

ОТЗЫВ НАУЧНОГО РУКОВОДИТЕЛЯ

о работе Соколова Максима Александровича по кандидатской диссертации
«Гидродинамика затопленной струи жидкого металла в продольном магнитном поле»,
представленной к защите на соискание ученой степени кандидата физико-математических
наук по специальности 1.3.14 – теплофизика и теоретическая теплотехника

Диссертация Соколова М.А. представляет собой экспериментальное и численное исследование гидродинамики и теплообмена при подъёмном течении жидкого металла (ртути) в вертикальной обогреваемой трубе и гидродинамики затопленной струи жидкого металла в продольном магнитном поле. Такие течения возможны в контурах охлаждения жидкометаллических модулей blankets, диверторов термоядерных реакторов типа токамак, а закономерности МГД-течений в условиях внезапного расширения канала почти не изучены. Поэтому тема работы является актуальной,

При выполнении диссертационной работы Соколов М.А. проявил себя как самостоятельный и грамотный инженер-исследователь, способный решать непростые научные задачи. Автор также принял участие в реконструкции ртутного стенда НИУ МЭИ для проведения экспериментов, разработке и изготовлении рабочих участков, микротемпарных зондов, освоил методики автоматизированных измерений. Непосредственно проводил серии экспериментов по измерению полей осредненной температуры и продольной скорости, а также структуры потока: пульсационных компонент компонент скорости (радиальной и азимутальной) и температуры. В ходе работы он освоил современные методы численного моделирования турбулентных МГД-течений с применением RANS-подхода (модель $k-\omega$) и гибридного метода крупных вихрей KDES, реализованных в открытом коде ANES20XE.

В процессе работы над диссертацией Соколов М.А. выполнил комплексный цикл экспериментальных и численных исследований. Им впервые экспериментально установлены закономерности теплообмена при подъёмном течении жидкого металла в вертикальной обогреваемой трубе в ПМП, включая немонотонную зависимость числа Нуссельта от числа Пекле и эффект усиления низкочастотных пульсаций температуры при больших числах Рейнольдса. Впервые получены поля трёх компонент скорости затопленной струи жидкого металла в ПМП, обнаружена закрутка струи, а также подтверждено увеличение эффективной длины струи с ростом числа Гартмана. Автором выполнено сопоставление RANS- и KDES-подходов и показано, что гибридная модель KDES обладает существенно более высокой чувствительностью к влиянию магнитного поля и лучше согласуется с экспериментом.

Результаты работы Соколов М.А. опубликованы в ведущих рецензируемых журналах и представлены на российских и международных конференциях.

Диссертация Соколова М.А. является законченной научно-квалификационной работой, представляет научный и практический интерес. Структура и изложение работы соответствуют требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а автореферат полностью отражает её содержание. Учитывая вышеизложенное, считаю, что Соколов Максим Александрович заслуживает присуждения учёной степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.14 — «Теплофизика и теоретическая теплотехника».

Ведущий научный сотрудник ОИВТ РАН, д.т.н.

Разуванов Н.Г.

Учёный секретарь ОИВТ РАН д.ф.-м.н.

Киверин А.Д.

