

## **ОТЗЫВ**

**на автореферат диссертации на соискание ученой степени доктора**

**физико-математических наук**

**«Фундаментальные аспекты магнитной гидродинамики жидких**

**металлов в области значений параметров, характерных для**

**технологических приложений»**

**Колесниченко Ильи Владимировича**

Представленная работа посвящена течениям расплавов металлов под действием электромагнитных полей, которые возникают в различных прикладных задачах. Актуальность данных задач сложно переоценить: в настоящее время изучение жидких металлов важно не только для металлургической промышленности (где это естественно), но и с целью разработки систем охлаждения атомных реакторов.

В работе приводится обзор предшествующих исследований в данной сфере, упоминаются ключевые результаты других авторов. После этого автор переходит к описанию экспериментальной установки: цилиндрического сосуда с локализованным подводом электрического тока. Работа начинается с описания электровихревого течения в собственном магнитном поле протекающего электрического тока. Затем автор переходит к воздействию простого внешнего магнитного поля, создающего азимутальное течение. В данном разделе (как впрочем, и в последующих) представлены результаты как физического, так и вычислительного эксперимента. Особенно интересным результатом является возникновение колебательных режимов для течения.

После этого обсуждается воздействие внешнего магнитного поля более сложных конфигураций – бегущего и вращающегося. Одним из наиболее интересных мест данного исследования является изучение турбулентных течений в жидком металле, что делается достаточно редко.



Следующая часть работы посвящена влиянию вихревых течений на процесс кристаллизации расплавов. Наглядно показано, что наличие магнитного поля приводит к более интенсивному теплообмену, а следовательно – большей скорости движения фронта кристаллизации. Обсуждается вопрос, связанный с его формой.

Затем автор обсуждает конвективный теплообмен в цилиндрических ячейках с различным соотношением размеров. Интересно изучение влияния наклона экспериментальной установки на результаты. Приведена зависимость величины числа Нуссельта от числа Рэлея.

После этого в работе исследуется возникновение и взаимодействие вихревых и транзитных течений в каналах. Данные результаты особенно важны для приложений, связанных с созданием насосов и перекачкой жидких металлов с помощью электромагнитного поля. Автор достаточно полно описывает возникающие научные и технологические проблемы.

Автореферат написан аккуратно и на высоком научном уровне. Можно отметить большой объем проведенных исследований. Ценно, что данная работа является хорошим (и, к сожалению, не очень часто встречающимся) примером сочетания экспериментальных результатов, математического моделирования и описания практически значимых приложений. Результаты исследования опубликованы в авторитетных отечественных и международных научных изданиях, а автор является признанным специалистом в своей области.

Вместе с тем, нельзя не отметить некоторые недостатки:

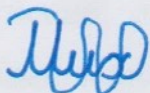
- на рис. 3 описывается «катод, имеющий высокую электропроводность». Имело бы смысл привести конкретное значение проводимости вещества, из которого изготовлен катод, и сравнить ее с таковой для исследуемого металла;
- рис. 8 в автореферате было бы полезно дополнить результатами для разных величин магнитных полей.



Данные претензии не меняют общей положительной оценки работы. На мой взгляд, она полностью соответствует пункту 9 Положения о присуждении ученых степеней в редакции, утвержденной Постановлением Правительства Российской Федерации №62 от 25 января 2024 года, а ее автор заслуживает присуждения ему ученой степени доктора физико-математических наук.

Высококвалифицированный старший научный сотрудник  
ФГБУН «Физический институт имени П.Н.Лебедева»  
доктор физико-математических наук  
(специальность 1.3.3 – «теоретическая физика»)

01.10.2024



Евгений Александрович Михайлов

Почтовый адрес: 119991, Москва, Ленинский проспект, д.53.

E-mail: e.mikhajlov@lebedev.ru

Телефон: 8(916)288-5962

Подпись Е.А.Михайлова удостоверяю

Ученый секретарь

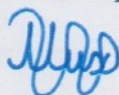
ФГБУН «Физический институт имени П.Н.Лебедева»

кандидат физико-математических наук



Андрей Владимирович Колобов

Я, Михайлов Евгений Александрович, даю согласие на включение своих персональных данных в документы, связанные с работой диссертационного совета, и их дальнейшую обработку



/Е.А.Михайлов/