

**РЕШЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА УрФУ 2.4.09.23  
ПО ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ  
КАНДИДАТА НАУК**

от «19» октября 2022 г. № 9

о присуждении Соколову Игорю Владимировичу, гражданство Российской Федерации, ученой степени кандидата технических наук.

Диссертация на тему «Влияние структуры магнитного поля на характер магнитогидродинамических течений в электромагнитных перемешивателях расплавов» по специальности 2.4.4. Электротехнология и электрофизика принята к защите диссертационным советом УрФУ 2.4.09.23 «22» августа 2022 г. протокол № 6.

Соискатель, Соколов Игорь Владимирович, 1994 года рождения, в 2017 году окончил магистратуру ФГАОУ ВО «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина» по направлению подготовки 13.04.02 Электроэнергетика и электротехника;

в 2021 году окончил очную аспирантуру ФГАОУ ВО «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б. Н. Ельцина» по направлению подготовки 13.06.01 Электро- и теплотехника (Электротехнология);

работает в ФГАОУ ВО «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина» в должности ассистента кафедры электротехники Уральского энергетического института.

Диссертация выполнена на кафедре электротехники 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 электротехники, заведующий кафедрой.

### **Официальные оппоненты:**

**Тимофеев Виктор Николаевич** – доктор технических наук, профессор, Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Сибирский федеральный университет», г. Красноярск, кафедра «Электротехника», профессор;

**Казаков Юрий Борисович** – доктор технических наук, профессор, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Ивановский государственный энергетический университет имени В.И. Ленина», г. Иваново, кафедра «Электромеханика», профессор;

**Халилов Руслан Ильдусович** – кандидат технических наук, «Институт механики сплошных сред Уральского отделения Российской академии наук» – филиал Федерального государственного бюджетного учреждения науки Пермского федерального исследовательского центра Уральского отделения Российской академии наук, г. Пермь, лаборатория физической гидродинамики, старший научный сотрудник

дали положительные отзывы на диссертацию.

Соискатель имеет 3 опубликованные работы, в том числе по теме диссертации опубликовано 3 работы, из них 3 статьи, опубликованных в рецензируемых научных изданиях, определенных ВАК РФ и Аттестационным советом УрФУ и входящих в международные базы цитирования Scopus и Web of Science. Общий объем опубликованных работ по теме диссертации – 0,75 п.л., авторский вклад – 0,42 п.л.

Основные публикации по теме диссертации

*статьи, опубликованные в рецензируемых научных журналах и изданиях, определенных ВАК РФ и Аттестационным советом УрФУ:*

1. Sokolov I. The influence of traveling magnetic field inductor asymmetric power supply on the liquid metal flow / **Sokolov, I.**, Shvydkiy, E., Losev, G., Bolotin, K., Bychkov, S. // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. V. 581. 2019. P. 012002. (0,4 п. л. / 0,25 п. л.; Scopus, Web of Science).

2. Sokolov I. Numerical study of TMF inductor phase shift influence on liquid metal flow in a rectangular cell / Sokolov, I., Shvydkiy, E., Losev, G., Bychkov, S., Frizen, V. // Magnetohydrodynamics. 2021. V. 57, No 1. P. 95-103. (0,18 п. л. / 0,09 п. л.; Scopus, Web of Science)

3. Losev G. Adaptation of the linear induction machine power supply to the tasks of liquid metals transportation and stirring / Losev, G., Mamykin, A., Eltishchev, V., Sokolov I. // Magnetohydrodynamics. 2021. V. 57, No 1. P. 85-94. (0,17 п. л. / 0,08 п. л.; Scopus, Web of Science).

На автореферат поступили отзывы:

1. Хрипченко Станислава Юрьевича, доктора технических наук, профессора, ведущего научного сотрудника Института механики сплошных сред Уральского отделения Российской академии наук – филиала ФГБУН Пермского федерального исследовательского центра Уральского отделения Российской академии наук, г. Пермь. Содержит вопросы и замечания, связанные с верификацией модели потока жидкости в прямоугольном канале под воздействием магнитного поля и гидродинамическим расчетом течений.

2. Манусова Вадима Зиновьевича, доктора технических наук, профессора, профессора кафедры «Системы электроснабжения предприятий» ФГБОУ ВО «Новосибирский государственный технический университет». Содержит вопросы по анализу результатов и оформлению автореферата.

3. Романова Алексея Михайловича, доктора технических наук, доцента, профессора Института искусственного интеллекта ФГБОУ ВО «МИРЭА – Российский технологический университет», г. Москва. Содержит вопросы по методике оценки гомогенизации расплава и верификации модели.

4. Федоровой Светланы Владимировны, кандидата технических наук, доцента, заведующего кафедрой энергетики НЧОУ ВО «Технический университет УГМК», Свердловская обл., г. Верхняя Пышма. Содержит вопросы и замечания по практическому применению результатов диссертационного исследования.

Выбор официальных оппонентов обосновывается их широкой известностью своими достижениями и исследованиями в области

прикладной магнитной гидродинамики, электротехнологии и электрофизики, а также наличием публикаций в ведущих рецензируемых изданиях.

Диссертационный совет отмечает, что представленная диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук соответствует п. 9 Положения о присуждении ученых степеней в УрФУ, является научно-квалификационной работой, в которой содержится решение научной задачи по численному анализу неустойчивых течений жидкости под воздействием внешнего магнитного поля с учетом температурных режимов, имеющей существенное значение для развития магнитогидродинамики.

Диссертация представляет собой самостоятельное законченное исследование, обладающее внутренним единством. Положения, выносимые на защиту, содержат новые научные результаты и свидетельствуют о личном вкладе автора в науку:

1. Выявлено, каким образом изменение фазового сдвига токов питания электромагнитного перемешивателя бегущего магнитного поля влияет на течения в расплаве.

2. Для анализа течений в электромагнитном перемешивателе бегущего магнитного поля впервые применен метод симметричных составляющих.

3. Показано, что взаимодействие бегущего и пульсирующего магнитного поля вызывает появление крупномасштабных вихрей в расплаве.

4. Определена зависимость скорости и равномерности распределения примеси в расплаве от соотношения амплитуд и фазового сдвига симметричных составляющих токов питания электромагнитного перемешивателя бегущего магнитного поля.

5. Предложены режимы работы электромагнитного перемешивателя с бегущим магнитным полем, учитывающие соотношение симметричных составляющих токов питания.

Практическая значимость выражается в создании подхода к работе с численными моделями, который учитывает влияние несимметрии питания на гидродинамические процессы в расплаве при воздействии на него неравномерного бегущего магнитного поля.

Показано, что для анализа течений возможно представить магнитное поле как сумму бегущего магнитного поля в прямом направлении, обратном направлении и пульсирующего магнитного поля, которые создаются соответствующими составляющими разложения на симметричные составляющие токов питания индуктора.

Положения, которые приводятся в данной работе, можно применить для формирования многовихревых течений в электромагнитном перемешивателе бегущего магнитного поля, а также для управления процессами гомогенизации примесей и ускорения процессов тепломассобмена расплава.

Результаты исследования могут быть использованы для ускорения расчетов режимов работы, а также при проектировании источников питания к линейным индукционным машинам с жидкометаллическим вторичным элементом.

На заседании 19 октября 2022 г. диссертационный совет УрФУ 2.4.09.23 принял решение присудить Соколову И.В. ученую степень кандидата технических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет УрФУ 2.4.09.23 в количестве 11 человек, из них 6 докторов наук по специальности рассматриваемой диссертации, участвовавших в заседании, из 14 человек, входящих в состав совета, проголосовали: за – 11, против – нет, недействительных бюллетеней – нет.

Председатель  
диссертационного совета  
УрФУ 2.4.09.23

Зюзев Анатолий Михайлович

Ученый секретарь  
диссертационного совета  
УрФУ 2.4.09.23

Хальясмаа Александра Ильмаровна

19.10.2022 г.

