

ОТЗЫВ

официального оппонента

на диссертацию Кижаяева Ивана Владимировича на тему «Индукционный МГД-насос для перекачивания расплавов алюминия и сплавов на его основе», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.4.2 – «Электротехнические комплексы и системы»

Актуальность избранной темы.

Высокое качество сплавов в производстве алюминия можно получить в некоторых случаях только за счет ускорения технологического процесса перекачивания, поскольку с уменьшением времени на транспортировку расплава в нем снижаются тепловые потери. Достичь высокой скорости перелива возможно с помощью магнитогидродинамических (МГД) насосов, которые обеспечивают плавность регулирования подачи металла, а также позволяют преодолеть перепады высот между установками.

Представленная к защите работа посвящена актуальным вопросам разработки и совершенствования плоских МГД-насосов в металлургической промышленности. Актуальность данной работы заключается в решении задач определения кинематических, температурных, динамических свойств и характеристик МГД-насоса для перекачивания алюминия и сплавов на его основе в составе системы транспортировки расплава из плавильной печи в миксер.

Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций, их достоверность и новизна.

Обоснованность и достоверность большинства полученных автором научных и практических результатов и сделанных по ним выводов обеспечивается применением фундаментальных положений теории проектирования электрических машин с жидкометаллическим рабочим телом, математическим моделированием численным и аналитическим методами, а также экспериментальными исследованиями с достаточной их сходимостью с результатами, полученными с помощью моделирования. Достоверность полученных в работе результатов подтверждена их практическим использованием в разработках ООО «Научно-производственный центр магнитной гидродинамики» при выполнении технического задания, представленного АО «Русал Саяногорский алюминиевый завод».

Основные положения диссертационной работы являются обоснованными, имеют научную новизну и базируются на концептуальном подходе к решению проблемы. Научные выводы, сформулированные в заключении диссертации, являются логическим

завершением разработанных теоретических положений, результатов экспериментально-теоретических исследований автора и представляют собой основу для дальнейших перспективных исследований в данном направлении, с целью создания рекомендаций для производства.

Тема диссертации, цель и положения, выносимые на защиту, полностью отражают суть работы. Поставленные задачи исследования решены и позволяют достичь заявленной цели.

Достоверность полученных результатов диссертационной работы, выводов и рекомендаций обеспечивается обоснованным использованием общепринятых допущений, корректным математическим анализом электромагнитных, тепловых и гидродинамических явлений, а также сходимостью теоретических и экспериментальных результатов исследования.

Предложенное техническое решение реализуемо на практике, что подтверждается экспериментальными исследованиями на физической модели системы транспортировки жидкого металла из плавильной печи в миксер. Достоверность полученных результатов не вызывает сомнений.

Значимость результатов диссертации для науки и практики.

Научная новизна результатов исследования, выводов и рекомендаций заключается в создании комплекса математических моделей. Аналитическая модель позволяет получить выражения, которые могут быть использованы для составления методических указаний по проектированию МГД-насосов. Численные модели используются в получении интегральных и дифференциальных электромагнитных характеристик и распределений температурных и скоростных полей в МГД-насосе с учетом перепада высот между плавильной печью и миксером.

Созданы численные параметрические сопряженные модели, которые позволяют в автоматизированном формате произвести расчет физических процессов, протекающих в системе транспортировки жидкого металла с МГД-насосом, и выдать результаты в наиболее доступном для исследователя виде.

Практическая значимость заключается, на мой взгляд, в разработке систем транспортировки расплава алюминия, как с отсутствием, так и с наличием перепада высот между плавильной печью и миксером, а также в составлении методических рекомендаций по проектированию МГД-насосов металлургического назначения.

Оценка содержания диссертации, ее целостность и завершенность.

Методологически диссертационная работа построена логично, написана грамотным научным языком, оформлена в соответствии с ГОСТом. Диссертация состоит из четырех

глав. Задачи, поставленные в работе, последовательно решены соискателем в каждой главе и логически вписаны в структуру диссертации.

В первой главе автором проведен анализ существующих типов МГД-насосов, а также методов их расчета и проектирования. Проведен обзор и обоснование выбора конструкции плоского линейного МГД-насоса. Анализ показал возможности совершенствования МГД-насосов, применяющихся в металлургии, в частности, в алюминиевой промышленности.

Во второй главе описывается аналитическая математическая модель плоского линейного индукционного МГД-насоса с двухсердечниковым индуктором. Соискателем получены аналитические выражения, позволяющие проанализировать электромагнитные характеристики устройства, определить его основные геометрические размеры и параметры схемы замещения. С помощью данных выражений построены также интегральные электромагнитные характеристики с учетом продольного краевого эффекта и дискретности распределения токовой нагрузки.

Третья глава посвящена численному моделированию электромагнитных, тепловых и гидродинамических процессов, протекающих в МГД-насосе. Моделирование проводится в трехмерной постановке без существенных допущений. Автором определены безразмерные коэффициенты, используемые для предварительной оценки эффективности работы устройства. В результате математического моделирования получены достаточно адекватные картины распределения электромагнитных, тепловых и гидродинамических полей. Здесь же Кижаевым И. В. представлена расход-напорная характеристика МГД-насоса, позволяющая оценить максимальный напор.

В четвертой главе автор описывает конструкцию экспериментальной установки системы транспортировки жидкого металла из плавильной печи в миксер, а также результаты экспериментальных исследований на данной установке. Представлены параметры схемы замещения, основные характеристики используемых материалов и электрическая схема включения установки. Также в данной главе приведены результаты математического и физического моделирования.

В заключении диссертационной работы представлены основные результаты исследования.

Подтверждение основных результатов и соответствие автореферата диссертации.

Основные положения диссертации опубликованы в семи научных работах, две из которых опубликованы в журналах, включенных в «Перечень российских рецензируемых научных журналов, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты

диссертаций на соискание ученых степеней доктора и кандидата наук» ВАК РФ, и одна – в издании, индексируемом в международной базе Scopus.

Научные положения диссертации, выводы и рекомендации прошли широкую апробацию на международных и всероссийских научных конференциях.

Диссертация представляет собой законченный научный труд, хорошо структурирована, материалы грамотно изложены в логической последовательности. По структуре, содержанию и стилю изложения, глубине научных исследований работа соответствует уровню кандидатской диссертации. Содержание автореферата соответствует предъявляемым требованиям и достаточно полно отражает основные положения и научные результаты, выносимые на защиту.

Замечания по диссертационной работе.

1. В первой главе диссертации проведен обзор конструкций МГД-насосов за период с 1990 по 2000 годы, однако современные разработки не рассматриваются.

2. В своих исследованиях автор использовал связку программного обеспечения ANSYS Multiphysics и SolidWorks. Возможно, целесообразно было бы использовать программы с открытым исходным кодом?

3. В третьей главе работы получена картина распределения температур индуктора МГД-насоса в продольном сечении. На рисунке 3.12 представлены температуры как магнитопровода так и обмоток, однако обмотки на рисунке представлены в очень малом масштабе, что искажает картину температурного распределения.

4. В четвертой главе диссертации автор использует ультразвуковой метод измерения скорости расплава, однако в работе отсутствует описание принципа действия и диапазона применения данного метода.

5. Полученные экспериментально температурные графики нагрева имеет смысл показать на одном рисунке для более удобного восприятия информации.

6. В диссертационной работе имеется ряд грамматических, пунктуационных ошибок и неудачных стилистических формулировок.


Указанные замечания не влияют на общее положительное впечатление о работе и ее высокую степень оценки.

Заключение.

Диссертационная работа Кижяева Ивана Владимировича на тему «Индукционный МГД-насос для перекачивания расплава алюминия и сплавов на его основе» представляет собой законченную научно-квалификационную работу, в которой на основании выполненных автором исследований изложены результаты по моделированию и разработке МГД-насосов металлургического назначения.

Диссертация соискателя Кижаяева Ивана Владимировича по актуальности, научной новизне и практической значимости, а также объему выполненных исследований соответствует требованиям п. 9 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного Постановлением Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 г. № 842, которые предъявляются к диссертациям на соискание ученой степени кандидата наук, а ее автор Кижаяев Иван Владимирович, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.4.2 – «Электротехнические комплексы и системы».

Официальный оппонент
профессор кафедры «Автоматизация
производственных процессов» ФГБОУ ВО
«Сибирский государственный университет науки
и технологий имени академика М. Ф. Решетнева»,
доктор технических наук, доцент



Плотников Сергей Михайлович
«01» 09 2023 г.

Федеральное государственное бюджетное учреждение высшего образования
«Сибирский государственный университет науки и технологий имени академика М. Ф.
Решетнева»

Адрес: проспект им. газеты Красноярский рабочий, 31, г. Красноярск, 660037

E-mail: plotnikovsm@sibsau.ru

