

## ЛИТЕРАТУРА:

1. S. K. Das, S. U. S. Choi, W. Yu, T. Pradeep. Nanofluids: Science and Technology. — Wiley-Interscience, 2008. — 416 с. — ISBN 978-0-470-07473-2.
2. Teng TP, Hung YH, Teng TC, Mo HE, Hsu HG. The effect of alumina/water nanofluid particle size on thermal conductivity. Appl Therm Eng 2010;30(14):2213–8.
3. Yu W, Xie H, Chen L, Li Y. Investigation of thermal conductivity and viscosity of ethylene glycol based ZnO nanofluid. Thermochim Acta 2009;491(1):92–6.
4. Eastman JA, Choi SUS, Li S, Yu W, Thompson LJ. Anomalously increased effective thermal conductivities of ethylene glycol-based nanofluids containing copper nanoparticles. Appl Phys Lett 2001;78(6):718–20.
5. Xie H, Wang J, Xi T, Liu Y, Ai F, Wu Q. Thermal conductivity enhancement of suspensions containing nanosized alumina particles. J Appl Phys 2002;91(7):4568–72.
6. Трубицына Г. Н. Оценка возможности использования наножидкостей в системах теплоснабжения и вентиляции / Г. Н. Трубицына, В. В. Барзенкова, В.С. Фроликова // Молодой исследователь: вызовы и перспективы: сб. ст. по материалам X Международной научно-практической конференции. No 8 (10). М.: Изд-во «Интернаука», 2016.

Научный руководитель: О.Л. Хамидуллин, к.т.н., ст. преподаватель КНИТУ-КАИ.

## **ЧИСЛЕННЫЙ АНАЛИЗ СОПРЯЖЕННОЙ ЕСТЕСТВЕННОЙ КОНВЕКЦИИ КОРИУМА В ПОЛУЦИЛИНДРИЧЕСКОЙ ПОЛОСТИ**

А.О. Лазаренко

Томский политехнический университет  
ИШЭ, НОЦ И.Н. Бутакова, группа 5061

При крупных и тяжелых авариях на ядерном реакторе одним из главных способов их локализации является удержание и охлаждение расплавленного кориума в нижней цилиндрической чаше корпуса. Такой способ контроля аварийной ситуации позволяет свести к минимуму радиоактивное загрязнение, минимизировать его распространения, кроме того, данные мероприятия могут проводиться на действующих блоках. Это выступает альтернативой ловушке расплава, еще одному методу локализации аварийных ситуации. Оценка условий охлаждения кориума в нижней цилиндрической чаше корпуса требует особого внимания и может быть выполнена по средствам численного моделирование этого процесса.

При выполнении исследования проводилось численное моделирование охлаждения кориума, расплава керамического топлива ядерного реактора и оксидов конструкционных материалов, в горизонтальной полуцилиндрической полости, стенки которой поддерживаются при постоянной температуре, в условиях естественной конвекции.

При остановке реактора кориум еще горячий и несет остаточное тепло, которое уменьшается со временем, оценка условий охладений можно выполнить на основании уравнения Вэя-Вигнера. При постановке задачи исследования в начале процесса температура кориума принимается равной температуре стенки.

Процесс естественной конвекции внутри полости описывается системой уравнений в приближении Буссинеска, которая включает в себя уравнение движения, уравнение неразрывности и уравнение энергии. Также при математическом исследовании принято условие, что потоки ламинарными и двумерными, теплофизические свойства жидкости считаются независимыми от температуры [1].

Математическая постановка задачи сводилась к оценке безразмерных переменных параметров «функция тока – завихренность». Полученные дифференциальные уравнения решаются численно при помощи метода конечных разностей с использованием локально-одномерной схемы Самарского применительно к уравнениям параболического типа [2].

Поставленная задача решалась в четыре этапа – в первом случае исследовалась прямоугольная область, с адиабатическими стенками на двух границах, и с постоянным поддержанием температуры на двух других. Во втором случае данная задача рассматривалась в цилиндрических координатах. В третьем варианте к условиям первой задачи добавлена твердая стенка на одной из границ. В финальном этапе задача теплообмена рассмотрена в цилиндрических координатах с твердой стенкой.

В результате исследований получены временные зависимости среднего числа Нуссельта на нижней стенке полости в широком диапазоне изменения числа Рэлея. Был выполнен анализ полученных результатов при различных значениях безразмерного времени работы реактора до аварии. Численный анализ выполнялся с использованием временных профилей интенсивности конвективного течения и теплообмена. Для различных значений числа Рэлея были получены распределения температур и функций тока по всей области.

Выполненное численное исследование с использованием преобразованных переменных позволило описать зависимости среднего числа Нуссельта на стенках полости от определяющих характеристик.

#### ЛИТЕРАТУРА:

1. Кудров А.И., Шеремет М.А. Численный анализ естественной конвекции кориума в условиях внутрикорпусной локализации с учетом переменного тепловыделения // Компьютерные исследования и моделирование – 2021. – Т. 13 № 4 С. 807–822

2. Шеремет М.А. Взаимодействие двумерных тепловых «факелов» от локальных источников энергии в условиях сопряженной естественной конвекции в горизонтальном цилиндре // Прикладная механика и техническая физика. – 2012. – Т. 53, № 4 – С. 112–123.

Научный руководитель: А.И. Кудров, ст. преподаватель НОЦ И.Н. Бутанова ИШЭ ТПУ.