ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Шубенкова Ивана Сергеевича

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

Тема диссертационной работы связана с анализом конвективных течений жидкостей сложного состава в пористых слоях, с том числе в системах нескольких слоев, имитирующих геологические складки в условиях геотермального градиента температуры. Задача представляет не только научный, но и практический интерес, особенно в части приложения результатов к природным процессам миграции и формирования залежей углеводородов. В работе также анализируется вибрационное воздействие на неоднородно нагретую трёхкомпонентную жидкость в пористой среде и проводится сравнение параметров, определяющих условия возбуждения конвекции в отсутствие и при наличии высокочастотной вертикальной вибрации малой амплитуды в поле силы тяжести.

Работа включает три основные задачи. Одна из них посвящена конвекции трехкомпонентной смеси углеводородов с эффектом Соре в горизонтальном пористом слое при поперечном градиенте температуры в отсутствие и при наличии вертикальной вибрации. Вторая задача – изучению трехмерной гравитационной конвекции однокомпонентной жидкости в наклонном слое при постоянном вертикальном градиенте температуры. Третья задача – численному моделированию трехмерных конвективных течений бинарной смеси углеводородов с эффектом Соре в трехслойной пористой конфигурации, имитирующей геологическую складку. Исследованы разные по масштабу течения, охватывающие либо всю систему в случае близких по проницаемости слоев, либо течения, локализующиеся преимущественно во внутреннем, более проницаемом, слое в случае отличия его проницаемости от проницаемости внешних слоев на порядок и выше.

Получены новые интересные результаты. Они апробированы и представлены на различных российских и международных конференциях и опубликованы в высокорейтинговых научных журналах, индексируемых в Scopus, в том числе входящих в первый квартиль (Q1). Исследования, включенные в диссертационную работу, выполнялись в рамках научного проекта при поддержке Минобрнауки России.

Преимуществом работы является применение комплексного подхода к численному решению сложной конвективной задачи, который позволил поймать не только колебательные моды конвекции в линейном приближении, но и проанализировать трехмерные режимы конвекции в запороговой области параметров. Умение получить такие численные данные говорит о квалификации автора диссертационной работы. Интересны также результаты, представленные в размерных параметрах для конкретной смеси углеводородов (тетралин-додекан) в системе трех пористых слоев низкой проницаемости, имитирующих геологическую складку, что актуально в точки зрения геологических приложений.

В качестве небольших замечаний на автореферат можно выделить следующие:

1. В результате решения первой задачи диссертации автор получил незначительное влияние вертикальной вибрации, как на порог конвекции (его значение меняется всего на 4% при изменении вибрационного числа Рэлея-Дарси почти на порядок: С.12, Рис.4), так и на структуру течения и распределение концентрации примеси в запороговой области параметров (Рис.5). В автореферате не указывается, было ли произведено качественное сравнение полученных результатов с аналогичной ситуацией для двухкомпонентной смеси с эффектом Соре, образующей горизонтальный слой без пористой зоны или насыщающей пористый слой. Интересно также мнение автора о прогнозе воздействия горизонтальной вибрации на трёхкомпонентную жидкость, где эффект может быть более ярко выражен.

2. В третьей задаче расчет течений производится в размерных параметрах и в качестве критерия, при котором возникает конвекция, выбрана проницаемость. Необходимо обосновать выбор этого критерия по сравнению с другими возможными параметрами: толщиной слоев, перепадом температуры на границах системы и др. С точки зрения эксперимента подбор толщины или перепада температуры с целью достижения конвекции является более предпочтительным.

Несмотря на представленные замечания, в целом по актуальности темы, научной новизне, обоснованности, достоверности и практической значимости полученных результатов диссертационная работа «Конвекция одно- и многокомпонентных жидкостей в пористых слоях» соответствует требованиям действующего «Положения о Присуждении ученых степеней», ее автор, Шубенков Иван

Сергеевич, заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.1.9. – Механика жидкости, газа и плазмы.

доцент Центра прикладной математики и физики

Физико-математического института

Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Пермский государственный национальный исследовательский университет»

614990, г. Пермь, ул. Букирева, д. 15;

Тел. 8 (342) 239-62-38, https://psu.ru,

email: kolchanovaea@gmail.com

кандидат физико-математических наук по специальности

01.02.05 – Механика жидкости, газа и плазмы

Колчанова Екатерина Андреевна

Я, Колчанова Екатерина Андреевна, даю согласие на включение своих персональных данных в документы, связанные с работой диссертационного совета, и их дальнейшую обработку.

Колчанова Екатерина Андреевна

06.11.2026

Подпись Е. А. Колчановой удостоверяю

Секретарь Ученого совета ПГНИУ Е. П. Антропова