

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА 24.1.129.01,
СОЗДАННОГО НА БАЗЕ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО БЮДЖЕТНОГО
УЧРЕЖДЕНИЯ НАУКИ ИНСТИТУТА ТЕПЛОФИЗИКИ ИМ. С.С. КУТАТЕЛАДЗЕ
СИБИРСКОГО ОТДЕЛЕНИЯ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК,
ПО ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ КАНДИДАТА НАУК

аттестационное дело № _____
решение диссертационного совета от 21.02.2024 № 1/2024

О присуждении Федоренко Роману Михайловичу, гражданину Российской Федерации,
учёной степени кандидата физико-математических наук

Диссертация «Вторичные фрагменты при микро-взрывном распаде двухжидкостных капель» по специальности 1.3.14. Теплофизика и теоретическая теплотехника принята к защите 06.12.2023 (протокол заседания № 24-1/2023) диссертационным советом 24.1.129.01, созданным на базе Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института теплофизики им. С.С. Кутателадзе Сибирского отделения Российской академии наук Министерства науки и высшего образования Российской Федерации, 630090, г. Новосибирск, проспект Академика Лаврентьева, 1, приказы Минобрнауки России от 11.04.2012 № 105/нк, от 03.06.2021 № 561/нк.

Соискатель Федоренко Роман Михайлович, 11.11.1997 года рождения, на момент защиты диссертации работает в должности инженера-исследователя в Лаборатории тепломассопереноса Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский Томский политехнический университет». В 2021 году соискатель окончил магистратуру Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский Томский политехнический университет» (ТПУ), с 2021 года и по настоящее время является аспирантом очной формы обучения ТПУ по направлению подготовки 03.06.01 – Физика и астрономия.

Диссертация выполнена в Лаборатории тепломассопереноса Федерального государственного автономного образовательного учреждения 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», профессор научно-образовательного центра И.Н. Бутакова.

Официальные оппоненты:

Поплавский Сергей Владимирович, доктор физико-математических наук, старший научный сотрудник Лаборатории оптических методов диагностики газовых потоков

ФГБУН Института теоретической и прикладной механики им. С.А. Христиановича Сибирского отделения Российской академии наук;

Скрипов Павел Владимирович, доктор физико-математических наук, профессор, ведущий научный сотрудник Лаборатории быстропротекающих процессов и физики кипения ФГБУН Института теплофизики Уральского отделения Российской академии наук - дали положительные отзывы на диссертацию Федоренко Романа Михайловича.

Ведущая организация:

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Рыбинский государственный авиационный технический университет имени П.А. Соловьева» (РГАТУ имени П.А. Соловьева), г. Рыбинск, в своем положительном заключении, подписанном Гурьяновым Александром Игоревичем, доктором технических наук, и.о. директора института авиационных технологий и инженерной физики, профессором кафедры общей и технической физики ФБГОУ ВО «Рыбинский государственный авиационный технический университет имени П.А. Соловьева» и Веретенниковым Сергеем Владимировичем, кандидатом технических наук, заведующим кафедрой общей и технической физики ФБГОУ ВО «Рыбинский государственный авиационный технический университет имени П.А. Соловьева», указала, что «Теоретическая и практическая ценность работы обусловлена тем, что полученные в диссертационной работе новые результаты дополняют и расширяют существующие знания о структуре газокапельных течений. Полученные результаты экспериментов и численного моделирования, сформулированные заключения и выводы, обобщенные карты режимов фрагментации в безразмерных координатах являются информационной базой для разработки перспективных высокотемпературных газопарокапельных технологий, а также совершенствования и развития существующих методов распыла топлива. Полученные данные могут быть использованы для повышения эффективности поршневых и газотурбинных двигателей, энергетического оборудования».

Соискатель имеет 35 опубликованных работ, в том числе по теме диссертации опубликовано 15 работ, все 15 - в рецензируемых научных изданиях, рекомендованных ВАК, общим объемом 181 страница. В опубликованных работах установлены типичные распределения образующихся вторичных фрагментов по размерам и количеству, как функции, иллюстрирующие отдельное и совместное влияние совокупности параметров и факторов: температуры, теплового потока и схемы нагрева; типа и концентрации горючего компонента; начального размера капли и др. В диссертации недостоверных сведений об опубликованных соискателем ученой степени работах не содержится.

Наиболее значимые научные публикации по теме диссертации Федоренко Романа Михайловича:

1. Antonov D.V., Fedorenko R.M., Strizhak P.A. Child droplets produced by micro-explosion and puffing of two-component droplets // Applied Thermal Engineering. – 2020. – V. 164. – P. 114501.

2. Antonov D.V., Fedorenko R.M., Strizhak P.A. Collective effects during the formation of child droplets as a result of puffing/micro-explosion of composite droplets // International Journal of Thermal Sciences. – 2023 – V. 183. – P. 107858.

3. Antonov D.V., Fedorenko R.M., Yanovskiy L.S., Strizhak P.A. Physical and mathematical models of micro-explosions: achievements and directions of improvement // Energies. – 2023. – V. 16, No. 16. – 6034.

На автореферат диссертации поступило 5 отзывов. Все отзывы положительные. В отзывах отмечено, что исследование является законченным и выполнено на высоком научном уровне, тема работы является актуальной, полученные результаты обладают научной новизной и способствуют пониманию процессов вторичного измельчения двухжидкостных капель при их интенсивном нагреве.

В отзыве на автореферат д.ф.-м.н. Фисенко С.П., главного научного сотрудника Лаборатории радиационно-конвективного переноса ГНУ «Институт тепло- и массообмена им. А.В. Лыкова НАН Беларуси» содержатся два замечания: «1. Неясно, почему при радиационном нагреве исходных капель наблюдается минимальное количество вторичных фрагментов по сравнению с другими методами. Какие физические предпосылки данного эффекта? 2. Какова роль коагуляции фрагментов на формирование финальной функции распределения фрагментов по радиусу?»

В отзыве на автореферат д.т.н. Бендерского Б.Я., профессора кафедры «Тепловые двигатели и установки» ФГБОУ ВО «Ижевский государственный технический университет имени М.Т. Калашникова» содержатся два замечания: «1. В научной новизне отсутствуют количественные результаты, полученные при проведении обширных экспериментальных исследований и расчетов. 2. Не совсем ясно, каким образом переносятся результаты численного моделирования с использованием двумерных математических моделей на трехмерный объект исследования, хотя в автореферате отмечено, что определены границы применимости моделей».

В отзыве на автореферат д.ф.-м.н. Исаева С.А., заведующего Лабораторией фундаментальных исследований ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный университет гражданской авиации имени Главного маршала авиации А.А. Новикова» содержится одно замечание: «Хотелось бы уточнить, в какой степени и какие конкретно используются коммерческие коды?»

В отзыве на автореферат д.ф.-м.н. Гасанова Б.М. – заведующего Лабораторией криогеники и энергетики ФГБУН Института теплофизики Уральского отделения Российской академии наук замечания отсутствуют.

В отзыве на автореферат к.т.н. Саушина И.И. – старшего научного сотрудника лаборатории гидродинамики и теплообмена Исследовательского центра проблем энергетики ФГБУН «Федеральный исследовательский центр «Казанский научный центр Российской академии наук» содержатся три замечания: «1. На рисунках 4 и 5 автореферата приведены диаграммы распределения вторичных капель по размерам. Однако не представлена проверка сохранения массы или объема исходной капли и суммы вторичных капель. Полученная оценка разности массы или объема будет содержать долю испарившейся жидкости и долю возможно потерянных при анализе вторичных капель. Проводился ли подобный анализ? 2. Процесс исследования подразумевал распад капли от микровзрыва, вызванного внешним тепловым воздействием. Могло ли это граничное условие продолжать оказывать влияние на вторичные капли, вызывая микро-взрывы в них? 3. Не совсем понятны результаты моделирования на рисунке 9 (б) автореферата. Почему сферическое ядро из фазы «вода» осталось неизменным по форме и размеру после взрыва?»

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается их высокой квалификацией в областях науки, непосредственно связанных с темой диссертации. Ведущая организация является одним из лидеров в области исследования процессов тепломассопереноса, процессов распыления, зажигания и горения жидких топлив, которые могут дать полноценную экспертизу научной и практической значимости результатов работы (д.т.н. Гурьянов А.И., д.т.н. Евдокимов О.А., к.т.н. Веретенников С.В. и др.). Официальный оппонент д.ф.-м.н. Поплавский С.В. является признанным специалистом в области механики жидкости, газа и плазмы, в частности в вопросах многофазных течений и гидродинамики. Официальный оппонент д.ф.-м.н. Скрипов П.В. является признанным специалистом в области быстропротекающих процессов и физики кипения, в частности, в вопросах метастабильных состояний и фазовых переходах с каплями и пленками жидкостей. Квалификация оппонентов подтверждается наличием у них публикаций, соответствующих тематике диссертационного исследования соискателя, и опубликованных в рецензируемых научных изданиях.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований с использованием высокоскоростной видеорегистрации и бесконтактных оптических методов определены характеристики вторичных фрагментов при микро-взрывном распаде капель. Впервые идентифицирован компонентный состав вторичных фрагментов, установлены объемные доли воды и горючей жидкости в составе вторичных фрагментов, формирующихся при микро-взрывном распаде двухжидкостных капель. Показано, что управление компонентным составом вторичных фрагментов обеспечивается за счет варьирования значений совокупности входных параметров, в частности, начального размера исходных капель, концентрации воды и топлива в них,

температуры и схемы нагрева. При микро-взрыве совокупности неоднородных капель зарегистрированы эффекты взаимодействия образующихся вторичных фрагментов с соседними исходными и вторичными каплями.

Теоретическая значимость работы обоснована тем, что полученные при выполнении работы результаты экспериментов, сформулированные заключения и выводы значительно расширяют существующие знания о процессах микро-взрывного распада капель. Представленные данные о характеристиках вторичных фрагментов важны для верификации и апробации математических моделей, разработки аналитических методик при анализе процессов вторичного измельчения.

Значение результатов исследования для практики подтверждается тем, что полученные данные о характеристиках вторичных фрагментов при микро-взрывном распаде двухжидкостных капель служат основой для разработки эффективных методов управления процессами тепломассообмена в высокотемпературных газопарокапельных технологиях (сжигание жидких и суспензионных топлив, термическая и огневая очистка жидкостей, пожаротушение и др.). Метод лазерно-индуцированной флуоресценции позволил получить новые представления о распределении воды и горючей жидкости в составе вторичных фрагментов, что является критически важным для обоснования режимов работы технологического оборудования при подаче двухжидкостных капель в камеру сгорания. Представленные в диссертационной работе результаты могут найти применение в научных и образовательных учреждениях, выполняющих исследования по данной теме, таких как ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский Томский политехнический университет», ФГБУН Институт теоретической и прикладной механики им. С.А. Христиановича Сибирского отделения Российской академии наук, ФГБУН Институт теплофизики Уральского отделения Российской академии наук, ФГБУН Объединенный институт высоких температур Российской академии наук, ФГБОУ ВО «Рыбинский государственный авиационный технический университет имени П.А. Соловьева», Государственный научный центр, федеральное автономное учреждение «Центральный институт авиационного моторостроения имени П.И. Баранова» и других организациях.

Оценка достоверности результатов исследования выявила, что результаты, полученные с использованием современных методов измерений, являются обоснованными, и выполнены в рамках калибровок с определением неопределенностей измерений, проведено сопоставление полученных результатов автора диссертации с теоретическими и экспериментальными данными других авторов.

Основные научные результаты, включенные в диссертацию и выносимые на защиту, получены соискателем лично. Личный вклад соискателя состоял в разработке экспериментальных методик и вычислительных кодов, проведении экспериментальных и

теоретических исследований, обработке и анализе результатов. Автор принимал участие в подготовке статей и представлении докладов на конференциях. Математические модели и авторские программные коды, а также методики экспериментальной регистрации характеристик вторичных фрагментов при микро-взрывном распаде двухжидкостных капель разработаны совместно с д.ф.-м.н., профессором Стрижаком П.А. и к.ф.-м.н., доцентом Антоновым Д.В.

Диссертационным советом 24.1.129.01 сделан вывод о том, что диссертация Федоренко Романа Михайловича представляет собой научно-квалификационную работу, в которой решена научная задача об исследовании вторичного измельчения двухжидкостных капель при их интенсивном нагреве, имеющая существенное значение для развития теории тепломассообмена многофазных систем. Представленная диссертационная работа соответствует критериям п. 9 Положения о присуждении ученых степеней, утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации № 842 от 24.09.2013.

На заседании 21 февраля 2024 года диссертационный совет 24.1.129.01 принял решение присудить Федоренко Роману Михайловичу ученую степень кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.14. Теплофизика и теоретическая теплотехника.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 20 человек, из них 8 докторов наук по профилю специальности 1.3.14. Теплофизика и теоретическая теплотехника, участвовавших в заседании, из 26 человек, входящих в состав совета, проголосовали за присуждение ученой степени – 20, против – 0, недействительных бюллетеней – 0.

21 февраля 2024 года

Председатель
диссертационного совета
академик РАН

Ученый секретарь
диссертационного совета
профессор РАН



С.В. Алексеенко

В.В. Терехов