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»

Диссертационное исследование Шубенкова Ивана Сергеевича посвящено актуальным проблемам гидродинамической устойчивости и тепломассопереноса в пористых средах, насыщенных жидкостями со сложным компонентным составом. Тематика работы имеет большое значение для целого ряда геофизических и инженерных приложений, включая моделирование подземной миграции жидкостей, разработку геотермальных месторождений, а также анализ процессов разделения смесей и фильтрации в пористых матрицах. Следует подчеркнуть, что переход от однокомпонентных жидкостей к многокомпонентным смесям с учетом эффектов термодиффузии открывает новые возможности для понимания тонких механизмов конвективного переноса в земной коре.

В работе применен комплексный теоретический подход, сочетающий аналитические и численные методы линейного исследования устойчивости состояния равновесия (метод построения фундаментальной системы решений) и современное прямое численное моделирование (включая методы конечных разностей и конечных объемов с использованием программного комплекса Ansys Fluent). Такой подход позволяет детально проанализировать не только пороги возникновения конвекции, но и сложную пространственно-временную надкритическую структуру течений.

Наиболее значимые и принципиально новые научные результаты автора:

• Обнаружена и исследована длинноволновая мода колебательной неустойчивости в горизонтальном пористом слое, насыщенном трехкомпонентной углеводородной смесью при нагреве снизу. Построена подробная карта режимов и выявлен диапазон параметров, в котором данный тип неустойчивости представляет наибольшую опасность.

• Получены новые данные о влияние высокочастотных малоамплитудных вертикальных вибраций на конвекцию многокомпонентной смеси. Использование модели, учитывающей вязкие члены в уравнениях для пульсаций, позволило расширить область применимости метода осреднения.

• Выполнено трехмерное обобщение линейной задачи устойчивости для наклонного пористого слоя, насыщенного однокомпонентной жидкостью. Показано, что кризис механического равновесия при любых углах наклона слоя определяется трехмерными возмущениями в форме продольных валов. При этом обнаружено, что траектории жидких частиц внутри валов представляют собой эллипсы.

• Проведено масштабное трехмерное численное моделирование конвекции бинарных смесей в многослойных структурах, имитирующих реальные геологические складки. Установлено, что в зависимости от соотношения проницаемостей слоев формируются либо слабое сквозное течение, либо, при более высокой проницаемости слоев – продольные валы.

Основные результаты исследований диссертации прошли должную апробацию на авторитетных всероссийских и международных конференциях и опубликованы в ведущих

рецензируемых журналах из списков ВАК и Scopus. Содержание работы соответствует паспорту специальности 1.1.9 – «Механика жидкости, газа и плазмы».

К автореферату у рецензента имеется небольшое замечание. На рис. 5 (б, г), согласно подписи, изображены поля концентрации первой компоненты примеси, однако в указанных полях имеются отрицательные значения. Для улучшения понимания следовало бы указать иное название этой величины, например, «отклонение концентрации от равновесного значения» (что соответствовало бы формуле вертикальной стратификации перед рисунком). Можно также отметить наличие в автореферате несколько мелких опечаток и пунктуационных ошибок, не затрудняющих, впрочем, восприятия работы.

Даже с учетом высказанного замечания работа оставляет положительное впечатление. Судя по автореферату, диссертация Шубенкова Ивана Сергеевича представляет собой завершенное, самостоятельное научно-квалификационное исследование, обладающее высокой теоретической и практической ценностью. Можно констатировать, что представленная работа полностью удовлетворяет всем требованиям п. 9 «Положения о присуждении ученых степеней», предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор, Шубенков Иван Сергеевич, заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.1.9 – «Механика жидкости, газа и плазмы».

Доктор физико-математических наук (по специальности «Механика жидкости, газа и плазмы»), заведующий лабораторией электро- и гидродинамики микро- и наномасштабов Краснодарского филиала ФГОБУ ВО «Финансовый университет при Правительстве Российской Федерации» Демехин Евгений Афанасьевич

Адрес: 350051, Краснодарский край, г. Краснодар, ул. Шоссе Нефтяников, д. 32
Телефон: 8(861)215-63-60
E-mail: EADemehin@fa.ru

«09» ноября 2026 года

Я, Демехин Евгений Афанасьевич, даю согласие на включение своих персональных данных в документы, связанные с работой диссертационного совета и их дальнейшую обработку.

Подпись Демехина Евгения Афанасьевича заверяю:

Специалист по персоналу Н.Я. Пилунова