

## ОТЗЫВ НАУЧНОГО РУКОВОДИТЕЛЯ

на диссертационную работу Федоренко Романа Михайловича «Вторичные фрагменты при микро-взрывном распаде двухжидкостных капель», выполненной по специальности «1.3.14 – Теплофизика и теоретическая теплотехника» на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук

Методики вторичного измельчения капель жидкостей с целью получения мелкодисперсного спрея получили активное развитие в течение последних пяти лет. Это стало возможным благодаря получению новых знаний из экспериментов о характеристиках такого измельчения и их зависимостях от совокупности определяющих входных параметров. Основными методиками принято считать базирующиеся на соударениях капель жидкостей между собой, с твердой стенкой и газовоздушным потоком, а также при микро-взрывном вскипании. Методика с микро-взрывным распадом родительских капель считается наиболее перспективной вследствие того, что она позволяет в течение короткого интервала времени (единицы миллисекунд) получить спрей с размерами капель в десятки и даже сотни раз меньше по сравнению с родительскими. Это особенно важно для высоковязких композиционных жидких топлив, измельчение капель которых до 1-10 мкм невозможно реализовать с применением современных форсуночных устройств. Нерешенной в полной мере задачей остается создание программно-аппаратного комплекса для достоверного прогнозирования характеристик вторичных капель при нагреве с высоким темпом родительских и их микро-взрывным распадом. Тематика исследований Федоренко Р.М., безусловно, актуальна в связи со стремлением производств к повышению энергоэффективности. Автор диссертации выполнил экспериментальные и численные исследования с применением современных методик и вовлечением группы различных компонентов жидкостей.

Достоверность результатов, полученных Федоренко Р.М., подтверждается проведенной им оценкой систематических и случайных погрешностей измерений, повторяемостью опытов при идентичных начальных условиях, а также использованием высокоточного и малоинерционного оборудования, позволяющего реализовать контактные и бесконтактные измерения. Также выполнено сравнение полученных результатов с теоретическими и экспериментальными данными других авторов. Они использовались при отладке методик и обосновании их адекватности.

Ключевой результат диссертационной работы Федоренко Р.М. состоит в создании на основе экспериментальных и теоретических исследований программно-аппаратного комплекса для прогнозирования характеристик вторичных фрагментов при микро-взрыве и паффинге, отличающегося от известных учетом влияния большой совокупности основных факторов, процессов и эффектов. Применены бесконтактные оптические методы (PIV, PTV, IPI, SP, PLIF, LIP, Two-color LIF и



др.) и высокоскоростные программно-аппаратные комплексы. Теоретические исследования выполнены с применением авторских кодов в MatLab и Mathematica, а также моделей в Ansys Fluent и Comsol Multiphysics. Математическая обработка экспериментальных данных позволила получить выражения для прогнозирования значений размеров, количества, скоростей движения, импульса, энергии, компонентного состава вторичных капель при микро-взрывном распаде родительских.

Определяющим достоинством диссертационной работы является разработка и апробация новых физических и математических моделей, позволяющих прогнозировать последствия микро-взрывного распада капель с различным компонентным составом и при разных условиях нагрева. Соискателем показано, что соответствующие условия можно обеспечить в широкой группе отраслей промышленности, в частности, при распылении жидких и композиционных топлив, огнетушащих составов, очищаемых жидкостей, нефтехимических смесей и других различных эмульсий, растворов и суспензий. С учетом многообразия приложений диссертант продемонстрировал применимость эффектов микро-взрыва в рамках ряда научных проектов. В частности, исследования характеристик вторичных фрагментов при нагреве композиционных жидких топлив с добавлением твердых частиц, различных видов воды и газонасыщением в составе двухжидкостных капель выполнены в рамках проекта Министерства науки и высшего образования Российской Федерации, соглашение № 075-15-2020-806. Экспериментальные исследования характеристик вторичных фрагментов при микро-взрывном распаде неоднородных капель выполнены при финансовой поддержке гранта Российского научного фонда № 21-71-10008. Теоретические исследования характеристик вторичных фрагментов выполнены при финансовой поддержке гранта Российского научного фонда № 23-69-10006. Исследования характеристик вторичных фрагментов при микро-взрывной фрагментации капель с биокомпонентами проведены при финансовой поддержке гранта Президента РФ МД-1616.2022.4. Разработанные автором диссертации методики применяются при обучении магистрантов НИ ТПУ по профилю «Автоматизация теплоэнергетических процессов» направления «Теплоэнергетика и теплотехника».

Результаты исследований прошли апробацию на более чем 20 всероссийских и международных конференциях в Новосибирске, Москве, Санкт-Петербурге, Казани, Екатеринбурге, Томске и других городах. Автором диссертации опубликованы более 10 статей в рецензируемых российских журналах, входящих в перечень ВАК, и цитируемых базами данных Scopus и Web of Science. Основные результаты опубликованы в журналах: «International Journal of Heat and Mass Transfer», «Fuel», «Applied Thermal Engineering», «Acta Astronautica», «Chemical Engineering Research



and Design», «Powder Technology», «Combustion and Flame», «International Journal of Thermal Sciences», «International Communications in Heat and Mass Transfer».

Характерными качествами Федоренко Р.М. являются: мотивированность и стремление к достижению целей, трудолюбие, исполнительность, дисциплинированность, саморазвитие, ответственность. Диссертант принимает активное участие в реализации ключевых научных проектов Лаборатории тепломассопереноса ТПУ. Доклады Федоренко Р.М. признавались лучшими на ряде конференций всероссийского и международного уровня.

Считаю, что диссертация «Вторичные фрагменты при микро-взрывном распаде двухжидкостных капель» является завершенным научным исследованием, свидетельствующим о высокой квалификации соискателя в области теплофизики и теоретической теплотехники, соответствует критериям, установленным в Положении ВАК о присуждении ученых степеней, а ее автор, Федоренко Роман Михайлович, заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.14 – Теплофизика и теоретическая теплотехника.

Научный руководитель,  
профессор НОЦ И.Н. Бутакова Инженерной школы энергетики,  
заведующий лабораторией тепломассопереноса  
Национального исследовательского  
Томского политехнического университета,  
доктор физико-математических наук, профессор  
(01.04.14 – Теплофизика и теоретическая теплотехника)  
Стрижак Павел Александрович



Подпись П.А. Стрижака заверяю  
Ученый секретарь Национального  
исследовательского Томского  
политехнического университета,  
кандидат технических наук  
Кулинич Екатерина Александровна



Почтовый адрес 634034, г. Томск, ул. Усова, 7, учебный корпус № 8, ауд. 263  
Электронный адрес pavelspa@tpu.ru  
Номер телефона +7 (3822) 606-102, 701-777, вн. 1910

15.09.2023