

Секция «Математика и механика»

Об особенностях турбулентной конвекции в цилиндрической полости при низких значениях числа Прандтля

Мамыкин Андрей Дмитриевич

Аспирант

*Институт механики сплошных сред УрО РАН, лаборатория физической гидродинамики, Пермь, Россия
E-mail: an.mamykin@yandex.ru*

Одним из ключевых вопросов в исследованиях турбулентных конвективных течений в замкнутых полостях является вопрос о зависимости эффективной теплопроводности турбулентной среды (числа Нуссельта) от параметров, определяющих характер конвективного течения (в первую очередь, чисел Рэлея и Прандтля). Поиску этой зависимости посвящено множество работ [1]. Наиболее детально на сегодня изучен случай конвекции Рэлея-Бенара в вертикальном цилиндре, диаметр которого равен высоте. Однако даже для такой вполне конкретной геометрии, универсального закона вида $Nu \sim Ra^x Pr^y$ (где Nu – число Нуссельта, Ra – число Рэлея, Pr – число Прандтля) не существует.

В данной работе выполнено экспериментальное исследование турбулентной термогравитационной конвекции в жидком натрии, заключенном в длинном цилиндрическом сосуде (отношение длины к диаметру равно 5) для трех положений цилиндра – вертикального, горизонтального и под наклоном в 45 градусов.

Экспериментальная установка включает в себя: систему хранения натрия, систему заливки модели, раму для фиксации цилиндра под заданными углами, цилиндрический канал с торцевым теплообменником, набор датчиков, систему дистанционного контроля и управления параметрами нагрева, систему измерений и сбора данных.

Измерения проводились в нестационарном режиме, при котором осуществлялся подогрев натрия снизу с заданной постоянной мощностью. Для каждой мощности при условии установившегося линейного градиента температуры по высоте канала проводились измерения пульсаций температуры в 20 точках полости и измерения двух компонент поля скорости в 6 точках полости. По среднему градиенту температуры в натрии рассчитывался молекулярный поток тепла. Средний поток тепла через натрий определялся по измеряемому градиенту температуры в пластине теплообменника и по темпу разогрева натрия при заданной мощности нагревателя. Число Нуссельта определялось отношением общего теплотока к молекулярному.

В ходе представленной научной работы были получены все необходимые характеристики пульсаций скорости и температуры для всех рассмотренных режимов. Для каждого положения цилиндра сделана оценка степени x в зависимости $Nu \sim Ra^x Pr^y$. В настоящее время вводится в эксплуатацию холодный торцевой теплообменник для обеспечения постоянных температур на обоих торцах цилиндра. Проводятся эксперименты по исследованию конвекции в натрии в стационарном режиме.

Литература

1. Ahlers G., Grossmann S., Lohse D. Heat transfer and large scale dynamics in turbulent Rayleigh-Benard convection // Review of Modern Physics, 2009. V.81. P.503-537.