

ОТЗЫВ

Официального оппонента кандидата технических наук, доцента
Мошкина Владимира Ивановича
на диссертацию Тарасова Федора Евгеньевича

«Индукционный МГД-насос с одноплоскостной концентрической обмоткой индуктора для транспортировки магния», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.09.01 –
Электромеханика и электрические аппараты

Актуальность темы

В настоящее время металлургические заводы встали перед рядом проблем, связанных с устареванием применяемого оборудования. Современный рынок требует повышения качества выпускаемой продукции и снижение рисков, связанных со срывами поставок. Существенную роль в надежности работы металлургических производств играет надежность транспортирования металлических расплавов.

Появившиеся относительно недавно способы обработки материалов, а также современные тепло- и электроизоляционные материалы позволяют вывести режимы работы МГД-насосов на совершенно новый уровень. Данные материалы позволяют повышать рабочую температуру обмоток насоса и, следовательно, увеличивать токовые нагрузки.

Поэтому разработка новых надежных конструкций МГД-насосов, а также методов компьютерного моделирования электромагнитных и тепловых процессов в них является актуальной задачей.

Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации, можно считать достаточной, т.к. они базируются на адекватном описании тепловых и электромагнитных процессов, корректном математическом представлении и решениях с использованием методов теории электрических цепей, детализированных схем замещения, конечных элементов.

Структура и объем диссертации соответствуют требованиям, предъявляемым к работам на соискание ученой степени кандидата технических наук.

В первой главе представлен достаточно полный обзор существующих разработок в области МГД-насосов. Рассмотрены основные типы МГД-насосов. В результате сформулирована задача исследований и намечены пути ее решения.

Вторая глава посвящена разработке математической модели взаимосвязанных электромагнитных и тепловых процессов в МГД-насосе. Математическая модель основана на методе детализированных схем замещения, а также методе эквивалентных тепловых схем с использованием пакета конечно-элементного анализа для определения реальных коэффициентов теплоотдачи. В главе проводится верификация разработанной компьютерной модели при помощи проведения экспериментов на опытно-промышленном образце. Расхождение расчетных и экспериментальных данных не превышает 8%. Данный факт свидетельствует об адекватности предложенной компьютерной модели.

Третья глава касается исследования конструкций обмоток плоских линейных индукционных насосов. Автором произведен анализ достаточно широкого спектра вариантов обмоток с различным числом зон, пазов на полюс и фазу, значений относительного шага и т.п. В результате исследования автором предложена новая конструкция двухслойной концентрической обмотки с $q=2$ и укорочением шага 4/4,5. Данные результаты легли в основу заявки на изобретение № 2013148361.

В четвертой главе описано создание опытно-промышленного образца линейного индукционного МГД-насоса с плоскими катушками для перекачки магния, созданного для ОАО «Каменск-Уральский металлургический завод». В главе описана технология создания высокотемпературной электроизоляции и плоских катушек. Катушки выполнены путем гидроабразивной резки из листа алюминия. Данный факт значительно упрощает изготовление обмотки и избавляет от трудоемкой операции по намотке катушек.

Пятая глава посвящена исследованию электромагнитных процессов в линейной индукционной машине. Данные исследования позволяют производить оценку выбора геометрических размеров машины с учетом максимума получаемого усилия на выбранной частоте источника питания. Исследования также позволяют обосновать выбор частоты источника питания при фиксированных размерах индуктора и канала насоса. Построены расход-напорные характеристики МГД-насоса.

Основные результаты диссертационной работы заключаются в следующем:

1. Разработана методика расчета МГД-насосов, предназначенная для исследования электромагнитных и тепловых процессов на основе детализированных схем замещения и эквивалентных тепловых схем, произведена доработка существующих моделей с учетом конструктивных и технологических особен-

ностей МГД-насосов. В разработанной модели добавлен алгоритм расчета коэффициентов теплоотдачи с использованием конечно-элементного пакета Comsol.

2. Исследованы различные схемы обмоток ПЛИН. Результаты исследования легли в основу заявки на изобретение № 2013148361 «Двухслойные концентрические обмотки с плоскими катушками», поданную в соавторстве 29.10.2013 г.
3. Проведены исследования наиболее выгодного соотношения размеров зубцово-пазовой зоны для определения оптимальной конструкции индуктора МГД-насоса с выбранной конструкцией обмоток и максимальным развиваемым усилием, а также максимальным использованием магнитного материала.
4. Создан опытно-промышленный образец МГД-насоса для перекачки магния с применением высокотемпературной тепло- и электроизоляции. При сравнении интегральных параметров МГД-насоса, полученных при его моделировании, с данными, полученными экспериментальным путем, расхождение составило не более 8%, что подтверждает достоверность результатов выполненных исследований.
5. Проведен анализ теплового состояния МГД-насоса, подтверждена эффективность применения высокотемпературной изоляции и пластин-радиаторов.
6. Представленные исследования тепловых режимов разработанного МГД-насоса показывают возможность повышения плотности тока до 6 А/мм^2 , без применения принудительного охлаждения.
7. Разработаны практические рекомендации для создания технологичных обмоток ПЛИН с применением современных технологий обработки металлов и современных тепло- и электроизоляционных материалов.
8. Построены расход-напорные характеристики для оценки режимов работы МГД-насоса.

Научная новизна заключается в следующем:

Разработана математическая модель плоского линейного МГД-насоса, созданная на основе метода детализированных схем замещения для исследования взаимосвязанных электромагнитных и тепловых процессов в элементах насоса.

1. Обоснован выбор частоты источника питания при фиксированных размерах индуктора и канала.
2. Разработаны рекомендации по выбору геометрических размеров линейной индукционной машины при фиксированной частоте источника питания.
3. Обоснована целесообразность применения одноплоскостной концентрической обмотки индуктора в МГД-насосах для транспортировки магния.
4. Выполнены экспериментальные исследования, на основе которых подтверждена адекватность разработанных моделей и проведенных расчетов.

Достоверность результатов диссертационной работы обоснована корректным использованием математического аппарата и законов электромеханики; сходимостью результатов математического моделирования и экспериментальных данных опытно-промышленного образца МГД-насоса.

В публикациях автора достаточно полно отражены основные научные результаты данной диссертационной работы.

Практическая ценность результатов работы подтверждена успешным применением их при создании промышленного образца МГД-насоса для перекачки жидкого магния для ОАО «Каменск-Уральский металлургический завод».

Методика расчета электромагнитных и тепловых процессов с получением расход-напорной характеристики МГД-насосов, представленная автором, позволяет произвести расчет характеристик МГД-насоса, выбрать геометрические размеры машины с учетом максимального получаемого усилия.

Разработанная конструкция обмотки плоского линейного индуктора позволяет повысить надежность насоса при его работе в условиях высоких температур.

Замечания по диссертационной работе Тарасова Ф.Е. можно представить в следующем виде:

1. Требуется пояснения алгоритм расчета расход-напорной характеристики насоса, приведенный в п. 2.3.
2. Не обосновано допущение о соотношении значений коэффициентов теплоотдачи при естественном и принудительном охлаждении элементов насоса, сделанное на с. 82.
3. Как осуществляется выбор геометрических размеров индуктора МГД-насоса по результатам нахождения оптимальной частоты источника питания?

4. Не определена область рационального применения полученных в пункте 5.2 соотношений размеров зубцово-пазовой структуры индуктора МГД-насоса.

Заключение

Диссертационная работа Тарасова Ф.Е. выполнена на высоком научном уровне, ее результаты представляют значительный интерес в данной технической области. Сделанные замечания не влияют на положительную оценку диссертационной работы. Автореферат отражает основное содержание диссертации и полностью соответствует ей.

Диссертация «Индукционный МГД-насос с одноплоскостной концентрической обмоткой индуктора для транспортировки магния» является законченной научно-квалификационной работой. В ней решена комплексная задача, имеющая важное значение для развития плоских линейных индукционных машин.

Диссертационная работа удовлетворяет требованиям ВАК п.9 «Положение о присуждении ученых степеней», предъявляемым ВАК России к кандидатским диссертациям. Автор Тарасов Федор Евгеньевич заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.09.01 - Электромеханика и электрические аппараты.

Официальный оппонент:

Доцент, канд. техн. наук (05.09.01 - Электромеханика и электрические аппараты),
заведующий кафедрой «Энергетика и технология металлов» ФГБОУ ВПО
«Курганский государственный университет».
640669, г. Курган, ул. Гоголя, 25.
тел.: +7-3522-23-05-97



Мошкин
Владимир Иванович

Подпись Мошкина Владимира Ивановича заверяю:



28 мар 2015г