

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Павлинова Александра Михайловича «Экспериментальное исследование турбулентных потоков жидких металлов», представленной на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.02.05 – Механика жидкости, газа и плазмы.

Диссертационная работа Павлинова А.М. посвящена экспериментальному исследованию течений жидких металлов в условиях высоких температур и химической активности среды, характерных для МГД устройств, применяемых в металлургии и атомной энергетике, а также в различных экспериментальных установках для фундаментальных исследований. Рассмотренные в работе уникальные методы измерения скорости, расхода и температуры жидких металлов, индукции магнитного поля и полученные на их основе результаты подтверждают актуальность и важность работы.

Диссертационная работа состоит из введения, пяти глав и заключения. Во введении изложены цели и задачи работы, перечислены полученные новые результаты и их практическая ценность. В первой главе приведен обзор литературы по исследуемой теме.

Во второй главе представлено описание конструкции МГД-перемешивателя, а также результаты измерения его основных характеристик: распределения создаваемого индуктором магнитного поля, интегральной электромагнитной силы, локальных скоростей жидкого металла. Исследована эволюция фронта кристаллизации среды при помощи ультразвукового датчика. Полученные результаты использовались для верификации математической модели перемешивателя.

Третья глава посвящена экспериментальному исследованию эффекта переноса магнитного поля турбулентным течением жидкого металла, характеризуемым высокими значениями магнитного числа Рейнольдса R_m . Эффект исследовался на специально созданной установке, за счет инерционного движения жидкого натрия. Для течений натрия со значениями R_m до 30 измерены распределения магнитного поля, показавшие эффект вытеснения магнитного поля потоком.

В четвертой главе представлены результаты экспериментального исследования эффекта термогравитационной конвекции жидкого натрия в длинном цилиндре различной ориентации. Следует отметить высокий технический уровень проведения измерений скорости натрия при температурах до 300°C кросс-корреляционным методом при помощи массива термопар. Максимальная интенсивность турбулентных пульсаций обнаружена для вертикально ориентированного цилиндра, в горизонтальном и наклонном цилиндре – генерация крупномасштабной циркуляции. Результаты эксперимента использованы для верификации кодов, применяемых разработчиками контуров охлаждения реакторов на быстрых нейтронах.

В пятой главе описаны результаты разработки и тарировки комбинированной системы для измерения расхода жидкого натрия, состоящей из кондукционного датчика скорости, индукционного расходомера и термокорреляционного датчика скорости. Система предназначена для высокоскоростных потоков среды с $R_m > 1$. Как следует из описания, для тарировки системы использовалась установка, представленная в главе 3.

Несомненным достоинством диссертационной работы является проведение на высоком техническом уровне оригинальных измерений характеристик течений жидких металлов. Впервые в лабораторных экспериментах зарегистрировано явление турбулентного диамагнетизма – вытеснение магнитного поля из потока с интенсивной турбулентностью. В зависимости от условий эксперимента применялись кондукционные, индукционные, термокорреляционные методы измерения скорости потока жидкого металла. Впервые применен метод измерения расхода на основе силы Лоренца для потока жидкого металла с $R_m > 1$, предложена конструкция датчика скорости на основе данного метода. В практическом плане, результаты, представленные в диссертационной работе А.М. Павлинова, представляют интерес для исследователей, занимающихся постановкой и проведением экспериментов на жидкометаллических стендах различного назначения, а также для разработчиков МГД устройств для металлургии и контуров охлаждения ядерных энергетических установок с жидкими металлами.

В целом диссертационная работа Павлинова А.М. «Экспериментальное исследование турбулентных потоков жидких металлов», представляет собой законченное исследование, характеризующееся оригинальными научными результатами, представляющими значительный практический интерес.

По автореферату диссертации могут быть отмечены следующие замечания.

1. В подписи к рис. 1 а) не указан элемент обозначенный «IV». Подписи к рис. 5 не соответствуют указанным на самом рисунке.

2. В автореферате недостаточно материала, чтобы судить о новизне методики измерения скоростей и расходов жидких металлов, выносимой автором на защиту.

3. Для описанной в пятой главе системы измерения расхода, основанной на измерении силы Лоренца, представлены результаты тарировки и область применимости в зависимости от значения магнитного числа Рейнольдса. При этом не указан диапазон применимости подобной системы в зависимости от других характерных параметров потока, таких, как параметр МГД-взаимодействия и число Рейнольдса.

Сделанные замечания не снижают научной ценности и практической значимости работы, которая является значительным вкладом в научное направление, связанное с изучением течений жидких металлов.

На основании анализа автореферата можно заключить, что представленная диссертация удовлетворяет всем требованиям, предъявляемым к работам на соискание степени кандидата физико-математических наук, а ее автор Павлинов Александр Михайлович заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.02.05 - Механика жидкости, газа и плазмы.

Я, Обухов Д.М., даю согласие на включение своих персональных данных в документы, связанные с работой диссертационного совета, и их дальнейшую обработку.

Начальник лаборатории МГД-машин
АО "НИИЭФА", к.ф.-м.н.

Д.М. Обухов

Адрес: Россия, 196641, Санкт-Петербург, пос. Металлострой, дорога на Металлострой, д. 3
Акционерное общество "НИИЭФА им. Д.В. Ефремова" (АО.«НИИЭФА»)
Электронный адрес: obukhov@sintez.niiefa.spb.su
Телефон: (812) 462-78-21

Подпись Д.М. Обухова удостоверяю

Зам. генерального директора
по термоядерным и магнитным технологиям,
д-р физ.-мат. наук



В.А. Беляков