

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА Д 212.285.03,
СОЗДАННОГО НА БАЗЕ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО
АВТОНОМНОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО
ОБРАЗОВАНИЯ «УРАЛЬСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ
ПЕРВОГО ПРЕЗИДЕНТА РОССИИ Б.Н. ЕЛЬЦИНА»,
МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ, ПО ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ
КАНДИДАТА НАУК

аттестационное дело № _____

решение диссертационного совета от 20.06.2018 г. № 14

О присуждении Болотину Кириллу Евгеньевичу, гражданство Российской Федерации, ученой степени кандидата технических наук.

Диссертация «Повышение эффективности индукционных магнитогидродинамических машин металлургического назначения» по специальности 05.09.01 – Электромеханика и электрические аппараты принята к защите 18 апреля 2018 г. (протокол заседания № 9) диссертационным советом Д 212.285.03, созданным на базе ФГАОУ ВО «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина», Минобрнауки России, 620002, г. Екатеринбург, ул. Мира, 19; созданным приказом Минобрнауки России № 105/нк от 11.04.2012 г.

Соискатель, Болотин Кирилл Евгеньевич, 1990 года рождения.

В 2013 году окончил ФГАОУ ВПО «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина» по направлению подготовки 011200 Физика; в 2017 г. окончил очную аспирантуру ФГАОУ ВО «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина» по специальности 05.09.01 – Электромеханика и электрические аппараты; работает в должностях: ведущий инженер кафедры «Строительная механика»; ассистент кафедры

«Электротехника и электротехнологические системы» (по совместительству) ФГАОУ ВО «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина», Минобрнауки России.

Диссертация выполнена на кафедре «Электротехника и электротехнологические системы» Уральского энергетического института ФГАОУ ВО «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина», Минобрнауки России.

Научный руководитель – доктор технических наук, доцент, Фризен Василий Эдуардович, ФГАОУ ВО «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина», Уральский энергетический институт, кафедра «Электротехника и электротехнологические системы», заведующий кафедрой.

Официальные оппоненты:

Рубцов Виктор Петрович – доктор технических наук, профессор, ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский университет “МЭИ”», г. Москва, кафедра электроснабжения промышленных предприятий и электротехнологий, профессор;

Тиунов Василий Васильевич – кандидат технических наук, доцент, ФГБОУ ВО «Пермский национальный исследовательский политехнический университет», кафедра электротехники и электромеханики, профессор

дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация – ФГАОУ ВО «Сибирский федеральный университет», г. Красноярск – в своем положительном отзыве, подписанном Тимофеевым Виктором Николаевичем, доктором технических наук, заведующим кафедрой электротехнологии и электротехники, указала, что диссертация Болотина К.Е. является законченной научно-квалификационной работой, содержащей новые научно обоснованные технические решения в области создания и совершенствования эффективных электромеханических преобразователей для металлургических индукционных МГД перемешивателей. Научный и технический уровень, высокое качество, внутреннее единство теоретических и практических результатов работы, их

новизна и практическая значимость соответствуют требованиям п. 9 Положения о присуждении ученых степеней, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата технических наук, а ее автор, Болотин К.Е., заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.09.01 – Электромеханика и электрические аппараты.

Соискатель имеет 11 опубликованных работ, в том числе по теме диссертации опубликовано 11 работ, из них в рецензируемых научных изданиях опубликовано 5 работ.

Другие публикации представлены в виде 6 статей, опубликованных в материалах международных научных конференций. Общий объем опубликованных работ по теме диссертации – 6,01 п.л., авторский вклад – 2,04 п.л.

В диссертации отсутствуют недостоверные сведения об опубликованных соискателем ученой степени работах.

Наиболее значительные научные работы по теме диссертации:

1. **Болотин, К.Е.** Снижение энергопотребления при производстве синтетического чугуна в индукционной печи / **К.Е. Болотин**, В.Э. Фризен, Е.Л. Швыдкий // Промышленная энергетика. – 2015. – №7. – С. 27–31. (0,58 п. л. / 0,12 п. л.).

2. **Болотин, К.Е.** Многофункциональный плавильный агрегат с электромагнитным вращателем на основе индукционной тигельной печи / С.Ф. Сарапулов, **К.Е. Болотин**, И.А. Усков, Е.Л. Швыдкий, С.М. Фаткулин // Промышленная энергетика. – 2015. – №7. – С. 16–20. (0,58 п. л. / 0,14 п. л.).

3. **Болотин, К.Е.** Энергоэффективные индукционные печи для производства синтетического чугуна / В.И. Лузгин, С.М. Фаткулин, Е.Л. Швыдкий, А.Ю. Петров, А.С. Коптяков, **К.Е. Болотин** // Металлургия машиностроения. – 2016. – №1. – С. 2–6. (0,58 п. л. / 0,1 п. л.).

4. **Bolotin, K.** Numerical simulation of the electromagnetic stirrer adapted by using magnetodielectric composite / **K. Bolotin**, I. Smolyanov, E. Shvydkiy [et

al.] // Magnetohydrodynamics. – 2017. – V. 53. – № 4. – P. 723–730. (0,92 п. л. / 0,6 п. л.). (WoS).

5. **Bolotin, K.** Numerical simulation of double side linear induction pump for liquid magnesium / F. Sarapulov, I. Smolyanov, **K. Bolotin** [et al.] // Magnetohydrodynamics. – 2017. – V. 53. – № 4. – P. 603–609. (0,81 п. л. / 0,18 п. л.). (WoS).

На автореферат поступили положительные отзывы:

1. **Хрипченко Станислава Юрьевича**, д-ра техн. наук, проф., ведущего научного сотрудника лаборатории № 4 Института механики сплошных сред УрО РАН – филиала ФГБУН Пермский федеральный исследовательский Центр Уральского отделения Российской академии наук, г. Пермь. Содержит замечания, касающиеся некорректного использования термина «немагнитный зазор»; значений средней скорости перемешивания с обычными вставками и с обратно трапециевидными, приведенными на стр. 16 автореферата.

2. **Казакова Юрия Борисовича**, д-ра техн. наук, проф., заведующего кафедрой электромеханики ФГБОУ ВО «Ивановский государственный энергетический университет имени В.И. Ленина», г. Иванов. Содержит замечание: при оценке эффективности перемешивания рассмотрено ограниченное число форм вставок и соотношений их размеров. Оптимизацию форм вставок целесообразно проводить стандартными программами оптимизации на параметрически формируемых конечно-элементных моделях.

3. **Бычкова Алексея Викторовича**, канд. техн. наук, заместителя генерального директора по экономике ОАО «Научно-исследовательский институт металлургической теплотехники», г. Екатеринбург. Содержит замечания: автором не проведен анализ влияния изменения частоты питающего тока на эффективность работы МГД перемешивателя, в конструкции которого используются вставки из композитного материала; автору следовало провести анализ материальных затрат на производство и

применение вставок из композитного материала в конструкции МГД перемешивателя для 40 тонного миксера.

4. Мартынова Владимира Александровича, д-ра техн. наук, проф., профессора кафедры теоретических основ электротехники и электротехнологий, и **Сайкина Михаила Сергеевича**, канд. техн. наук, доц., доцента кафедры теоретических основ электротехники и электротехнологий ФГБОУ ВО «Ивановский государственный энергетический университет имени В.И. Ленина», г. Иваново. Содержит замечания: из содержания автореферата не понятно, насколько правомерно допущение 5 с. 9 автореферата. Какова величина численного соотношения параметров магнитных полей движущегося расплава и индуктора; как проводилась оценка влияния процентного содержания материалов композита на размер вставок.

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается тем, что ФГАОУ ВО «Сибирский федеральный университет» является одним из ведущих научно-исследовательских университетов страны, занимающихся исследованием магнитогидродинамических процессов в индукционных установках металлургического назначения. Официальные оппоненты являются признанными специалистами в области электромеханики, имеют большое количество статей в высокорейтинговых научных изданиях по схожей тематике.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

обоснована возможность и целесообразность введения вставок из высокотемпературного магнитодиэлектрического (ВМД) композита для повышения коэффициента полезного действия работы МГД перемешивателей;

разработаны:

- рекомендации по повышению эффективности индукционных МГД машин металлургического назначения за счет уменьшения величины

рабочего зазора без уменьшения толщины огнеупорной футеровки ванны с металлом, на который оказывается электродинамическое воздействие;

- верифицированная трехмерная компьютерная модель МГД перемешивателя, позволяющая изучать взаимосвязанные электромагнитные, гидродинамические и теплообменные процессы, протекающие в расплаве, при воздействии на него электромагнитного поля;

предложены наиболее выгодные геометрические размеры и формы вставок из ВМД композита для интенсификации перемешивания расплава алюминия в ванне печи-миксера объемом 40 тонн.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:

построение математической модели, описывающей связанные электромагнитные, гидродинамические и массо- теплообменные процессы в системе «ванна с расплавом – торцевой МГД перемешиватель с вращающимся полем», позволяет решать задачи повышения эффективности индукционных МГД перемешивателей;

применительно к проблематике диссертации эффективно использованы: современные методы численного моделирования связанных задач зависящих от времени. Моделирование проводилось в компьютерном пакете COMSOL Multiphysics;

изложена концепция построения трехмерной компьютерной модели, включающей в себя квазистационарную электромагнитную задачу и динамические задачи гидродинамики и тепло- массообмена. При этом выявлено, что применительно к исследованию процессов, протекающих в алюминиевом расплаве, перемешиваемом в печи-миксере объемом 40 тонн, происходит динамическое обновление результатов расчета квазистационарной электромагнитной задачи в зависимости от распределения поля скоростей движения расплава;

обоснованы наиболее выгодные соотношения размеров и формы вставок из ВМД композита для индуктора МГД перемешивателя.

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

разработана и внедрена компьютерная модель торцевого МГД перемешивателя с вращающимся полем в образовательный и научный процесс на кафедре «Электротехника и электротехнологические системы»;

созданы и исследованы образцы из ВМД композита с различным процентным составом магнитной и огнеупорной компонент;

представлен состав ВМД композита, свойства которого позволяют применять его в широком диапазоне электротехнологических установок: индукционные МГД перемешиватели, МГД насосы и лотки, высокочастотные преобразователи и т.д.;

разработаны рекомендации по созданию промышленного образца МГД перемешивателя, в конструкции которого использованы вставки из ВМД композита.

Оценка достоверности результатов исследования выявила:

для экспериментальных работ показана воспроизводимость результатов исследований, в частности, измерение температуры расплава в нескольких точках во время вынужденного перемешивания при многократном повторении опытов;

теория построена на использовании общеизвестных законов электромагнетизма, магнитной гидродинамики и процессов тепло-массообмена;

использованы научные труды российских и зарубежных специалистов, материалы научно-технических конференций и семинаров, руководящие документы;

установлено качественное и количественное соответствие результатов теоретических исследований с данными экспериментов.

Личный вклад соискателя заключается в непосредственном участии на всех этапах выполнения научной работы; разработке и верификации компьютерной модели связанных электромагнитных, гидродинамических и тепло-массообменных процессов; подготовке и выполнении расчетов; постановке и проведении экспериментов; обработке и обобщении результатов

исследования; обобщении результатов и подготовке основных публикаций по выполненной работе.

Диссертационная работа Болотина К.Е. соответствует п. 9 Положения о присуждении ученых степеней, является самостоятельной, завершенной научно-квалификационной работой, в которой изложены новые научно обоснованные технические решения по повышению эффективности индукционных МГД машин металлургического назначения, имеющие существенное значение для развития страны.

На заседании 20 июня 2018 г. диссертационный совет принял решение присудить Болотину К.Е. ученую степень кандидата технических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 18 человек, из них 6 докторов наук по специальности рассматриваемой диссертации, участвовавших в заседании, из 22 человек, входящих в состав совета, проголосовали: за – 18 , против – нет, недействительных бюллетеней – нет.

Председатель
диссертационного совета

— Сарапулов Федор Никитич

Ученый секретарь
диссертационного совета

Зюзев Анатолий Михайлович

20 июня 2018 г.

