

ОТЗЫВ
официального оппонента на диссертацию
Абделхафиза Мостафы Абдаллаха Ахмеда
«Моделирование конвективных движений теплопроводной жидкости
в пористой анизотропной среде», представленную на соискание ученой
степени кандидата физико-математических наук
по специальности 05.13.18 — математическое моделирование,
численные методы и комплексы программ

Диссертационная работа Абделхафиза М.А.А. посвящена анализу конвективного переноса в пористых средах с учетом анизотропии. Математическое моделирование конвективных движений теплопроводной жидкости с учетом насыщающих ее примесей и неоднородности среды является сложной задачей, требующей применения современных численных методов и разработки соответствующего программного обеспечения. При анализе важно учитывать имеющиеся дискретные и непрерывные симметрии, косимметричность рассматриваемых задач.

В диссертационной работе Абделхафиза М.А.А. проведен анализ математических моделей, описывающих гравитационную конвекцию в пористой среде с учетом анизотропии. На основе модели Дарси и приближения Буссинеска изучаются плоские конвективные течения теплопроводной жидкости и бинарной смеси при подогреве снизу. Выписаны системы уравнений в естественных переменных и сформулированы начально-краевые задачи в переменных функция тока, температура и концентрация.

Диссертационная работа состоит из введения, трех глав, заключения и списка литературы.

Во введении дан обзор литературы по теме диссертации, обоснована актуальность темы, изложены цели работы и методы исследования,

сформулированы научная новизна и практическая значимость результатов, представлена структура работы и приведен краткий обзор содержания работы.

В первой главе рассматриваются математические модели фильтрационной конвекции на основе закона Дарси и приближения Буссинеска. Даны постановка начально-краевых задач для естественных переменных и уравнений относительно функции тока и девиации температуры. Для исследования конвекции в случае бинарной анизотропной жидкости в пористой среде применяются уравнения Буссинеска-Дарси с учетом эффекта Соре. Найдены условия существования косимметрии для рассматриваемых задач, получены соотношения на параметры систем.

В случае косимметрии выведены явные формулы для критических чисел Рэлея, отвечающих монотонной неустойчивости механического равновесия в задаче анизотропной фильтрационной конвекции. Получено соотношение между значениями температурного и концентрационного чисел Рэлея, соответствующими порогу неустойчивости состояния покоя для задачи о возникновении конвекции в прямоугольном контейнере с анизотропной пористой среде, насыщенной теплопроводной жидкостью с примесью,

Во второй главе для решения сформулированных задач развивается подход на основе метода прямых и дискретизация по пространственным переменным с применением конечных разностей второго порядка точности. Построены операторы, сохраняющие косимметрию исходной задачи. Аналогичным образом построена система разностных уравнений, аппроксимирующая начально-краевую задачу о конвекции жидкости с примесью в анизотропной среде. Для анализа устойчивости механического равновесия выписаны спектральные задачи, получена система для численного определения критических чисел Рэлея. Описаны возможности программного комплекса Aniso2d, предназначенного для численного

анализа и визуализации результатов в среде MATLAB.

В третьей главе анализируется возникновение конвекции в пористом прямоугольнике с учетом анизотропии тепловых характеристик и проницаемости. Представлены результаты вычисления критических чисел Рэлея и расчета нейтральных кривых. Приводятся результаты вычисления семейств стационарных режимов для ряда значений управляющих параметров. Анализируется разрушение семейства стационарных режимов при нарушении условий косимметрии. Рассматривается плоская задача о возникновении конвекции в пористом прямоугольнике, насыщенном бинарной жидкостью. Для анизотропных жидкости и среды на основе уравнений Дарси-Буссинеска и учета эффекта Соре проводится анализ монотонной и колебательной неустойчивости механического равновесия.

Приведем некоторые замечания по тексту диссертации.

1. В тексте диссертации описан разработанный программный комплекс, но отсутствуют детали реализации и информация об ограничениях вычислительного характера (предельные размеры сетки, характеристики сохраняемой информации).
2. Часть табличной информации из гл. 3 можно было бы представить в приложении.

Данные замечания носят характер пожеланий и не умаляют важности полученных в диссертации результатов.

Результаты диссертации, в том числе, разработанные в ней методы и подходы могут быть использованы в различных научных организациях, занимающихся исследованием задач, записываемыми в виде систем нелинейных уравнений, анализом бифуркаций решений.

Представленные материалы позволяют считать диссертацию Абделхафиза М.А.А. научно-исследовательской работой, имеющей внутреннее единство. Полученные результаты новы и носят теоретический характер. Тема диссертации соответствует специальности 05.13.18 —

математическое моделирование, численные методы и комплексы программ.
Автореферат соответствует основному содержанию диссертации.

Диссертационная работа отвечает всем требованиям Положения ВАК РФ о порядке присуждении ученых степеней, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор Абделхафиз Мостафа Абдаллах Ахмед заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 05.13.18 — математическое моделирование, численные методы и комплексы программ.

Официальный оппонент:

доктор физико-математических наук
(специальность: 05.13.18 — математическое
моделирование, численные методы и комплексы
программ), профессор, кафедра математического
моделирования, математический факультет,

ФГБОУ ВО «Воронежский
государственный университет»

e-mail: dvk605@mail.ru
тел.: +7 (920) 2256214


18.02.2019

Костин Дмитрий Владимирович

федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования «Воронежский государственный университет»,
математический факультет, кафедра математического моделирования,
394018, Россия, г. Воронеж, Университетская пл., 1, корпус 1
тел.: +7 (473) 220-75-21,

веб-сайт организации: www.vsu.ru,

электронный адрес организации: office@mail.vsu.ru

Подпись Костина Д.В. заверяю

