ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА Д 212.063.05, СОЗДАННОГО НА БАЗЕ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО БЮДЖЕТНОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «ИВАНОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ХИМИКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ» МИНИСТЕРСТВА НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ, ПО ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ КАНДИДАТА НАУК

аттестационное дело № _____

решение диссертационного совета от 12 октября 2020 г., №12

О присуждении Камело Амайа Арнолду Фигерару, гражданину Республики Колумбия, ученой степени кандидата технических наук.

Диссертация «Совершенствование режимов работы и аппаратурного оформления аппаратов с циркуляционным кипящим слоем»
по специальности 05.17.08 – Процессы и аппараты химических технологий
принята к защите 10.03.2020 г. (протокол заседания № 6), диссертационным советом Д 212.063.05, созданным на базе федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Ивановский государственный химико-технологический университет» Министерства науки и высшего образования Российской Федерации, 153000, г. Иваново, пр. Шереметевский, 7, приказ о создании совета № 105/нк от 11 апреля 2012 г.

Соискатель Камело Амайа Арнолд Фигерар, 1989 года рождения.

В 2013 году соискатель окончил по программе специалитета Национальный университет Колумбии (Манисалес, Колумбия) с присвоением квалификации «Инженер-химик», в 2017 г. закончил магистратуру по химической технологии в Институте тонкой химической технологии Московского технологического университета Минобрнауки России.

В 2019 году соискатель освоил программу подготовки научно-педагогических кадров в очной аспирантуре по направлению подготовки 18.06.01-«Химическая технология», профиль – Процессы и аппараты химических технологий с присвоением квалификации «Исследователь. Преподаватель-исследователь» в ФГБОУ ВО «Ивановский государственный энергетический университет имени В.И. Ленина» Министерства науки и высшего образования Российской Федерации.

Диссертация выполнена на кафедре прикладной математики ФГБОУ ВО «Ивановский государственный энергетический университет имени В.И. Ленина» Министерства науки и высшего образования Российской Федерации.

Научный руководитель – доктор технических наук, доцент Митрофанов Андрей Васильевич, ФГБОУ ВО «Ивановский государственный энергетический университет имени В.И. Ленина», кафедра прикладной математики, профессор.

Официальные оппоненты:

Кондратьев Александр Сергеевич, доктор технических наук, профессор, ФГБОУ ВО «Московский политехнический университет», кафедра «Промышленная теплоэнергетика», профессор;

Таршис Михаил Юльевич, доктор технических наук, доцент, ФГБОУ ВО «Ярославский государственный технический университет», кафедра «Теоретическая механика и сопротивление материалов», профессор;
дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация – Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Ивановский государственный политехнический университет» (г. Иваново), в своем положительном отзыве, подписанном Красновым Александром Алексеевичем, доктором технических наук, профессором, председателем заседания кафедры «Архитектура и строительство», указала, что диссертация Камело Амайа Арнолда Фигерара является завершенной научно-квалификационной работой, в которой решена научная задача моделирования, расчета и оптимизации процессов физико-химической переработки дисперсных материалов в аппаратах с циркуляционном кипящим слоем, имеющая хозяйственное значение для экономики и конкурентоспособности химической и смежных отраслей промышленности.

Разработанная стратегия моделирования, результаты расчетно-экспериментального исследования аппаратов с циркуляционным кипящим слоем и методы их расчета со средствами компьютерной поддержки рекомендуются к использованию в исследовательских и проектных организациях, занимающихся вопросами разработки и эксплуатации оборудования для физико-химической переработки дисперсных материалов (НИУИФ, НИИЦЕМЕНТ, ИРЕА, НИИГРАФИТ, НПО ЦКТИ, ОАО «ВТИ», ГНУ ИТМО и другие), а также на промышленных предприятиях этих отраслей. Методы и примеры моделирования процессов в ЦКС целесообразно использовать в вузовском курсе «Процессы и аппараты химических технологий» (или в подобных курсах для других направлений подготовки).

Соискатель имеет 14 опубликованных работ, в том числе по теме диссертации опубликовано 14 работ, из них в рецензируемых научных изданиях опубликовано 7 работ (в том числе 3 работы – в изданиях, входящих в международные системы цитирования Web of Science и Scopus). По результатам работы получены 2 патента на полезные модели, 1 свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ.

Личный вклад соискателя в опубликованных работах по теме диссертации не менее 70% и состоит в выборе направления исследований, постановке конкретных задач по моделированию и разработке их программно-алгоритмического обеспечения, разработке методик экспериментов и их реализации, научном анализе и интерпретации полученных результатов.

Недостоверные сведения об опубликованных соискателем работах в диссертации отсутствуют.

Наиболее значимые научные работы по теме диссертации:

1. Mizonov, V. A simple model to estimate and compare efficiency of fluidized bed reactor without and with circulation / V. Mizonov, A. Mitrofanov, K. Tannous, A. Camelo // Изв. вузов. Химия и химич. технология.– 2019.–том 62.– № 3.– С. 83-88. *(Web of Science)*

2. Mitrofanov, A. Application of the theory of Markov chains to theoretical study of processes in a circulating fluidized bed / A. Mitrofanov, V. Mizonov, A.Camelo & K. Tannous // Particulate Science and Technology.– 2019. – Vol. 37. – No. 8. – P. 1028-1033. *(Web of Science)*

3. Mizonov, V. application of the theory of Markov chains to theoretical study of processes in a circulating fluidized bed / V. Mizonov, A. Mitrofanov, A. Camelo, L. Ovchinnikov. // Recent Innovations in Chemical Engineering. – 2018. – Vol. 11.– N.1. – P. 20-28. *(Scopus)*

На диссертацию и автореферат поступило 5 отзывов, все положительные.

В отзыве доктора технических наук, профессора Владимира Федоровича Першина, профессора кафедры «Техника и технологии производства нанопродуктов» ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет» (г. Тамбов) отмечены следующие замечания: 1. Показано, что в периодическом циркуляционном процессе время задержки подачи возврата оказывает значительное влияние на производительность (рис.3), но ничего не сказано, как рассчитывалось это время в реальном процессе. 2. Не понятно, откуда берется формула (20) для коэффициента макродффузии.

В отзыве доктора технических наук, профессора Ткачева Алексея Григорьевича, генерального директора ООО «НаноТехЦентр» (г. Тамбов) отмечены следующие замечания: 1. В некоторых используемых в работе эмпирических зависимостях (заимствованных из соответствующих литературных источников) фигурирует критерий Рейнольдса, но ничего не сказано, по какому характерному размеру следует его рассчитывать. 2. Среди экспериментальных данных по изучению тепломассообмена отсутствуют гранулометрические характеристики твердых частиц, что несколько затрудняет вывод о правомерности модели их прогрева как термически тонкого тела. 3. В автореферате отсутствует список условных обозначений, что при многочисленности формул затрудняет его чтение и восприятие.

В отзыве кандидата технических наук, доцента Василевича Сергея Владимировича, заведующего кафедрой технической эксплуатации воздушных судов и двигателей УО «Белорусская государственная академия авиации» (г. Минск) отмечены следующие замечания: 1. В ряде заимствованных эмпирических формул фигурирует критерий Рейнольдса (зависимости (17)-(18)), однако, не указано, по какому размеру частиц следует его рассчитывать, если частицы имеют отличную от сферической форму. 2. Не совсем понятно, какие ограничения при моделировании вводятся на размер ячеек.

В отзыве доктора технических наук, профессора Богданова Василия Степановича, заведующего кафедрой «Механическое оборудование» ФГБОУ ВО «Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова» (г. Белгород) отмечены следующие замечания: 1. Не понятно, насколько может быть эффективен разделитель частиц и воздуха в виде, показанном на схеме рис.4, и как

он влияет на циркуляцию воздуха? 2. В форсированном кипящем слое должен происходить интенсивный износ частиц, который может повлиять на все параметры процесса. В работе он не учитывался. Почему?

В отзыве кандидата физико-математических наук Малько Михаила Владимировича, ведущего научного сотрудника лаборатории «Возобновляемая энергетика» Республиканского научно-производственного унитарного предприятия «Институт энергетики Национальной академии наук Беларуси» (г. Минск) отмечены следующие замечания: 1. Автор рассматривает модели с дискретным временем, при этом не совсем понятно из каких соображений выбираются длительности временного интервала, между которыми фиксируется изменение слоя. 2. В автореферате нет списка обозначений, что затрудняет восприятие материала.

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается тем, что официальные оппоненты доктор технических наук, профессор Кондратьев Александр Сергеевич и доктор технических наук, доцент Таршис Михаил Юльевич являются компетентными учеными в области моделирования и расчета технологических процессов в многофазных дисперсных системах, имеют большое количество публикации в этой области исследований, а ведущая организация ФГБОУ ВО «Ивановский государственный политехнический университет» (г. Иваново) известна своими научными и практическими достижениями в области технологической переработки сыпучих материалов и имеет ученых (д.т.н. Огурцов В.А., д.т.н. Смирнов С.Ф., д.т.н. Краснов А.А., к.т.н. Алешина А.П., к.т.н. Хохлова Ю.В., к.т.н. Брик Е.Р. и др.), которые являются специалистами по теме диссертации.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

разработана научная концепция представления процессов в циркуляционном кипящем слое как системы с распределенными параметрами и обратной связью в виде потока сыпучего материала в контуре циркуляции;

предложен нетрадиционный подход к моделированию процессов в циркуляционном кипящем слое, базирующийся на дополнении известной ячеечной модели процесса в собственно кипящем слое моделью движения материала в контуре циркуляции, позволяющий выявить новые пути повышения производительности аппаратов с кипящим слоем;

предложены математические модели и алгоритмы решения задач формирования потоков сыпучего материала в аппаратах с циркуляционным кипящим слоем, позволяющие прогнозировать их технологические характеристики и выполнять конструктивную оптимизацию аппаратов;

доказана путем экспериментального исследования процесса сушки сыпучего материала в оригинальных лабораторных установках с периодическим циркуляционным кипящим слоем адекватность и прогностическая эффективность предложенных моделей и базирующегося на них инженерного метода расчета процесса.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что

применительно к проблематике диссертации результативно использован теоретический подход, базирующийся на математическом аппарате теории цепей

Маркова, к описанию гидродинамических и тепло- и массообменных процессов в циркуляционном кипящем слое;

изучены процессы функционирования аппаратов с циркуляционным кипящим слоем периодического действия и показано, что существенным фактором, влияющим на их производительность, является время задержки материала в контуре циркуляции;

изучены процессы функционирования аппаратов с циркуляционным кипящим слоем непрерывного действия и показано, что, существует оптимальное по высоте слоя положение подвода материала из контура циркуляции, позволяющее повысить производительность без снижения качества целевого продукта.

Значение полученных соискателем результатов исследования для практики подтверждается тем, что:

разработаны и внедрены при проектировании и запуске пилотной установки для сушки дробленых отходов термопластиков (акт внедрения результатов, МУП «Спецавтотранс» (г.Череповец, Вологодская область)) программные средства компьютерной поддержки предложенного инженерного метода расчета сушилки с циркуляционным кипящим слоем (свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ №2016662898);

представлены и обоснованы рекомендации по совершенствованию аппаратурного оформления и режимов работы аппаратов с циркуляционным кипящим слоем с точки зрения их производительности и качества готовых продуктов;

разработаны две новые конструкции аппаратов с кипящим слоем (пат. на полезную модель №174232, пат. на полезную модель №174233), в том числе, аппарат с возможностью позиционирования подвода возврата в циркуляционном кипящем слое;

определены перспективы практического использования предложенных математических моделей и их программных реализаций в научных, проектных организациях и на предприятиях химической промышленности и смежных отраслей.

Оценка достоверности результатов исследования выявила:

для экспериментальных работ достоверность полученных результатов обеспечивается применением стандартных методов измерения, сертифицированных измерительных приборов и воспроизводимостью экспериментальных данных в пределах заданной точности анализа;

идея базируется на существующих теоретических и практических результатах исследований процессов псевдоожижения и тепломассообмена;

установлено, что полученные автором результаты не противоречат фундаментальным положениям теорий псевдоожижения и тепломассообмена.

Личный вклад соискателя состоит в анализе и обобщении литературных данных по теме диссертации, разработке совместно с научным руководителем математических моделей, проведении научных экспериментов, обработке и интерпретации экспериментальных данных, а также в подготовке публикаций по результатам выполненной работы (совместно с соавторами).

Квалификационная оценка диссертации

Диссертационный совет пришел к выводу о том, что диссертация Камело А.А.Ф. является завершенной научно-квалификационной работой и соответствует требованиям пп. 9-14 «Положения о присуждении ученых степеней» (утверждено постановлением Правительства Российской Федерации № 842 от 24.09.2013 г.) предъявляемых к диссертациям на соискание ученой степени кандидата наук. В работе изложены новые научно обоснованные технические и технологические решения в области повышения производительности аппаратов с циркуляционным кипящим слоем и совершенствования их аппаратурного оформления, имеющие существенное значение для развития химической и смежных отраслей промышленности.

Диссертационная работа соответствует паспорту научной специальности 05.17.08 – «Процессы и аппараты химических технологий» в части формулы специальности: «…, содержание которой базируется на физических и химических явлениях (перенос энергии и массы, химические превращения, катализ, физико-химические воздействия на перерабатываемые материалы и т.п.)...», «...ориентирована на совершенствование аппаратурного оформления технологических процессов с позиций энерго- и ресурсосбережения, использование особенностей нестационарных режимов…»,

в части области исследований: «Фундаментальные разработки в изучении явлений переноса энергии и массы в технологических аппаратах.»; «способы, приемы и методология исследования гидродинамики движения жидкости, газов, перемещения сыпучих материалов, исследование тепловых процессов в технологических аппаратах и технологических схемах, исследования массообменных процессов и аппаратов…».

На заседании 12.10.2020 диссертационный совет принял решение присудить Камело А.А.Ф. ученую степень кандидата технических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 15 человек, из них 12 докторов наук (в том числе 7 – отрасль наук «технические») по специальности 05.17.08 рассматриваемой диссертации, участвовавших в заседании, из 21 человека, входящих в состав совета, проголосовали: за – 15, против – нет, недействительных бюллетеней – нет.

Председатель
диссертационного совета [redacted] Лабутин Александр Николаевич

Ученый секретарь
диссертационного совета [redacted] Зуева Галина Альбертовна

12.10.2020