СПМ

международная научно-практическая конференция

FIRMITAS · UTILITAS · VENUSTAS
ТГАСУ

ARIEL
WORLD STANDARD COMPRESSORS

ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

www.tpu.ru

ИССЛЕДОВАНИЕ АЛМАЗОПОДОБНЫХ ПОКРЫТИЙ, ПОЛУЧЕННЫХ МЕТОДОМ ИМПУЛЬСНОГО ОСАЖДЕНИЯ
Юрьев Ю.Н., Рунц А.А. 193

СЕКЦИЯ 5. АВТОМАТИЗАЦИЯ И МОДЕЛИРОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ

КОНВЕКТИВНЫЙ ТЕПЛОПЕРЕНОС В ЗАМКНУТОЙ ПОРИСТОЙ КУБИЧЕСКОЙ ПОЛОСТИ ПРИ НАЛИЧИИ ТЕПЛОВЫДЕЛЯЮЩЕГО ЭЛЕМЕНТА
Астанина М.С., Шеремет М.А. 196

ОЦЕНКА ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИ ТРУБОПРОВОДОВ ПОСРЕДСТВОМ МОДЕЛИРОВАНИЯ ПРОЦЕССОВ УТОНЕНИЯ СТЕНОК ТРУБЫ С ПОМОЩЬЮ МЕТОДА МОНТЕ-КАРЛО
Бурков П.В., Бурков П.В., Лютиков И.Н. 198

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ КОНТАКТА ЗУБЬЕВ ВОЛНОВОГО ТОРЦЕВОГО КИНЕМАТИЧЕСКОГО РЕДУКТОРА
Джасем Мохамад 200

ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕРМОГРАВИТАЦИОННОЙ КОНВЕКЦИИ СТЕПЕННОЙ НАНОЖИДКОСТИ В ПОЛОСТИ ПРИ НАЛИЧИИ ТЕПЛОВЫДЕЛЯЮЩЕГО УЧАСТКА НИЖНЕЙ СТЕНКИ
Лоенко Д.С., Шеремет М.А. 202

КОНВЕКТИВНО-РАДИАЦИОННЫЙ ТЕПЛОПЕРЕНОС В КРУПНОГАБАРИТНОЙ ОБЛАСТИ НАГРЕВАЕМОЙ СНИЗУ
Мирошниченко И.В., Тойлибаев А.А., Гибанов Н.С. 204

АВТОБАЛАНСИРУЮЩЕЕ УСТРОЙСТВО
Кузнецов М.А., Кувшинов К.А., Гаврилин А.Н., Мойзес Б.Б. 206

СНИЖЕНИЕ ТРУДОЕМКОСТИ ОПЕРАЦИИ ЧИСТОВОГО ФРЕЗЕРОВАНИЯ ЛОПАТОК ГАЗОТУРБИННЫХ КОЛЕС
Мясникова Л.А 208

РАЗРАБОТКА БИБЛИОТЕКИ МОДЕЛИРОВАНИЯ ДИСКРЕТНОСОБЫТИЙНЫХ ПОТОКОВЫХ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПРОЦЕССОВ
Никитин А.С. 210

ВНЕДРЕНИЕ СИСТЕМЫ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА ТРАНСПОРТНОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ
Новиков А.Н., Шевцова А.Г., Еремин С.В., Кулев А.В., Ломакин Д.О. 212

РАЗРАБОТКА СТЕНДА ФИЗИЧЕСКОГО ПОДОБИЯ «ТРЁХФАЗНЫЙ СЕПАРАТОР СКВАЖИННОЙ ЖИДКОСТИ»
Филипас А.А., Мигель А.В. 214

ПРИМЕНЕНИЕ АППАРАТНО-ПРОГРАММНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ПРИ РАЗРАБОТКЕ ПРИКЛАДНОГО ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ АСУ ТП НА БАЗЕ МОБИЛЬНОГО СТЕНДА ИЗУЧЕНИЯ ПРИНЦИПОВ ПРОМЫШЛЕННОЙ АВТОМАТИЗАЦИИ И МОДЕЛИРОВАНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ
Хохловский В.Н., Олейников В.С., Бурячек И.Ю., Курочкина В.С., Пересвет В.А. 216

СЕКЦИЯ 6. ПРОМЫШЛЕННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ

ОБРАБОТКА ВОДЫ С ПРИМЕНЕНИЕМ МЕХАНОАКТИВАЦИИ
Авзалов Д.Д., Пилипец Н.В., Сечин А.И. 219

МОДЕРНИЗАЦИЯ ПОДСИСТЕМЫ ОТ И ПБ В КОРПОРАТИВНОЙ ГЕОИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЕ УПРАВЛЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВОМ В

КОНВЕКТИВНЫЙ ТЕПЛОПЕРЕНОС В ЗАМКНУТОЙ ПОРИСТОЙ КУБИЧЕСКОЙ ПОЛОСТИ ПРИ НАЛИЧИИ ТЕПЛОВЫДЕЛЯЮЩЕГО ЭЛЕМЕНТА

М.С. Астанина, аспирант,
М.А. Шеремет, д.ф.-м.н., доц.
Томский государственной университет, 634050, г.Томск, пр.Ленина,36,
E-mail: astanina.marina@bk.ru

Математическое моделирование процессов теплопереноса в пространственных областях является наиболее востребованным в связи с широким спектром приложений. Перечень задач, входящих в данную сферу исследований, очень широк – разработка систем охлаждения источников тепловыделения разных типов и поиск оптимальных параметров для увеличения срока эксплуатации тепловых систем. В таком контексте решение трёхмерных задач естественной конвекции численными методами является хорошим инструментом для прогнозирования качества и срока службы охлаждающих систем, так как позволяет учитывать большой спектр осложняющих факторов без дополнительных расходов (по сравнению с экспериментами) – источники энергии, пористые вставки, различные виды нагрева, влияние окружающей среды и т.д. [1, 2].

Целью настоящего исследования является численное моделирование естественной конвекции жидкости внутри пористой кубической полости размера L с бесконечно тонкими стенками и источником энергии постоянного объемного тепловыделения Q (рисунок 1). Жидкость, насыщающая пористую полость, считается ньютоновской, теплопроводной и удовлетворяющей приближению Буссинеска. При этом пористая среда – однородна и изотропна. Предполагается, что реализуются условия локального термодинамического равновесия между жидкостью и твердым скелетом. Источник энергии расположен в центральной части основания. Внешняя поверхность нижней стенки (z = 0) считается адиабатической. На вертикальных стенках поддерживается постоянная температура охлаждения. Все внутренние поверхности твердых стенок предполагаются непроницаемыми. Считается, что теплофизические характеристики материала источника энергии и жидкости являются постоянными, а режим течения – ламинарный. Для описания транспортных процессов в пористой среде рассматривается нестационарная модель Дарси–Бринкмана. Предполагается, что течение жидкости и теплоперенос внутри пористой полости являются трехмерными, вязкой диссипацией пренебрегаем.

Определяющие дифференциальные уравнения нестационарной сопряженной естественной конвекции внутри пористой полости записывались в безразмерном виде с использованием законов сохранения массы, импульса и энергии [3].

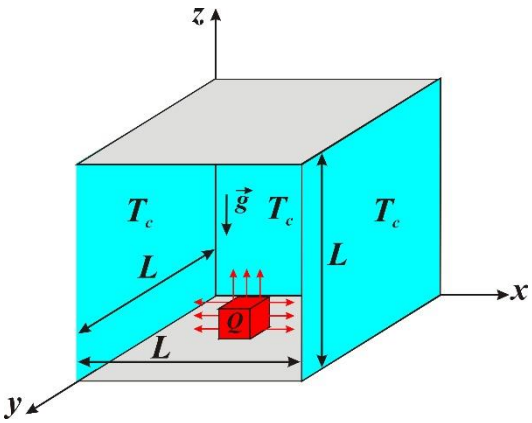

Рис. 1. Физическая постановка задачи.

Сформулированная краевая задача решалась методом конечных разностей [3, 4]. Численные исследования поставленной краевой задачи были проведены в широком диапазоне

определяющих безразмерных параметров: $10^3 \leq Ra \leq 10^5$, $10^{-4} \leq Da \leq 10^{-2}$, $Pr = 0.7$. Анализ результатов проводился по распределениям поля вектора x-компоненты и изотерм в разных сечениях кубической полости.

На рисунке 2 представлены распределения изотерм и поля вектора скорости в сечении $X = 0.2$ для $Da = 10^{-3}$ и различных значений числа Рэлея. Полость прогревается равномерно. Увеличение значения числа Рэлея усиливает течение. Образуются симметричные конвективные потоки. Теплоотвод происходит под влиянием холодной температуры на боковых границах по направлению к верхней адиабатической стенке. Изотермы распределяются вдоль вертикальных граней и отражают воздействие холодной температуры с границ.

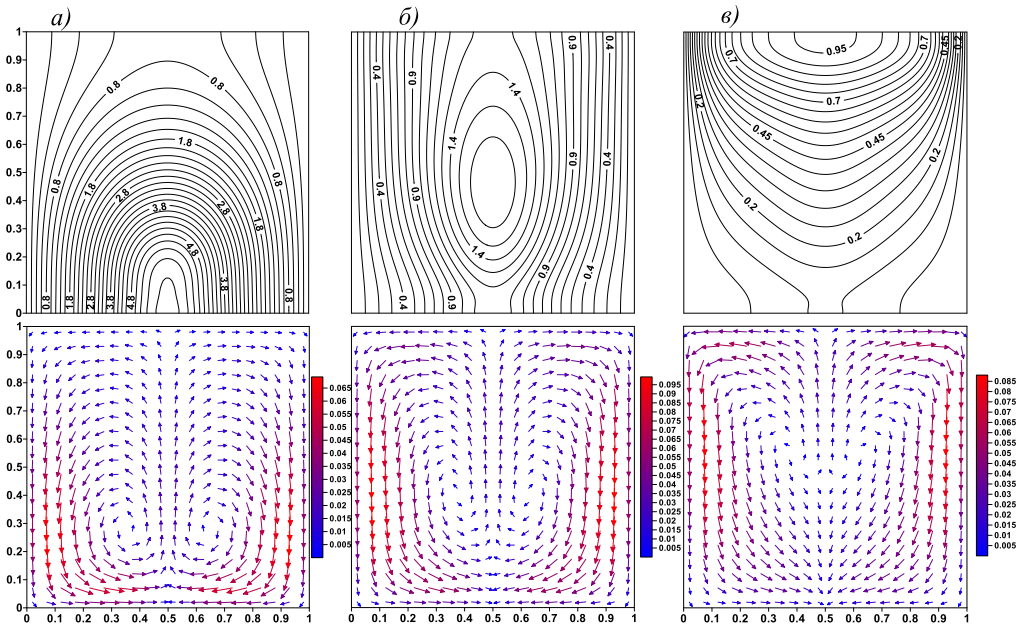

Рис. 2. Распределение поля температуры и вектора скорости в сечении X=0.2 при Da=10^{-3}: *а)* Ra=10^3, *б)* Ra=10^4, *в)* Ra=10^5.

Работа выполнена в рамках реализации проекта Российского научного фонда (соглашение № 17-79-20141).

Список литературы:

1. Danane F. , Boudiaf A., Boutra A., Labsi N., Ouyahia S., Benkahla Y.K. 3D analysis of the combined effects of thermal buoyancy and viscous dissipation on the mixed convection of Bingham plastic fluid in a rectangular channel // Journal of the Brazilian Society of Mechanical Sciences and Engineering. – 2018. – Vol. 40: 126.

2. Liu D., Zheng Y.-L., AMoore A., Ferdows M. Spectral element simulations of three dimensional convective heat transfer// International Journal of Heat and Mass Transfer. − 2017. – Vol. 111. – P. 1023−1038.

3. Sheremet M.A., Trifonova T.A. Unsteady conjugate natural convection in a vertical cylinder containing a horizontal porous layer: Darcy model and Brinkman-extended Darcy model// Transport in Porous Media. – 2014. – Vol. 101. – P. 437–463.

4. Astanina M.S., Sheremet M.A. Transient natural convection with temperature-dependent viscosity in a square partially porous cavity having a heat-generating source// Numerical Heat Transfer A. – 2018. – Vol. 73. – P. 849–862.