скорость обнаружения очага возгорания которыми зачастую довольно низкие. Для повышения достоверности идентификации возгорания помимо пожарных датчиков используются специализированные системы алгоритмического анализа изображений. Системы, в которых используются алгоритмы, заданные на основе правил машинного обучения с применением изображений, не всегда могут адаптироваться к быстрым изменениям среды. В связи с этим актуальность приобретают вопросы увеличения входных данных в виде дополнительных характеристик, идентифицирующих возгорание. Наиболее существенно меняющимися в условиях возгораний твердых веществ и материалов являются механические, физические (в том числе плотность, пористость, влагопоглощение), теплофизические (теплопроводность, теплоемкость, температуропроводность) и термокинетические характеристики, а также свойства, отражающие пожарную опасность (горючесть, тепловыделение, дымообразование, интенсивность образования токсичных продуктов горения). В связи с этим актуальна задача определения характеристик процессов тепломассопереноса, возникающих на ранних стадиях возникновения горения, а также свойств потенциально горючих материалов с учетом неоднородности последних (их типа, влажности, плотности, пористости, размеров элементов и др.), которые позволят выявить ключевые особенности протекания данных процессов и их характеристики при различных параметрах внешней среды. Пока недостаточно результатов экспериментальных и теоретических исследований, которые необходимы для наиболее полного описания процессов тепломассопереноса, предшествующих воспламенению горючих материалов при типичных причинах возгораний.

Связь работы с научными программами и грантами

Исследования выполнены при поддержке грантов Российского научного фонда: № 18-19-00056 «Подавление пламенного горения и термического разложения конденсированных веществ на больших площадях при специализированной подаче воды перед и во фронте горения», 2018–2020 г., № 21-19-00009 «Обоснование по результатам экспериментальных и теоретических исследований возможности создания технологий с обратной связью для подавления горения и дымоосаждения в закрытых и изолированных от внешней среды помещениях», 2021–2023 г., № 18-71-10002-П «Коагуляция, дробление и фрагментация капель жидкости в многофазных и многокомпонентных газопарокапельных средах, 2021–2023 г. Тестирование технических решений, полученных в рамках диссертационной работы, выполнено в рамках научного проекта передовой инженерной школы ТПУ совместно с группой компаний государственной корпорации по атомной энергии «Росатом».

Личное участие автора в получении результатов, изложенных в диссертации

Личный вклад состоит в планировании и проведении экспериментальных исследований; анализе, обработке и обобщении полученных результатов; оценке систематических и случайных погрешностей; формулировании практических рекомендаций; апробации результатов на научных конференциях и их опубликовании в рецензируемых периодических научных изданиях; формулировке основных защищаемых положений и выводов.

Степень достоверности результатов проведенных исследований

Достоверность полученных результатов подтверждается оценкой систематических и случайных погрешностей. Случайные ошибки рассчитывались по результатам серии экспериментов, проведенных в идентичных условиях при фиксированных значениях варьируемых факторов. Выполнено сравнение результатов части экспериментальных исследований с данными других исследователей и результатами математического моделирования процессов тепломассопереноса, термического разложения и горения.

Новизна результатов проведенных исследований

Обоснована возможность идентификации очага возгорания и типа доминирующего в очаге материала по концентрациям газов в продуктах термического разложения и горения. Сформулированы рекомендации по применению газоаналитического оборудования при идентификации продуктов термического разложения и горения материалов на ранних стадиях пожаров в помещениях с целью их эффективного тушения. Обосновано, что получение своевременной информации о доминирующем материале в очаге горения позволит определить условия подачи огнетушащей жидкости с рациональной плотностью орошения. По результатам экспериментальных исследований получены аппроксимационные зависимости коэффициентов теплопроводности, удельной теплоемкости, температуропроводности, энергии активации и предэкспоненциального множителя от размеров частиц и плотности слоя горючего материала. По результатам экспериментального определения термокинетических констант термического разложения горючих материалов показано, что наибольшие значения энергии активации зарегистрированы при минимальной плотности и максимальной дисперсности измельченного горючего материала.

Практическая значимость диссертации и использование полученных результатов

Полученные результаты экспериментальных исследований процессов тепломассопереноса, а также сформулированные заключения и аппроксимационные выражения являются научными основами разработки новых и совершенствования применяющихся в настоящее время технологий пожаротушения. К ним относятся: технологии определение потенциально пожароопасных участков; технологии пожаротушения и обнаружения возгораний в зданиях и помещениях различного назначения, технология тушения пожара тонкораспыленной водой, настройка параметров активации и приостановки системы пожаротушения по показателям группы сенсоров с целью снижения расхода воды и предотвращения чрезмерного заливания площади помещения. Практическая значимость подтверждена полученными патентами и свидетельствами о государственной регистрации программ для ЭВМ. Разработана группа технических решений в области пожарной безопасности в виде способов ранней идентификации возгораний строительных и отделочных материалов помещений по характеристикам работы комбинации технических средств разного назначения: тепловые и дымовые пожарные извещатели, датчики пламени, газоаналитическое и видеорегистрирующее оборудование.

Апробация результатов исследования

Основные положения и результаты диссертационных исследований докладывались и обсуждались на научных мероприятиях:

1. XXII Международный симпозиум имени академика М.А. Усова студентов и молодых ученых «Проблемы геологии и освоения недр» (г. Томск, 2018 г.);
2. XXII Международная научно-практическая конференция студентов и молодых ученых имени выдающихся химиков Л.П. Кулёва и Н.М. Кижнера, посвященная 125-летию со дня основания Томского политехнического университета (г. Томск, 2021 г.);

3. Всероссийская конференция с элементами научной школы для молодых ученых «XXXVII Сибирский теплофизический семинар» (г. Новосибирск, 2021 г.);
4. XVIII Международная конференция студентов, аспирантов и молодых ученых «Перспективы развития фундаментальных наук» (г. Томск, 2021 г.);
5. Шестнадцатая Всероссийская (Восьмая Международная) научно-техническая конференция студентов, аспирантов и молодых учёных «Энергия 2021» (г. Иваново, 2021 г.);
6. Восьмая Российская национальная конференция по теплообмену «РНКТ-8» (г. Москва, 2022 г.);
7. XVII Всероссийская школа-конференция «Актуальные вопросы теплофизики и физической гидрогазодинамики» (п. Шерегеш, 2023 г.).

Полнота изложения материалов диссертации в работах, опубликованных соискателем

По теме диссертации опубликовано 8 научных работ в высокорейтинговых российских и зарубежных периодических изданиях, индексируемых международными наукометрическими базами данных Web of Science и Scopus:

1. Kuznetsov G.V. The thermal decomposition and combustion of building and finishing materials / G.V. Kuznetsov, S.S. Kropotova, N.P. Kopylov, V.I. Novikova, E.Yu. Sushkina, P.A. Strizhak, V.V. Yashin // Journal of Analytical and Applied Pyrolysis. – 2023. – Vol. 173, 106070.
2. Kuznetsov G. V. Influence of forest fuel structure on thermophysical characteristics / G.V. Kuznetsov, S.S. Kropotova, A.G. Islamova, D.S. Romanov // Powder Technology. – 2020. – Vol. 366. – P. 832–839.
3. Kuznetsov G.V. The influence of particle size and density of pelleted samples of forest fuel on thermokinetic characteristics of pyrolysis and oxidation / G.V. Kuznetsov, S.S. Kropotova, A.G. Islamova, S.Y. Lyrshchikov // Thermal Science. – 2021. – Vol. 25 – № 6, Part B. – P. 1–12.
4. Zhdanova A.O. Thermophysical and Thermokinetic Characteristics of Forest Combustible Materials / A.O. Zhdanova, S.S. Kropotova, G.V. Kuznetsov, P.A. Strizhak // Journal of Engineering Physics and Thermophysics. – 2019. – Vol. 92. – №. 5. – P. 1355–1363.
5. Kropotova S.S. Identifying products of pyrolysis and combustion of materials at incipient stages of fires / S.S. Kropotova, G.V. Kuznetsov, P.A. Strizhak // Fire Safety Journal. – 2022. – Vol. 132, 103643. – P. 1–22
6. Кротова С.С. Оценка эффективности ранней идентификации возгораний материалов по результатам регистрации газообразных продуктов термического разложения / С.С. Кротова, Г.В. Кузнецов, В.В. Дорохов // Пожарная безопасность. – 2022. – № 3. – С. 17–28
7. Kuznetsov G.V. Influence of the component composition of extinguishing fluids on the droplet distribution in an aerosol cloud / G.V. Kuznetsov, S. S. Kropotova, I.S. Voytkov, P.A. Strizhak // Powder Technology. – 2022. – Vol. 395. – P. 838-849.
8. Kropotova S.S. Composition of the Gas-Air Mixture in the Containment and Suppression of Forest Fires with Promising Extinguishing Agents / S.S. Kropotova, V.V. Dorokhov, S.A. Sviridenko, P.A. Strizhak // Forests. – 2023. – Vol. 14, 786.

Опубликованы 7 работ в материалах всероссийских и международных конференций и симпозиумов. Материалы диссертации вошли в коллективную

монографию, опубликованную в издательстве СО РАН. Получены 3 патента на изобретения и 2 свидетельства регистрации программ для ЭВМ на разработанные коды.

Соответствие содержания диссертации избранной специальности

Диссертация является завершенной научно-квалификационной работой и соответствует паспорту специальности «1.3.17. Химическая физика, горение и взрыв, физика экстремальных состояний вещества»:

- пунктам паспорта специальности

4. Закономерности и механизмы распространения, структура, параметры и устойчивость волн горения, детонации, взрывных и ударных волн; связь химической и физической природы веществ и систем с их термохимическими параметрами, характеристиками термического разложения, горения, взрывчатого превращения; термодинамика, термохимия и макрокинетика процессов горения и взрывчатого превращения;

6. Вопросы пожаро- и взрывобезопасности веществ, материалов, процессов.

Диссертация «Термическое разложение строительных и отделочных материалов при возгораниях в помещениях» Кропотовой Светланы Сергеевны рекомендуется к защите на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по научной специальности «1.3.17. Химическая физика, горение и взрыв, физика экстремальных состояний вещества».

Заключение принято на заседании Теплоэнергетической секции Научно-технического совета Инженерной школы энергетики Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский Томский политехнический университет».

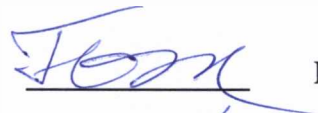
Присутствовало на заседании 9 чел. – 9 очно, 0 чел. – онлайн.

Голосовало 8 членов НТС.

Результаты голосования: «за» – 8 чел., «против» – 0 чел., «воздержалось» – 0.

Протокол № 10 от «29» сентября 2023 г.

Профессор научно-образовательного центра
совета И.Н. Бутакова Инженерной школы
энергетики председатель теплоэнергетической
секции научно-технического совета ИШЭ ТПУ



Г. В. Кузнецов

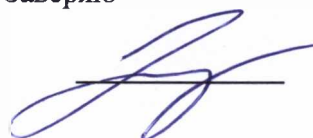
Секретарь Научно-технического совета
Инженерной школы энергетики ТПУ



С.В. Филимонова

Подписи Кузнецова Г. В. и Филимоновой С. В. Заверяю

Ученый секретарь Ученого совета ТПУ



Е. А. Кулинич