

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Экспертной комиссии диссертационного совета ДС.ТПУ.04 на базе федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национального исследовательского Томского политехнического университета» по предварительному рассмотрению диссертации Керимбековой Сусанны Александровны «Испарение неоднородных капель жидкостей в условиях интенсивного нагрева», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 1.3.14 - Теплофизика и теоретическая теплотехника.

19 октября 2023 г.

Экспертная комиссия диссертационного совета ДС.ТПУ.08 в составе:

- профессора Отделения экспериментальной физики ИЯТШ ТПУ, доктора физико-математических наук, профессора Тюрина Юрия Ивановича
- профессора Отделения ядерно-топливного цикла ИЯТШ ТПУ, доктора технических наук, профессора Орлова Алексея Алексеевича;
- профессора НОЦ И.Н. Бутакова ИШЭ ТПУ, доктора физико-математических наук Борисова Бориса Владимировича;
- профессора НОЦ И.Н. Бутакова ИШЭ ТПУ, доктора технических наук Половникова Вячеслава Юрьевича,
- доцента НОЦ И.Н. Бутакова ИШЭ ТПУ, кандидата технических наук Гвоздякова Дмитрия Васильевича,

утвержденная распоряжением № 278-4/р от 05.10.2023 г., рассмотрела диссертацию Керимбековой Сусанны Александровны «Испарение неоднородных капель жидкостей в условиях интенсивного нагрева», на соискание ученой степени кандидата технических наук, выполненную в федеральном государственном автономном образовательном учреждении высшего образования «Национальный исследовательский Томский

политехнический университет» (ФГАОУ ВО НИ ТПУ) по специальности 1.3.14 - Теплофизика и теоретическая теплотехника.

Диссертационная работа состоит из введения, трех глав, заключения, списка используемой литературы из 151 наименования. Объем диссертации составляет 121 страницы основного текста, содержит 8 таблиц, 37 рисунков.

Комиссия провела проверку и установила идентичность текста диссертации, представленной в диссертационный совет на бумажном носителе, текст диссертации в электронном варианте в формате \*.pdf. В диссертации отсутствуют недостоверные сведения об опубликованных соискателем ученой степени работах, в которых изложены основные научные результаты.

Комиссия, предварительно рассмотрев диссертацию Керимбековой Сусанны Александровны «Испарение неоднородных капель жидкостей в условиях интенсивного нагрева», пришла к выводу о соответствии указанной диссертации требованиям пп. 2.1-2.5 «Порядка присуждения ученых степеней в Национальном исследовательском Томском политехническом университете», утвержденного приказом ФГАОУ ВО НИ ТПУ от 28 декабря 2021 г. № 362-1/од.

## **1. Соответствие темы и содержания диссертации научной специальности и отрасли науки**

Тематика диссертации посвящена экспериментальному исследованию испарения неоднородных капель жидкостей. Актуальность темы подтверждается интенсивным развитием способов интенсификации физико-химических и теплообменных процессов с целью разработки новых и модернизации используемых в настоящее время высокотемпературных технологий.

Цель диссертационной работы – определение скоростей испарения неоднородных капель жидкостей с идентификацией в них примесей и добавок на основе результатов экспериментальных исследований при

воспроизведении условий теплообмена, соответствующих работе теплогенерирующих блоков, агрегатов и систем.

Для достижения поставленной цели решались задачи:

1. Разработка методики экспериментальных исследований состава капель, а также определение характеристик испарения при варьировании параметров исследуемых процессов: температуры внешней среды, начальной температуры и размеров капель, их компонентного состава, плотности теплового потока, схемы и темпа нагрева.

2. Создание экспериментальных стендов, реализующих совместное применение контактных и бесконтактных оптических методов измерений, с возможностью одновременной регистрации совокупности параметров исследуемого процесса, в том числе размеров, формы, скорости и траектории движения, компонентного состава капель.

3. Адаптация бесконтактных оптических методик (лазерная индуцированная флуоресценция, интерферометрия, теневая макросъемка) для идентификации твердых и жидких компонентов в распыленном аэрозольном потоке, установление состава капель и аэрозольного спрея.

4. Экспериментальное определение скоростей испарения капель воды с технологическими добавками (на примерах твердой, растворимой и нерастворимой) при различных схемах нагрева с доминированием конвективного, радиационного, кондуктивного, а также в условиях смешанного теплообмена.

5. Анализ влияния типа и концентрации примесей и добавок в каплях растворов, суспензий, эмульсий на значения скоростей их испарения.

В диссертации результаты исследований представлены логично и структурировано, рукопись обладает внутренним единством, содержит новые научные результаты в области исследований процессов химического реагирования, тепломассопереноса и фазовых превращений на модифицированных теплопередающих поверхностях. Работа имеет фундаментальное и практическое значение. В материалах диссертации и

автореферате не содержится сведений ограниченного распространения, работа может быть опубликована в открытой печати.

По тематике, объектам и области исследования, разработанным автором новым научным положениям, научной и практической значимости представленная диссертация соответствует направлениям исследований научной специальности 1.3.14 - Теплофизика и теоретическая теплотехника (отрасль науки- технические):

4. Экспериментальные и теоретические исследования процессов взаимодействия интенсивных потоков энергии с веществом.

6. Экспериментальные исследования, физическое и численное моделирование процессов переноса массы, импульса и энергии в многофазных системах и при фазовых превращениях.

9. Разработка научных основ и создание методов интенсификации процессов тепло- и массообмена и тепловой защиты.

**2. Полнота изложения материалов диссертации в работах, опубликованных соискателем ученой степени, и выполнение требований к публикациям основных научных результатов диссертации, предусмотренных пунктами (2.3 и 2.4) Порядка присуждения ученых степеней в НИ ТПУ**

Основные материалы диссертации опубликованы в 5 статьях в рецензируемых научных изданиях, из них 3 работы в периодических изданиях, индексируемых международными наукометрическими базами данных «Web of Science» и «Scopus», 2 работы в рецензируемом научном издании, рекомендованном ВАК РФ для опубликования основных научных результатов диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, на соискание ученой степени доктора наук. Кроме этого, результаты исследований опубликованы в виде 6 докладов и тезисов в сборниках научных трудов конференций.

По представленному перечню собственных публикаций автора можно сделать заключение о том, что основные положения диссертации достаточно

полно изложены в опубликованных соискателем работах и апробированы на научных конференциях. Требования к публикации основных научных результатов диссертации выполнены полностью.

### **3. Выполнение соискателем пункта 2.5 Порядка присуждения ученых степеней в НИ ТПУ**

Анализ текста диссертации, публикаций соискателя и списка использованных источников позволяет сделать вывод, что в диссертации заимствованные материалы и отдельные результаты приводятся со ссылками на источники заимствования или авторов. Требования п. 2.5 полностью соблюдены.

Ссылки на библиографические источники, включая собственные публикации соискателя, оформлены в соответствии с требованиями стандарта, а библиографический список характеризует высокий уровень проработки автором рассматриваемого в работе научного направления.

### **4. Основные публикации, раскрывающие положения и результаты, выносимые на защиту**

**4.1 Разработан подход к идентификации типа и концентрации твердых и жидких примесей в каплях, отличающийся от известных применением комбинации бесконтактных оптических методов: лазерно-индуцированная флуоресценция, интерферометрия, теневая фотография. Предложенный подход адаптирован для регистрации характеристик изменения состава отдельных капель и спреев.**

- Kerimbekova S.A. 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 number 124353.

**4.2 Наличие твердых частиц в составе капель жидкостей даже с концентрацией до 1 % способствует повышению скоростей испарения более чем на 10 %. Наличие жидких примесей в составе капель воды даже с концентрацией до 5 % способствует изменению скоростей прогрева и испарения более чем на 20 %. Получено математическое выражение для**

**определения скорости испарения капель при известных теплофизических характеристиках и концентрации компонентов.**

- 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.

**4.3 Условия теплообмена капель жидкости с твердыми, растворимыми и нерастворимыми добавками существенно влияют на диапазоны изменения скоростей испарения. В частности, определены значения этих характеристик при доминировании разных схем теплообмена: конвективного (в потоке продуктов сгорания) 0,025-0,08 кг/(м<sup>2</sup>·с), радиационного (в муфельной печи) 0,15-0,5 кг/(м<sup>2</sup>·с), кондуктивного (на твердой поверхности) 0,5-1,5 кг/(м<sup>2</sup>·с), смешанного (в пламени) 0,02-0,1 кг/(м<sup>2</sup>·с).**

- 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.

**4.4 Скорости испарения капель, как элементов аэрозоля, в высокотемпературной газовой среде главным образом зависят от их концентрации и начальных размеров. Получено математическое выражение для определения скоростей этих процессов при известных радиусах капель в составе аэрозоля и одиночной капли с учетом скорости испарения последней.**

Керимбекова С.А. 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.

### **Заключение**

Тема и содержание диссертационной работы Керимбековой Сусанны Александровны «Испарение неоднородных капель жидкостей в условиях интенсивного нагрева» соответствуют специальности 1.3.14 - Теплофизика и теоретическая теплотехника, отрасль науки-технические.

Материалы диссертации в полной мере изложены в работах, опубликованных соискателем ученой степени. Выполнены требования к публикациям основных научных результатов диссертационной работы, предусмотренные пунктами 2.3 и 2.4 Порядка присуждения ученых степеней, утвержденного приказом по Национальному исследовательскому Томскому политехническому университету от 28 декабря 2021 г. № 362-1/од.

В диссертации отсутствуют материалы, заимствованные без ссылок на авторов и источники заимствования, а также результаты научных работ, выполненных соискателем ученой степени в соавторстве, без ссылок на соавторов. Автореферат отражает содержание диссертационной работы.

На основании вышеизложенного комиссия считает возможным принять диссертацию работы Керимбековой Сусанны Александровны «Испарение неоднородных капель жидкостей в условиях интенсивного нагрева» к защите в совете ДС.ТПУ.04 на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 1.3.14 - Теплофизика и теоретическая теплотехника.

Экспертная комиссия **рекомендует** следующих кандидатов в дополнительные члены диссертационного совета по защите диссертации Керимбековой Сусанны Александровны:

**Заворин Александр Сергеевич**, доктор технических наук, профессор, ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский Томский политехнический университет», НОЦ И.Н. Бутакова Инженерной школы энергетики, заведующий кафедрой - руководитель НОЦ 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»;

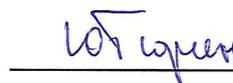
**рекомендует** официальных оппонентов по защите диссертации Керимбековой Сусанны Александровны:

**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.

**Минаков Андрей Викторович** - доктор физико-математических наук, профессор, федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Сибирский федеральный университет», директор института инженерной физики и радиоэлектроники.

Председатель экспертной комиссии,  
председатель диссертационного совета  
ДС.ТПУ.04, профессор ИЯТШ ТПУ,  
доктор физико-математических наук,  
профессор



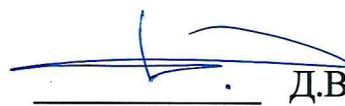
Ю.И. Тюрин

Заместитель председателя  
диссертационного совета ДС.ТПУ.04,  
профессор отделения ядерно-  
топливного цикла ИЯТШ ТПУ, доктор  
технических наук, профессор



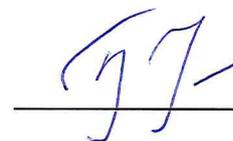
А.А. Орлов

Ученый секретарь  
диссертационного совета ДС.ТПУ.04  
доцент НОЦ И.Н. Бутакова ИШЭ ТПУ,  
кандидат технических наук



Д.В. Гвоздяков

Профессор НОЦ И.Н. Бутакова ИШЭ  
ТПУ, доктор физико-математических  
наук



Б.В. Борисов

Профессор НОЦ И.Н. Бутакова ИШЭ  
ТПУ, доктор технических наук



В.Ю. Половников