

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА 24.2.286.04,
СОЗДАННОГО НА БАЗЕ

федерального государственного бюджетного образовательного учреждения
высшего образования «Воронежский государственный технический университет»,
ПО ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ КАНДИДАТА
НАУК

аттестационное дело № _____

решение диссертационного совета от 23.12.2022 № 89

О присуждении Бородину Станиславу Владимировичу, гражданину Российской Федерации, ученой степени кандидата технических наук.

Диссертация «Математическое моделирование процессов переноса в сверхкритических теплообменниках на основе сеточных методов» по специальности 1.2.2. Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ принята к защите 19.10.2022 г. (протокол заседания № 87) диссертационным советом 24.2.286.04, созданным на базе федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Воронежский государственный технический университет», Министерство науки и высшего образования Российской Федерации, 394006, г. Воронеж, ул. 20-летия Октября, д. 84, приказ №178/нк от 02.10.2018 г.

Соискатель Бородин Станислав Владимирович, 18 января 1990 года рождения, в 2012 году окончил Военный авиационный инженерный университет (г. Воронеж) по специальности «Холодильная, криогенная техника и кондиционирование». В 2022 году был прикреплен к Воронежскому государственному техническому университету для подготовки диссертации на соискание ученой степени кандидата наук (приказ о прикреплении от 03.06.2022 № 01-10/3-1604. Работает научным сотрудником в ВУНЦ ВВС «ВВА имени профессора Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина», Министерство обороны Российской Федерации.

Диссертация выполнена на кафедре высшей математики и физико-математического моделирования федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Воронежский государственный технический университет», Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

Научный руководитель – доктор физико-математических наук, профессор Батаронов Игорь Леонидович, федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Воронежский государственный технический университет», кафедра высшей математики и физико-математического моделирования, заведующий кафедрой.

Официальные оппоненты:

Постников Евгений Борисович, доктор физико-математических наук, доцент, федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Курский государственный университет», профессор кафедры физики и нанотехнологий, заведующий отделом теоретической физики конденсированного состояния;

Солдатов Евгений Сергеевич, кандидат технических наук, ОКБ Сухого ПАО «Объединенная авиастроительная корпорация», ведущий конструктор научно-исследовательского центра суперкомпьютерных технологий, дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация, федеральное государственное автономное образовательное учреждения высшего образования «Южно-Уральский государственный университет (национальный исследовательский университет)» в своем положительном отзыве, подписанном Свиридьюком Георгием Анатольевичем, доктором физико-математических наук, профессором, заведующим научно-исследовательской лабораторией «Неклассические уравнения математической физики», и Клыгачем Денисом Сергеевичем, кандидатом технических наук, доцентом, доцентом кафедры математического и компьютерного моделирования, утвержденном Коржовым Антоном Вениаминовичем, доктором технических наук, доцентом, первым проректором – проректором по научной работе, указала, что диссертационная работа Бородкина Станислава Владимировича «Математическое моделирование процессов переноса в сверхкритических теплообменниках на основе сеточных методов», представляет собой законченную научно-квалификационную работу, в которой содержится решение научной задачи, имеющей значение в области математического моделирования, численных методов и комплексов программ. Полученные результаты соответствуют научной специальности 1.2.2. Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ. Результаты диссертации являются новыми, строго обоснованными и получены автором самостоятельно. Автореферат и публикации достаточно полно отражают содержание диссертации. Диссертационная работа соответствует требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям, в соответствии с пп. 9-14 Положения о присуждении ученых степеней, поскольку является научно-квалификационной работой, в которой содержится решение научной задачи моделирования задачи переноса в средах со специальными свойствами, а ее автор, Бородкин Станислав Владимирович, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 1.2.2. Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ.

Соискатель имеет 20 опубликованных работ, в том числе по теме диссертации опубликовано 11 работ, из них в рецензируемых научных изданиях опубликовано 3 работы. Общий объем составляет 9,6 п.л., из которых автору принадлежит 6,8 п.л.

Наиболее значимые научные работы по теме диссертации:

1. Бородкин, С.В. Модель тепломассопереноса в криогенных газификаторах закрытого типа / С.В. Бородкин, И.Л. Батаронов, А.В. Иванов, В.И. Ряжских // Журн. Сиб. федер. ун-та. Техника и технологии. – 2021. – Т. 14, №6. – С. 714–730.
2. Бородкин, С.В. Параметрическая идентификация дифференциальной модели теплообмена в газификаторе / С.В. Бородкин, И.Л. Батаронов, А.В. Иванов, В.И. Ряжских // Вестник Воронежского государственного технического университета. – 2021. – Т. 17. – № 6. – С. 34–42.

3. Бородкин, С.В. Анализ методик расчета теплопередачи в системах термоэлектрического охлаждения теплонапряженных элементов / С.В. Бородкин, А.В. Иванов, И.Л. Батаронов, А.В. Кретинин // Вестник Воронежского государственного технического университета. – 2021. – Т. 17. – № 1. – С. 21-31.

4. Бородкин, С.В. Моделирование и оптимизация теплообмена в криогенных газификаторах на примере газификационной установки СГУ-7КМ-У / С.В. Бородкин, И.Л. Батаронов, А.В. Иванов, В.И. Рязских // Вестник ЮУрГУ. Серия «Энергетика». – 2021. – Т. 21, №3. – С. 24–30.

5. Borodkin, S.V. Simulation of heat transfer in a flow of over-critical nitrogen and oxygen in a horizontal circular tube / S.V. Borodkin, I.L. Bataronov, A.V. Ivanov, V.I. Ryazhskikh // IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering. – 2021. – V. 1155. – P. 012011.

6. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2022617655. Программный комплекс для моделирования и оптимизации теплообменных аппаратов и узлов газификационных установок. / С.В. Бородкин, И.Л. Батаронов, А.В. Иванов, В.И. Рязских; заявл. 12.04.22; опубл. 25.04.22.

В диссертации отсутствуют недостоверные сведения об опубликованных соискателем работах, в которых изложены основные результаты диссертации. В работах, опубликованных в соавторстве и приведенных в конце автореферата, лично соискателю принадлежат следующие результаты: [1, 4, 10] – разработка модели и методик, [2, 6-8] – проведение численных экспериментов и обработка результатов, [11] – разработка структуры комплекса и программного кода.

На диссертацию и автореферат поступило 6 отзывов. Все отзывы положительные. Замечания связаны с необходимостью более полного описания алгоритма выбора рабочих условий функционирования при наличии сшивки, указания основных параметров используемой модели турбулентности, пояснения использованных безразмерных переменных в баротермических зависимостях, пояснения причины появления разрывов решения в схеме 3 и их влияния на порядок точности алгоритма, пояснения порядка выбора длины буферных зон и их влияния на точность получаемых результатов.

Выбор официальных оппонентов обосновывается их компетентностью в области математического моделирования процессов переноса, наличием публикаций в соответствующей сфере исследования за последние 5 лет, а также их согласием.

Выбор ведущей организации обосновывается ее широкой известностью своими достижениями в области математического моделирования физико-технических процессов, способностью определить научную и практическую ценность диссертации, а также ее согласием. Направление научно-исследовательской деятельности структурного подразделения ведущей организации (кафедра математического и компьютерного моделирования, научная лаборатория «Неклассические уравнения математической физики») соответствует теме диссертации.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

разработана процедура построения моделей переноса в двух потоках в средах с особыми свойствами, обменивающихся через свободную границу, позволяющая моделировать процесс в различных режимах и схемах потоков,

предложена модификация системы уравнений переноса применительно к средам с особыми свойствами,

доказана возможность использования одномерной модели для описания переноса с обменом в средах с особыми свойствами на основе комбинации конечно-элементного и разностного методов,

введена модификация метода сглаживания для задачи со свободной границей между потоками.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:

доказаны устойчивость и сходимость итерационного алгоритма реализации нелинейной разностной схемы переноса в среде с особыми свойствами,

применительно к проблематике диссертации результативно использован сеточный метод решения системы уравнений переноса в двух потоках с обменом на свободной границе,

изложены условия применимости квазистационарного приближения для моделирования задачи переноса и задачи со свободной границей,

раскрыты особенности процедуры определения рабочей области управляющих параметров для заданного диапазона выходных характеристик на основе идентифицированной модели,

изучено применение бигиперболической аппроксимации для получения эффективных вычислительных формул материальных уравнений,

проведена модернизация метода параметрической идентификации модели на основе модифицированного метода стрельбы.

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

разработаны и внедрены технические решения по производству и эксплуатации теплообменных устройств специального назначения, полученные с использованием разработанного программного комплекса и подтвержденные актами реализации научных результатов,

определены условия реализации модифицированных уравнений без появления разрывов решения и осцилляции численного решения,

создана процедура определения рабочей области управляющих параметров газификационных установок для заданного диапазона выходных характеристик,

представлены рекомендации по совершенствованию конструкции входных и выходных узлов газификационных установок для стабилизации процесса переноса.

Оценка достоверности результатов исследования выявила:

для экспериментальных работ результаты получены на промышленном образце газификационной установки с применением поверенного измерительного оборудования,

теория согласуется с опубликованными экспериментальными данными других

авторов в области исследования переноса в средах с особыми свойствами,

идея базируется на современных достижениях теории моделирования задач переноса и задачи Стефана,

использованы сравнения авторских данных с данными, полученными в рамках альтернативных методов моделирования процессов переноса,

установлено количественное совпадение полученных результатов с опорными экспериментальными измерениями на промышленной газификационной установке,

использованы современные методики регрессионной обработки результатов вычислительного эксперимента по получению адекватных критериальных соотношений.

Личный вклад соискателя состоит в:

разработке моделей и алгоритмов, проведении численных экспериментов и обработке результатов, разработке структуры программного комплекса и программного кода.

В ходе защиты диссертации было высказано следующее критическое замечание: автору следовало бы охарактеризовать преимущества сеточных методов перед альтернативными численными методами решения, например МКЭ, МГЭ.

Соискатель Бородкин Станислав Владимирович ответил на задаваемые ему в ходе заседания вопросы, привел собственную аргументацию, согласился с замечанием и сообщил, что учтет его в своей дальнейшей работе.

На заседании 23.12.2022 г. диссертационный совет принял решение за развитие методов моделирования процессов переноса с обменом на свободной границе в средах с особыми свойствами присудить Бородкину Станиславу Владимировичу ученую степень кандидата технических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 16 человек, из них 6 докторов наук по специальности рассматриваемой диссертации, участвовавших в заседании, из 21 человека, входящих в состав совета, проголосовали: за – 16, против – 0, недействительных бюллетеней – 0.

Председатель

диссертационного совета 24.2.286.04

В.Л. Бурковский

Ученый секретарь

диссертационного совета 24.2.286.04

К.Ю. Гусев

23.12.2022 г.

