

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА Д 212.249.05 НА БАЗЕ
ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО БЮДЖЕТНОГО ОБРАЗОВА-
ТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «СИБИРСКИЙ ГО-
СУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ НАУКИ И ТЕХНОЛОГИЙ ИМЕНИ
АКАДЕМИКА М.Ф. РЕШЕТНЕВА» МИНИСТЕРСТВА НАУКИ И ВЫСШЕГО
ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ ПО ДИССЕРТАЦИИ НА СО-

ИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ КАНДИДАТА НАУК
аттестационное дело № _____

решение диссертационного совета от 19.10.2018 г. №18

О присуждении Портянкину Артему Александровичу, гражданину Рос-
сийской Федерации ученой степени кандидата технических наук.

Диссертация «Модели и алгоритмы для управления процессами электро-
литического получения алюминия и нагрева слябов в конвективных печах» по
специальности 05.13.06 – Автоматизация и управление технологическими про-
цессами и производствами (промышленность) принята к защите 22.06.2018 г.
протокол № 8 диссертационным советом Д 212.249.05 на базе Федерального го-
сударственного бюджетного образовательного учреждения высшего образова-
ния «Сибирский государственный университет науки и технологий имени ака-
демика М.Ф. Решетнева» Министерства науки и высшего образования Россий-
ской Федерации (660037, г. Красноярск, просп. им. газ. «Красноярский рабо-
чий», 31, приказ от 07.10.2016 г. № 1201/нк).

Соискатель Портянкин Артем Александрович, 1988 года рождения, в
2012 году получил диплом инженера Сибирского федерального университета
(СФУ) по специальности «Автоматизация технологических процессов и произ-
водств». В 2016 году окончил очную аспирантуру СФУ.

Работает главным специалистом по монтажу и наладке систем автомати-
зации в ООО «Инженерные технологии» г. Красноярск.

Диссертация выполнена на кафедре автоматизации производственных
процессов в металлургии Института цветных металлов и материаловедения Фе-

дерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Сибирский федеральный университет» Министерства науки и высшего образования Российской Федерации.

Научный руководитель – доктор технических наук Пискажова Татьяна Валериевна, Сибирский федеральный университет, профессор кафедры автоматизации производственных процессов в металлургии.

Официальные оппоненты:

Лившиц Александр Валерьевич, доктор технических наук, доцент, ФГБОУ ВО «Иркутский государственный университет путей сообщения», проректор по научной работе;

Серегин Юрий Николаевич, кандидат технических наук, доцент, ФГБОУ ВО «Сибирский государственный университет науки и технологий имени академика М.Ф. Решетнева», г. Красноярск, доцент кафедры «Информационно-управляющие системы»

дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация ФГБОУ ВО «Иркутский национальный исследовательский технический университет» в своем положительном отзыве, подписанном Елшиным Виктором Владимировичем, доктором технических наук, профессором, заведующим кафедрой автоматизации производственных процессов и Хапусовым Владимиром Георгиевичем, доктором технических наук, профессором, профессором кафедры автоматизации производственных процессов, указала, что диссертация является завершенной научно-квалификационной работой, содержит новые научные результаты и выполнена на актуальную тему. Предложенные в работе модели и алгоритмы имеют существенное значение для энергосбережения и повышения качества ведения процесса электролиза алюминия и нагрева слябов в печах. Диссертация соответствует требованиям ВАК РФ, а ее автор, Портянкин Артем Александрович, заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата технических наук.

Соискатель имеет 14 опубликованных работ по теме диссертации, опубликованных в рецензируемых научных изданиях 5 работ (статьи, материалы конференций, 1 свидетельство о регистрации программ для ЭВМ, общий объем 4,12 п.л., авторский вклад 3 п.л.). Научные труды посвящены проблемам повышения качества управления металлургическими печами за счет разработки моделей теплообмена, фазовых переходов и алгоритмов на их основе для АСУТП.

Наиболее значительные из них:

1. Портянкин, А.А. Учебно-консультационная компьютерная программа для изучения теплообменных процессов / А.А. Портянкин, С.М. Тинькова, Т.В. Пискажова // Вестник МГТУ им. Г. И. Носова. – 2016. – Т.14, №1. – С. 116-123.

2. Портянкин, А.А. Модель скоростного конвективного нагрева металла для использования в алгоритмах АСУТП / В.М. Белолипецкий, Т.В. Пискажова, А.А. Портянкин // Вестник СибГАУ им. академика М.Ф. Решетнева. – 2016. – Т.17, № 3. – С. 554-561.

3. Портянкин, А.А. Численная модель поведения гарнисажа в алюминиевом электролизере / В.М. Белолипецкий, Т.В. Пискажова, А.А. Портянкин // Вестник Иркутского государственного технического университета. – 2017. – Т.20, №8. – С. 151-166.

4. Портянкин, А.А. Модели нагрева материалов в печах конвективного теплообмена для решения задач автоматизации / В.М. Белолипецкий, Т.В. Пискажова, А.А. Портянкин Г.В. Зинченко // Автоматизация в промышленности. – 2017, №12. – С.59 - 64.

5. Портянкин А.А. Автоматизированная система научных исследований в теплотехнике / А.А. Портянкин // Современные наукоемкие технологии. – 2018, №8. – С. 138-143.

6. Портянкин А.А., Пискажова Т.В., Тинькова С.М. Учебно-консультационная программа для расчета и визуализации параметров и переменных многослойной стенки. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ №2015613485 от 17.03.2015.

На диссертацию и автореферат поступили отзывы от:

1. Кандидата технических наук Шатунова А.Н., доцента кафедры электротехнологической и преобразовательной техники ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет «ЛЭТИ» им. В.И. Ульянова (Ленина)». Отзыв с 3 замечаниями;

2. Кандидата физико-математических наук Мокина А.Ю., ассистента кафедры вычислительных методов факультета вычислительной математики и кибернетики ФГБОУ ВО «Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова». Отзыв с 2 замечаниями;

3. Доктора физико-математических наук Савенковой Н.П., ведущего научного сотрудника лаборатории математического моделирования в физике факультета вычислительной математики и кибернетики ФГБОУ ВО «Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова». Отзыв с 2 замечаниями;

4. Кандидата технических наук, доцента Геновой С.Н., старшего научного сотрудника Института вычислительного моделирования ФГБНУ Федерального исследовательского центра «Красноярский научный центр СО РАН», г. Красноярск. Отзыв без замечаний;

5. Кандидата технических наук Пьяных А.А., менеджера отдела матмоделирования и измерений ООО «РУСАЛ ИТЦ», г. Красноярск. Отзыв с 1 замечанием;

6. Доктора технических наук, профессора Прошкина А.В., начальника лаборатории углеродных и футеровочных материалов ООО «РУСАЛ ИТЦ», г. Красноярск. Отзыв с 2 замечаниями.

Все отзывы положительные. Замечания не носят критического характера и не касаются научной новизны и практической значимости диссертационной работы.

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обоснован результатами их деятельности в областях, соответствующих направленности диссертации, что подтверждается научными публикациями официальных оппонен-

тов и сотрудников ведущей организации.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

– разработаны: новый алгоритм для расчета температур слоев футеровки и гарнисажа на движущейся сетке, с учетом соединения слоев и динамическим определением толщины гарнисажа; автоматизированная система научных исследований в теплотехнике, отличающаяся возможностью проведения интерактивных расчетов теплопередачи конструктивными элементами при подаче управляющих воздействий при подборе материалов стенки, а также возможностью исследования нагрева материалов и фазовых переходов в печах разными численными методами;

– предложены: численная модель поведения гарнисажа в алюминиевых электролизерах, отличающаяся рассмотрением плавления гарнисажа на футеровке, условием конвективного теплообмена снаружи борта, и позволяющая рассчитывать динамическое распределение температур по сечению борта электролизера и положение фронта кристаллизации; новая модель нагрева материалов в печах конвективного нагрева, пригодная к использованию в алгоритмах АСУТП, позволяющая оценить скорость и равномерность нагрева слитков в зависимости от температуры и скорости нагревающего газа с учетом теплопроводности нагреваемого материала; алгоритм управления печью, основанный на расчете температуры поверхности и середины нагреваемых слэбов, позволяющий достигать заданных показателей нагрева;

– доказано: новая одномерная модель поведения гарнисажа на бортовой футеровке электролизера учитывает инерционность объекта корректнее, чем существующие сейчас в АСУТП электролиза; разработанный на ее основе алгоритм позволяет точнее оценить теплотери электролизером в окружающую среду, и соответственно правильно рассчитать вольт-добавки. Предложенная модель нагрева материалов в конвективной печи и новый алгоритм управления печью на ее основе позволяют выдерживать заданные температурные показатели перегрева слитков. Разработанная автоматизированная система научных ис-

следований (АСНИ) позволяет проводить исследования тепловых откликов печей, как объектов управления, с различными конструктивными особенностями, при различных воздействиях.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:

- использованы базовые методы исследования – законы тепломассопереноса, теория разностных схем и метод прогонки;
- изложена методика моделирования теплотехнического объекта для использования в алгоритмах АСУТП, заключающаяся в схематизации и разбиении сложного объекта исследования на различные зоны, выделении объединяющего элемента в этом разложении в зависимости от задачи управления;
- разработанная новая разностная схема на движущейся сетке для решения одномерной задачи на многослойной стенке с модернизацией метода «лови фронта в фазовый узел» вносит вклад в методики расчетов динамических тепловых балансов металлургических печей и может быть использована также в задачах литья и обработки металлов с фазовыми переходами;
- изучены существующие способы управления тепловым балансом алюминиевых электролизеров, выявлена их недостаточность для энергосберегающего управления. Предложена схема модернизации АСУТП электролиза алюминия для управления установкой рекуперации бортовых теплопотерь;
- разработанные методы и модели для решения задач автоматизированного управления, основанные на законах теплопереноса, позволяют использовать их для широкого круга производственных процессов.

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

- использование разработанных виртуальных моделей для АСУТП позволяет с упреждением определять параметры и переменные объектов и их поведение при подаче различных воздействий, что снижает энергозатраты на производстве, позволяет стабильно и точно выдерживать технологические режимы;

– разработанная в рамках договоров на выполнение научно-технических работ с ООО «РУСАЛ ИТЦ» численная модель поведения гарнисажа была внедрена в состав программы «Виртуальный электролизер», эксплуатируемой в «РУСАЛ ИТЦ»; с использованием новой модели были рассчитаны управляющие воздействия для нескольких типов электролизеров компании (РА-180, ОА-120, С-175, С-255). В настоящее время рассчитанные управляющие воздействия используются в автоматическом управлении заданным напряжением на опытных электролизерах РА-180 ОАО КрАЗ, при этом на этих электролизерах стандартное отклонение по температуре электролита на 22% меньше, чем у «свидетелей» (электролизеров, на которых не использовались, полученные по авторской модели, управляющие воздействия). По сопутствующему параметру КО (криолитовому отношению) у опытных электролизеров СКО (среднеквадратическое отклонение) на 25% меньше, чем у «свидетелей»;

– предложенный алгоритм нагрева материалов в АСУТП печи конвективного нагрева позволяет достичь нужных температурных показателей слябов на основе предварительно или интерактивно проводимых расчетов необходимой температуры греющего газа и своевременной регулировки нагревателей. Специалисты ООО «КраМЗ» подтверждают необходимость использования нового алгоритма для локальных АСУТП печей нагрева;

– разработанный на основе автоматизированной системы научных исследований программный продукт «Виртуальная лаборатория теплотехники» позволяет проводить научные исследования поведения металлургических объектов, использовать результаты статистических и динамических решений как прогнозы для принятия правильных решений в штатных и нештатных ситуациях. Данный программный продукт внедрен в Сибирском федеральном университете в качестве автоматического обучающего комплекса.

Рекомендации об использовании результатов диссертационного исследования:

Результаты диссертационной работы Портянкина А.А. могут быть использованы при управлении металлургическими печами первичного получения и дальнейшей термической обработки алюминия.

Рекомендуется, управляющие воздействия напряжением для алюминиевых электролизеров рассчитывать с использованием предложенных уточненных моделей теплообмена и внедрять, в том числе для электролизеров ОА-300 Иркутского алюминиевого завода. Количество электролизеров, использующих новые правила управления заданным напряжением, может быть расширено на Красноярском алюминиевом заводе.

Разработанная автором автоматизированная система научных исследований в теплотехнике и программный продукт «Виртуальная лаборатория теплотехники» должны быть использованы в высших учебных заведениях, реализующих программы подготовки магистров и бакалавров по направлению «Автоматизация производственных процессов».

Оценка достоверности результатов исследования выявила, что:

Обоснованность и достоверность научных положений, выводов и результатов исследований подтверждается:

- совпадением в тестовых расчетах результатов применения классических уравнений для решения задач и предложенных математических моделей; соответствием расчетов имеющимся экспериментальным данным;
- использованием теории теплопередачи; численных методов для решения уравнений в частных производных; численных и аналитических методов для решения обыкновенных дифференциальных уравнений;
- результаты исследований апробированы на международных конференциях, в опубликованных работах и статьях, предложенные алгоритмы успешно использованы в рамках работ по договорам 2016-2017гг. на выполнение научно-технических работ СФУ - ИТЦ РУСАЛ.

Личный вклад соискателя состоит в разработке алгоритмов решения поставленных задач, проведении расчетов, непосредственном участии в апробации результатов, разработке программного обеспечения, подготовке публи-

каций. Научные положения, выносимые на защиту, основные выводы, результаты моделирования и численных экспериментов принадлежат автору.

Диссертационный совет пришёл к выводу о том, что диссертация Портянкина Артема Александровича «Модели и алгоритмы для управления процессами электролитического получения алюминия и нагрева слябов в конвективных печах» представляет собой научно-квалификационную работу, в которой изложены новые научно обоснованные решения и разработки по повышению качества управления при внедрении современных АСУТП, имеющие существенное значение для теории и практики автоматизации и управления технологическими процессами электролитического получения алюминия и термической обработки материалов. Диссертация соответствует критериям п. 9, установленным Положением о присуждении ученых степеней, утвержденным постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. № 842.

На заседании 19 октября 2018 года диссертационный совет принял решение присудить Портянкину А.А. ученую степень кандидата технических наук по специальности 05.13.06 – Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами (промышленность).

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 16 человек, из них 7 докторов наук по специальности 05.13.06, участвовавших в заседании, из 20 человек, входящих в состав совета, проголосовали: за – 16, против – 0, недействительных бюллетеней – нет.

Председатель
диссертационного совета

Ученый секретарь
диссертационного совета

22.10.2018



Ковалев И.В.

Панфилов И.А.