

ОТЗЫВ НАУЧНОГО РУКОВОДИТЕЛЯ

на диссертационную работу Антонова Дмитрия Владимировича

«Микро-взрывная фрагментация двухжидкостных капель», выполненной по специальности «1.3.14 – Теплофизика и теоретическая теплотехника» на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук

Многокомпонентные жидкости являются рабочими средами в широкой группе технологий. Каждый из компонентов добавляется для решения конкретных энергетических, экономических, экологических и других задач. Одна из основных сложностей, сдерживающих широкое применение многокомпонентных жидкостей в реальных приложениях, состоит в высокой вязкости и повышенных затратах при распылении, например, в топках энергетических установок, двигателях автомобилей, камерах и реакторах энергогенерирующих систем и др. Установки по первичному распылению позволяют получить аэрозоль с ограниченными размерами капель. Требуется их доизмельчение для повышения полноты фазовых превращений и химического реагирования. Реализация доизмельчения возможна с применением так называемых технологий вторичного измельчения за счет соударений капель между собой при пересечении струй, распада в газовых струях, взаимодействия с препятствиями в виде стержней, подложек и стенок. Но все перечисленные методики вторичного измельчения позволяют повысить площадь поверхности жидкости лишь в 2–4 раза. Существенно большее увеличение (от 10 до 200 раз) этого показателя возможно за счет микро-взрывной фрагментации капель. К настоящему времени получены экспериментальные данные о микро-взрывной фрагментации капель жидкостей в основном в топливных технологиях. Но полной теории протекания этих процессов пока нет. Достаточно много дискуссионных вопросов остается в сфере пояснения критериев фрагментации (какие условия являются необходимыми и достаточными) и характеристик вторичных фрагментов. В диссертационной работе Антонова Д.В. предложено решение этой проблемы за счет использования разработанных моделей и полученных экспериментальных данных. Наибольший интерес представляет комбинация примененных автором диссертации аналитических и численных решений, а также экспериментальных исследований. Автор диссертации выполнил экспериментальные исследования для обоснования адекватности разработанных моделей и полученных решений задач тепломассопереноса при нагреве капель с различным количеством компонентов и постановками, при которых данные компоненты перемешаны и не перемешаны в объеме родительской капли.

Достоверность результатов, полученных Антонова Д.В., подтверждается проведенной оценкой систематических и случайных погрешностей измерений, повторяемостью опытов при идентичных начальных параметрах системы, а также

использованием современного высокоточного оборудования. Также выполнено сравнение полученных результатов с теоретическими и экспериментальными данными других авторов.

Ключевой результат диссертационной работы соискателя состоит в изучении критических условий распада капель с и без предварительного перемешивания компонентов и применением критериев по росту температуры межкомпонентной границы, зарождению и распаду пузыря, а также утоньшения оболочки пузырьков. При этом автор диссертации рассмотрел два режима, которые в мировой науке называются puffing и micro-explosion. Диссертант обосновал, что механизм микро-взрывного распада многокомпонентной капли при высокотемпературном нагреве связан с перегревом воды на межкомпонентной границе (топливо / вода) выше температуры начала кипения. Им показано, что при выполнении теоретических исследований в качестве критериев микро-взрывного распада правомерно использовать: критерий по перегреву межкомпонентной границы (вода/топливо) выше температуры начала взрывного кипения дисперсной фазы (воды) и критерий по достижению критического размера (радиуса) пузыря.

Главным достоинством диссертационной работы является то, что автору удалось освоить и применить методики экспериментальных и теоретических исследований (численного моделирования и аналитических решений) для изучения быстропротекающих процессов. Диссертант прошел стажировку в Университете г. Брайтон, Великобритания. Проводятся совместные исследования с коллегами из Великобритании, Франции, Малайзии, Израиля, России и других стран. Результаты диссертационных исследований используются при выполнении российских и международных научных проектов.

Диссертационные исследования Антонова Д.В. выполнены при финансовой поддержке грантов и проектов различных фондов, в частности: научный проект «Фундаментальные исследования процессов горения и детонации применительно к развитию основ энерготехнологий» по приоритетным направлениям научно-технологического развития в рамках подпрограммы «Фундаментальные научные исследования для долгосрочного развития и обеспечения конкурентоспособности общества и государства» государственной программы Российской Федерации «Научно-технологическое развитие Российской Федерации» (Соглашение № 075–15–2020–806, Договор № 13.1902.21.0014), грант Российского научного фонда (№ 18-71-10002), гранты Президента РФ (№ МД-314.2019.8, МД-289.2021.4), стипендия Президента РФ № СП-447.2021.1. Результаты исследований прошли апробацию более чем на 20 всероссийских и международных конференциях. Автором диссертации подготовлены более 10 статей в рецензируемых российских (цитируются базами данных Scopus и Web of Science) журналах, входящих в перечень ВАК. В высокорейтинговых журналах, входящих в 1 квартиль Web of

Science (International Journal of Heat and Mass Transfer, International Journal of Thermal Science, Fuel, Combustion and Flame, Applied Thermal Engineering, Chemical Engineering Research and Design и др.), опубликованы более 10 статей.

Характерными качествами Антонова Д.В. являются обучаемость, трудолюбие, исполнительность, дисциплинированность, стремление к развитию, адаптивность, мобильность, отзывчивость, стойкость. Диссертант традиционно принимает активное участие в работе по проектам Лаборатории моделирования процессов теплообмена ТПУ. В период выполнения диссертационных исследований Антонов Д.В. проявил себя как высококвалифицированный специалист, способный самостоятельно решать на современном уровне сложные исследовательские задачи. Диссертант является лауреатом Стипендий Президента и Правительства РФ для молодых ученых. Антонов Д.В. активно проводит исследования по тематике диссертационной работы на протяжении более 8 лет, пройдя путь: школьник (лицеист) – бакалавр – магистрант – аспирант – инженер-исследователь.

Считаю, что диссертация является завершенным научным исследованием, свидетельствующим о высокой квалификации соискателя в области теплофизики и теоретической теплотехники, соответствует требованиям пп. 9, 10 Положения, а ее автор, Антонов Дмитрий Владимирович, 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
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

18.10.2021