

ОТЗЫВ НАУЧНОГО РУКОВОДИТЕЛЯ

на диссертационную работу Ткаченко Павла Петровича «Агломерирование и разделение компонентов суспензий при соударении капель жидкостей и твердых частиц в технологиях теплотехники», выполненной по специальности «2.4.6. Теоретическая и прикладная теплотехника» на соискание ученой степени кандидата технических наук.

Большие перспективы в области снижения концентрации газовых антропогенных выбросов энергетических предприятий связываются с технологиями использования композиционных жидких топлив, включающих воду, растительные и отработанные масла, эфиры, нефтешламы, стоки, отходы углеобогащения, биомассу и др. Распыление таких суспензий вследствие их повышенной вязкости сопровождается проблемами закупоривания каналов форсунок в энергетических системах. Аналогичные сложности возникают при огневой очистке загрязненных сточных и технологических вод. Одно из потенциальных решений соответствующих проблем состоит в применении систем раздельной подачи твердых и жидких компонентов в смесительные камеры и реакторы. Однако важно установить режимы и характеристики взаимодействия этих компонентов при различных внешних условиях. Тематика исследований Ткаченко П.П., безусловно, актуальна в связи с довольно широким распространением процессов взаимодействия капель жидкостей и твердых частиц в технологиях теплотехники и отсутствием до настоящего времени средств достоверного прогнозирования режимов и последствий соответствующих соударений, приводящих к изменению распределений дисперсной фазы в несущих рабочих потоках. Автор диссертации выполнил экспериментальные исследования с применением современных методик и вовлечением двух-, трех- и многокомпонентных капельных потоков. Это позволило охватить в диссертации совокупность теплотехнических приложений: водоподготовка, распыление и смешение рабочих сред, топливоприготовление, топливосжигание и др.

Достоверность результатов, полученных Ткаченко П.П., подтверждается проведенной 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 в области тестовых задач. Построенные диссертантом безразмерные карты режимов сопоставлялись с данными коллег из различных стран, полученными для широкой совокупности приложений.

Основной результат диссертационной работы Ткаченко П.П. состоит в определении интегральных характеристик и условий стабильного агломерирования и разделения компонентов суспензий при соударении капель и частиц в технологиях теплотехники для решения задач интенсификации процессов тепломассопереноса и фазовых превращений в энергетическом оборудовании. Диссертант показал, насколько существенно взаимодействие капель и частиц позволяет менять дисперсность газопарокапельных потоков и, как следствие, варьировать условия и характеристики тепломассообменных процессов. Соискателем разработаны экспериментальные методики для изучения режимов и характеристик взаимодействия капель и частиц в различных по составу и структуре средах. Предложены подходы к экспериментальным исследованиям с применением методик для бинарных соударений и взаимодействий в составе спреев и аэрозолей. Применены передовые оптические методы высокоскоростной видеорегистрации (в частности, «Particle Image Velocimetry» и «Interferometric Particle Imaging»). Установлены параметры (критические значения чисел Вебера, Онезорге, Рейнольдса, капиллярности, углы атаки, скорости движения и др.), необходимые для реализации четырех режимов взаимодействия (отскок, коалесценция, разлет и дробление) капель жидкостей между собой и с твердыми частицами. Предложены безразмерные математические выражения для прогнозирования характеристик взаимодействия капель и частиц, как элементов рабочих сред теплотехнических систем. Созданы научные основы для разработки и оптимизации параметров работы капельно-струйных оросителей, эжекционных градилен, деаэраторов, других теплотехнических установок и систем на базе построенных диссертантом карт режимов, установленных функциональных связей выходных характеристик с

входными параметрами, сформулированных математических выражений, запатентованных технологических решений.

Диссертационные исследования агломерирования и разделения компонентов суспензий при соударении капель жидкостей и твердых частиц в смешивающих устройствах выполнены при поддержке гранта РФФИ (№ 18-19-00056), их взаимодействия в режимах отскока, коалесценция, разлета и дробления с интенсификацией тепломассопереноса в камерах сгорания, реакторах, теплообменном оборудовании – при поддержке гранта РФФИ (№ 18-71-10002, № 18-71-10002П), изучение компонентного состава и интегральных характеристик вторичных фрагментов при слиянии и распаде капель жидкостей – в рамках проекта РФФИ № 21-71-10008. Разработанные автором диссертации методики применяются при обучении магистрантов НИ ТПУ по профилю «Автоматизация теплоэнергетических процессов» направления «Теплоэнергетика и теплотехника». Результаты диссертационных исследований используются на предприятиях при проектировании тепломассобменных систем с газопарокапельными потоками (к диссертации прикреплены соответствующие акты).

Результаты исследований прошли апробацию на более чем 20 всероссийских и международных конференциях в Москве, Санкт-Петербурге, Новосибирске, Томске, Красноярске, Казани, Новом Уренгое и других городах. Автором диссертации опубликованы 14 статей в рецензируемых журналах, входящих в перечень ВАК и цитируемых базами данных Scopus и Web of Science: «Powder Technology» (Q1, ИФ=5,64), Defence Technology (Q1, ИФ=5,1), «Thermal Science and Engineering Progress» (Q1, ИФ=4,56), «International Journal of Heat and Mass Transfer» (Q1, ИФ=5,43), «Chemical Engineering Science» (Q1, ИФ=4,89), «Fuel» (Q1, ИФ=8,04) и др. Запатентованы способ получения композиционного топлива и установка для изучения вторичного измельчения капель жидкостей.

Характерными качествами Ткаченко П.А. являются: эрудированность, инициативность, вовлеченность, гибкость, трудолюбие, усердие, исполнительность, дисциплинированность, ответственность, аккуратность, стремление к развитию,

коммуникабельность. Диссертант принимает активное участие в реализации научных проектов Лаборатории тепломассопереноса ТПУ.

Считаю, что диссертация «Агломерирование и разделение компонентов суспензий при соударении капель жидкостей и твердых частиц в технологиях теплотехники» является завершенным научным исследованием, свидетельствующим о высокой квалификации соискателя в области повышения энергоэффективности теплотехнических газопарокапельных систем, соответствует критериям пп. 2.1-2.5 «Порядка присуждения ученых степеней в Национальном исследовательском Томском политехническом университете», утвержденного приказом ректора № 362-1/од от 28.12.2021 г., предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор, Ткаченко Павел Петрович, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности «2.4.6. Теоретическая и прикладная 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

10.02.2023