ОТЗЫВ НА АВТОРЕФЕРАТ ДИССЕРТАЦИИ

Шубенкова Ивана Сергеевича «Конвекция одно- и многокомпонентных жидкостей в пористых слоях», представленной на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.1.9. Механика жидкости, газа и плазмы

Диссертационная работа Шубенкова И.С. посвящена исследования условий устойчивости механического равновесия и характеристик нелинейных режимов конвекции одно- и многокомпонентных жидкостей в горизонтальном и наклонном пористых слоях при наличии вертикального градиента температуры. Актуальность работы обусловлена необходимостью фундаментального понимания процессов перераспределения компонент в природных месторождениях углеводородов под действием конвекции, диффузии и термодиффузии при наличии геотермального градиента температуры.

В первой главе аналитически и численно исследуются условия возникновения конвекции в горизонтальном пористом слое, заполненном трехкомпонентной жидкостью и подогреваемом снизу. Учитывается эффект термодиффузии. Изучено влияние малоамплитудных и высокочастотных вибраций на порог возникновения конвекции, а также нелинейные режимы течений. Вторая глава посвящена исследованию трехмерных режимов свободной тепловой конвекции в наклоненном под углом к вертикали пористом слое с однокомпонентной жидкостью при наличии вертикального градиента температуры. Показано, что за наступление кризиса механического равновесия слоя пористой среды при любых углах наклона ответственны трехмерные возмущения, имеющие форму продольных валов. В третьей главе с помощью численного моделирования исследуются трехмерные нелинейные режимы конвекции бинарных смесей в трехслойных системах, имитирующих геологические складки. Установлено, что при проницаемостях слоев, превышающих пороговые значения, наблюдается слабое конвективное течение, охватывающее всю систему, а при более высоких проницаемостях дополнительно возникают продольные валы. Данные результаты представляют интерес с точки зрения прогнозирования процессов миграции и формирования залежей углеводородов, а также влияния их естественного перемешивания на концентрацию компонентов в природных месторождениях. К достоинствам работы следует отнести сочетание аналитических подходов для анализа линейной устойчивости и численных методов для изучения нелинейных режимов при больших надкритичностях.

Результаты работы опубликованы в ведущих журналах в области физики жидкостей и тепломассообмена (Physics of Fluids, Fluid dynamics and materials processing, Heat transfer, Вычислительная механика сплошных сред), а также доложены на профильных конференциях.

В качестве замечания следует указать, что выражение $\mathbf{C}_0 (\mathbf{I} - \mathbf{C}_0) \mathbf{D}_T$ в уравнении (3), где $\mathbf{I}$, $\mathbf{C}_0$ и $\mathbf{D}_T$ являются векторами, является некорректным с точки зрения операций с векторами (не понятно, какие знаки векторных операций здесь

используются). Указанное замечание не носит принципиального характера и не снижает общей положительной оценки работы.

Считаю, что диссертация «Конвекция одно- и многокомпонентных жидкостей в пористых слоях» соответствует требованиям п. 9-11, 13, 14 «Положения о присуждении ученых степеней», утверждённого Постановлением правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. № 842 в действующей редакции, а её автор, Шубенков Иван Сергеевич, заслуживает присуждения учёной степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.1.9. Механика жидкости, газа и плазмы.

Заведующий Лабораторией
мембранный процессов и материалов,
главный научный сотрудник ИВМ СО РАН,
д.ф.м.н. Илья Игоревич Рыжков

16 ноября 2026 г.

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Федеральный исследовательский центр «Красноярский научный центр Сибирского отделения Российской академии наук», обособленное подразделение «Институт вычислительного моделирования Сибирского отделения Российской академии наук» (ИВМ СО РАН)
Почтовый адрес: 660036, г. Красноярск, Академгородок, д. 50, стр. 44
тел.: 8-(391) 243-27-56,
e-mail: rii@icm.krasn.ru

Я, Рыжков Илья Игоревич, даю согласие на включение моих персональных данных в документы, связанные с работой диссертационного совета, и их дальнейшую обработку.

И.И. Рыжков

Подпись И.И. Рыжкова
УДОСТОВЕРЯЮ
Зав. канцелярией ИВМ СО РАН
«16» 11 2026 г.