

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА ДС.ТПУ.04,  
СОЗДАННОГО НА БАЗЕ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО  
АВТОНОМНОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО  
ОБРАЗОВАНИЯ «НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ТОМСКИЙ  
ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
МИНИСТЕРСТВА НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ,  
ПО ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ  
УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ КАНДИДАТА НАУК

решение диссертационного совета ДС.ТПУ.04 от 25 декабря 2023 г. № 13

О присуждении гражданину Российской Федерации **Керимбековой Сусанне Александровне** ученой степени кандидата технических наук.

Диссертация **«Испарение неоднородных капель жидкостей в условиях интенсивного нагрева»** по специальности «1.3.14 – Теплофизика и теоретическая теплотехника» принята к защите 20 октября 2023 года (протокол заседания № 12) диссертационным советом ДС.ТПУ.04, созданным на базе федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования (ФГАОУ ВО) «Национальный исследовательский Томский политехнический университет», Министерство науки и высшего образования Российской Федерации (Минобрнауки России), 634050, г. Томск, пр. Ленина, д. 30, утверждённым приказом ректора Национального исследовательского Томского политехнического университета № 15895 от 06.12.2018 г.

**Соискатель Керимбекова Сусанна Александровна**, 1991 года рождения, в 2022 году окончила аспирантуру федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский Томский политехнический университет» по направлению подготовки 03.06.01 «Физика и астрономия».

Работает инженером организационного отдела Инженерной школы энергетики ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский Томский политехнический университет», Минобрнауки России.

Диссертация выполнена в научно-образовательном центре И.Н. Бутакова Инженерной школы энергетики ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский Томский политехнический университет», Минобрнауки России.

**Научный руководитель** – доктор физико-математических наук, профессор, Стрижак Павел Александрович, ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский Томский политехнический университет», Научно-образовательный центр И.Н. Бутакова Инженерной школы энергетики, профессор.

**Дополнительно введенные члены диссертационного совета ДС.ТПУ.04:**

**Заворин Александр Сергеевич** – доктор технических наук, профессор, ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский Томский политехнический университет», Научно-образовательный центр И.Н. Бутакова Инженерной школы энергетики, заведующий кафедрой – руководитель научно-образовательного центра на правах кафедры;

**Вавилов Владимир Платонович** – доктор технических наук, профессор, ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский Томский политехнический университет», Инженерная школа неразрушающего контроля и безопасности, заведующий научно-производственной лабораторией «Тепловой контроль».

**Официальные оппоненты:**

**Минаков Андрей Викторович** – доктор физико-математических наук, ФГАОУ ВО «Сибирский федеральный университет», Институт инженерной физики и радиоэлектроники, директор.

**Дулин Владимир Михайлович** – доктор физико-математических наук, профессор РАН, Федеральное государственное бюджетное учреждение науки

Институт теплофизики им. С.С. Кутателадзе Сибирского отделения Российской академии наук, лаборатория физических основ энергетических технологий, ведущий научный сотрудник.

**дали положительные отзывы на диссертацию.**

Выбор официальных оппонентов и дополнительно введенных членов диссертационного совета обосновывается их высокой профессиональной квалификацией в области теплофизики и теоретической теплотехники, достижениями и наличием публикаций в данной области науки и техники, опытом научно-исследовательской работы, отсутствием совместных с соискателем проектов и печатных работ. Оппоненты соответствуют положению о совете по защите диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук в Национальном исследовательском Томском политехническом университете (Приказ № 362-1/од от 28.12.2021), имеют профильные публикации за последние 5 лет не менее чем в 5 журналах, индексируемых в базе данных Scopus или Web of Science, а также не менее 5 публикаций, индексируемых в базе данных РИНЦ, обладают наукометрическим показателем индекса Хирша не менее 4.

Соискатель имеет 11 опубликованных работ, в том числе по теме диссертации опубликованы 5 работ, из них в рецензируемых научных изданиях, индексируемых базами данных Scopus или Web of Science, опубликованы 3 работы. Общий объем публикаций составляет 15,8 печатных листов с долей авторского участия соискателя не менее 50 %. В диссертации отсутствуют недостоверные сведения об опубликованных соискателем работах. Наиболее значимые научные работы по теме диссертации:

1. Kuznetsov G.V. Identification of Slurry Fuel Components in a Spray Flow / G.V. Kuznetsov, R.S. Volkov, **S.A. Kerimbekova**, P.A. Strizhak // **Fuel**. – 2022. – V. 323. – Article no. 124353.

2. **Kerimbekova S.A.** Droplet-droplet, droplet-particle, and droplet-substrate collision behavior / S.A. Kerimbekova, A.G. Islamova, N.E. Shlegel, P.A. Strizhak // **Powder Technology**. – 2022. – V. 403. – Article no.

117371.

3. **Керимбекова С.А.** Влияние примесей в каплях суспензий, эмульсий и растворов на скорости их испарения / Р.С. Волков, **С.А. Керимбекова**, П.А. Стрижак // **Письма в Журнал технической физики.** – 2023. – Т. 49, №. – С. 3-8.

4. Волков Р.С. Влияние концентрации капель воды в аэрозольном облаке на скорости их испарения / Р.С. Волков, **С.А. Керимбекова**, П.А. Стрижак // **Письма в журнал технической физики.** – 2021. – В.22, С. 28-32.

5. **Kerimbekova S.A.** Composite Liquid Biofuels for Power Plants and Engines: Review / S.A. Kerimbekova, G.V. Kuznetsov, V.V. Dorokhov, K.Y. Vershinina, D.S. Romanov, P.A. Strizhak // **Energies.** -2023. – V. 16, Article no. 5939.

**На автореферат поступили отзывы:**

1) доктора технических наук, профессора **Яновского Леонида Самойловича**, начальника отдела «Двигатели и химмотология» ФАУ «ЦИАМ им. П.И. Баранова», г. Москва; кандидата технических наук **Байкова Алексея Витальевича**, старшего научного сотрудника, начальника сектора теплофизики отдела «Двигатели и химмотология» ФАУ «ЦИАМ им. П.И. Баранова», г. Москва (с одним замечанием).

2) Кандидата технических наук **Пономарева Константина Олеговича**, научного сотрудника лаборатории ресурсоэффективных технологий термической переработки биомассы Института экологической и сельскохозяйственной биологии Х-БИО ФГАОУ ВО «Тюменский государственный университет», г. Тюмень (с замечаниями).

3) Доктора физико-математических наук **Катаевой Лилии Юрьевны**, профессора кафедры «Общеобразовательные и профессиональные дисциплины» филиала Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Самарский Государственный университет путей сообщения», г. Нижний Новгород (с одним замечанием).

4) Доктора технических наук, доцента **Гусакова Андрея Александровича**, профессора высшей школы атомной и тепловой энергетики федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого», г. Санкт-Петербург (с замечаниями).

5) Доктора физико-математических наук, профессора РАН **Пахомова Максима Александровича**, главного научного сотрудника Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт теплофизики им. С.С. Кутателадзе Сибирского отделения Российской академии наук (с замечаниями).

6) Кандидата технических наук **Козлова Александра Николаевича**, старшего научного сотрудника отдела теплосиловых систем федерального государственного бюджетного образовательного учреждения науки «Институт систем энергетики им. Л.А. Мелентьева» СО РАН (г. Иркутск). (с замечаниями).

7) Доктора технических наук **Рафальской Татьяны Анатольевны**, доцента кафедры «Теплогазоснабжения и вентиляция» ФГБОУ ВО «Новосибирский государственный архитектурно-строительный университет (Сибстрин)» (с замечаниями).

8) Кандидата физико-математических наук **Алабужева Алексея Анатольевича**, доцента, профессора кафедры теоретической физики физического факультета ФГАОУ ВО «Пермский государственный национальный исследовательский университет» и доктора физико-математических наук, профессора **Демина Виталия Анатольевича**, заведующего кафедрой теоретической физики физического факультета ФГАОУ ВО «Пермский государственный национальный исследовательский университет» (с одним замечанием).

Все отзывы положительные, замечания носят рекомендательный и (или) дискуссионный характер. Основные замечания состоят в следующем: в тексте автореферата отсутствуют анализ погрешностей измерений и сравнение

полученных экспериментальными данными с результатами других авторов; недостаточно детально описан процесс распыления неоднородных капель и способ подвеса капли на держатель; недостаточно полно раскрыты термины «интенсивность свечения капли», «светимость капли», «интенсивность флуоресценции».

**Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:**

**разработан** универсальный авторский подход к определению компонентного состава неоднородных капель жидкостей в составе спреев при разных условиях теплообмена, отличающийся от известных применением комбинации бесконтактных оптических методов регистрации (теневая фотография, лазерно-индуцированная флуоресценция, интерферометрия);

**предложены** математические выражения для прогнозирования величины скорости испарения, которые являются основой для разработки и модернизации высокотемпературных газопарокапельных технологий: теплоносители на базе дымовых газов, капель и паров воды; размораживание сыпучих сред; термическая и огневая очистка жидкостей; полидисперсное пожаротушение; горение традиционных жидких, альтернативных суспензионных и эмульгированных топлив; очистка теплонагруженных поверхностей;

**доказана** высокая эффективность использования разработанной автором диссертации комбинированной методики для прогнозирования величины скорости испарения жидкостного аэрозоля с учетом известных значений скорости испарения одиночных капель при различных схемах нагрева;

**введены** обобщающие математические выражения в безразмерном виде, связывающие скорости испарения жидкости с концентрациями и свойствами примесей и добавок.

**Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:**

**доказана** возможность прогнозирования величины скорости испарения неоднородных капель при известных условиях нагрева, компонентном составе жидкости с применением представленных в диссертации математических

выражений;

**применительно к проблематике** диссертации результативно (эффективно, то есть с получением обладающих новизной результатов) использована совокупность известных методов исследования, интерпретации и обработки результатов, подтверждающих достоверность последних;

**изложен** новый подход к определению компонентного состава распыленных капель суспензий, эмульсий и растворов путем комбинации бесконтактных оптических методов регистрации;

**раскрыты** основные закономерности испарения капель воды с типичными технологическими примесями при ее термической очистке и специализированными жидкими и твердыми добавками, представляющими перспективные компоненты топлив;

**изучено** влияние состава и концентрации примесей и добавок, схемы и темпа нагрева, температуры внешней среды, теплового потока на характеристики испарения капель;

**проведена** разработка комплексного экспериментального подхода к определению компонентного состава неоднородных капель в процессе распыления, основанного на использовании современных средств регистрации быстропротекающих процессов.

**Значение полученных соискателем результатов исследования для практики подтверждается тем, что:**

**разработаны и внедрены** в образовательный процесс экспериментальные стенды и методики определения характеристик распыления, прогрева и испарения неоднородных капель, а также результаты математической обработки полученных данных при подготовке бакалавров и магистров по направлению 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника, Автоматизация технологических процессов и производств в теплоэнергетике в ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский Томский политехнический университет»;

**определены** условия эффективного практического использования полученных экспериментальных результатов и сформулированных при их

математической обработке выражений, связывающих скорости прогрева и испарения с совокупностью входных параметров, для создания новых и совершенствования разработанных высокотемпературных газопарокапельных технологий;

**создана** система практических рекомендаций по применению разработанного подхода для определения компонентного состава неоднородных капель жидкостей в составе спреев и прогностических выражении для расчета значений скорости испарения жидкостного аэрозоля с учетом известных значений скорости испарения одиночных капель;

**представлены** результаты анализа свойств испаряющихся капель жидкостей, обосновывающие необходимость учета состава и концентрации типичных примесей при совершенствовании различных газопарокапельных технологий, а также технологий полидисперсного пожаротушения.

#### **Оценка достоверности результатов исследования выявила:**

**для экспериментальных работ** использованы современные методики проведения измерений и программно-аппаратные комплексы, что позволило обеспечить удовлетворительную повторяемость результатов экспериментов. Используются методы статистической обработки результатов экспериментальных исследований с применением элементов теории инженерного эксперимента;

**теория** построена на известных теоретических и экспериментальных данных, в том числе для предельных случаев, и согласуется с представленными в диссертации результатами экспериментов автора и других исследователей;

**идея базируется** на определении скоростей испарения неоднородных капель жидкостей с идентификацией в них примесей и добавок по экспериментальным данным, полученным с применением бесконтактных оптических измерений;

**использованы** апробированные методики высокоскоростной регистрации и обработки экспериментальных данных, реализованные с применением коммерческого программного обеспечения;

**установлено** удовлетворительное соответствие погрешностей измеряемых в

экспериментах характеристик современным требованиям к оценке надежности экспериментальных данных;

**использована** экспериментальная методика, основанная на апробированном подходе, позволяющем с малыми погрешностями определять характеристики процесса испарения капель жидкостей.

**Личный вклад соискателя состоит в** планировании, подготовке экспериментальных исследований и их проведении, обработке и анализе полученных результатов, оценке погрешностей, анализе и обобщении результатов, формулировке прогностических математических выражений, написании статей и подготовке докладов для выступления на конференциях. Лично сформулированы основные защищаемые положения и выводы.

На заседании 25 декабря 2023 года диссертационный совет ДС.ТПУ.04 принял решение присудить Керимбековой Сусанне Александровне ученую степень кандидата технических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет ДС.ТПУ.04 в количестве 6 человек, из них 5 докторов наук по защищаемой специальности, участвовавших в заседании, из 3 человек, входящих в состав совета, и 3 человек, дополнительно введенных в состав совета, проголосовали: за – 6, против – нет, недействительных бюллетеней – нет.

Председатель

диссертационного совета

ДС.ТПУ.04

д.ф.-м.н., профессор



Тюрин Юрий Иванович

Ученый секретарь

диссертационного совета

ДС.ТПУ.04

к.т.н., доцент



Гвоздяков Дмитрий Васильевич

25.12.2023