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

Представленная диссертация посвящена актуальной и фундаментально значимой проблеме механики жидкости и газа — исследованию конвекции одно- и многокомпонентных жидкостей в пористых средах. Работа выполнена на высоком научном уровне.

Актуальность темы не вызывает сомнений. Как справедливо отмечается в работе, реальные жидкости в природе и промышленности практически всегда многокомпонентны, а их поведение в пористых матрицах (геологических формациях, технологических установках) существенно отличается от поведения однокомпонентных систем. Особую ценность представляет изучение трехкомпонентных смесей и влияния внешних воздействий (вибраций, геометрии слоя), что имеет прямое прикладное значение для нефтегазовой отрасли, геотермальной энергетики и обеспечения экологической безопасности.

Научная новизна работы подтверждается пятью ключевыми положениями, выносимыми на защиту. Наиболее значимыми представляются обнаружение длинноволновой моды колебательной неустойчивости в трехкомпонентных смесях с эффектом Соре и детальный анализ влияния высокочастотных вибраций на порог конвекции. Автор корректно расширяет известные двумерные модели на трехмерный случай, выявляя нетривиальные траектории частиц жидкости в виде эллипсов и определяющую роль продольных валов в наклонных слоях.

Методологическая база исследования, включающая аналитические методы, прямое численное моделирование в Ansys Fluent и верификацию результатов, заслуживает высокой оценки. Результаты апробированы на авторитетных всероссийских и международных конференциях, а основные выводы опубликованы в рецензируемых журналах, индексируемых в Scopus и Web of Science.

На основании анализа текста автореферата можно сформулировать ряд замечаний.

1. На странице 9 указано, что эффект Дюфура (термодиффузионный поток, вызванный градиентом концентрации) пренебрежимо мал в жидких смесях. Однако в работе исследуются многокомпонентные углеводородные системы (додекан, изобутилбензол, тетралин), где перекрестные эффекты переноса могут быть нетривиально связаны. В автореферате, да и в диссертации тоже, не приведена оценка порядка величин коэффициентов Соре и Дюфура для рассматриваемых смесей на основе литературных данных или дополнительных расчетов. Полагаю, что такая оценка является важной для корректности постановки задач о многокомпонентной термодиффузии.

2. В автореферате неоднократно отмечается, что при повышенных надкритичностях наблюдаются гистерезис и переходы между режимами с различным количеством вихрей (стр. 11, 19). При этом численные расчеты нелинейных режимов в главах 1 и 2 проводились в двумерной постановке для полостей с фиксированным соотношением сторон (5:1 или 6:1). В таких геометрически ограниченных областях количество вихрей дискретно и зависит от размеров расчетной области, сетки и граничных условий. Насколько наблюдаемые гистерезисные переходы и бифуркационные сценарии являются свойством именно физической системы? Для подтверждения общности выводов можно было бы, например, проанализировать влияние размера расчетной области или периодических граничных условий, имитирующих бесконечный слой, на гистерезис.
3. Четкость и читаемость графического материала в электронных версиях автореферата и диссертации оставляет желать лучшего. В бумажной версии автореферата ряд рисунков в принципе не читается. Это ухудшает общее положительное представление о диссертации и автореферате.

Не смотря на высказанные замечания, автореферат Шубенкова Ивана Сергеевича «Конвекция одно- и многокомпонентных жидкостей в пористых слоях» отражает законченный научно-исследовательский труд, выполненный на высоком научном уровне. Содержание автореферата отражает содержание диссертации. Полученные автором результаты достоверны, выводы и заключения обоснованы. Диссертационная работа отвечает требованиям п.9 «Положения о присуждении ученых степеней», а ее автор, Шубенков Иван Сергеевич, заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.1.9 – Механика жидкости, газа и плазмы.

Доктор физ.-мат. наук (специальность 1.1.9 "Механика жидкости, газа и плазмы"), доцент, заведующий кафедрой общей физики факультета Прикладной математики и механики ФГАОУ ВО «Пермский национально исследовательский политехнический университет». 614990, Пермский край, г. Пермь, Комсомольский проспект, д.29, а. 251, paw@pstu.ru, +7 (342) 2-198-025

Перминов Анатолий Викторович
09.11.2026

Я, Перминов Анатолий Викторович, даю согласие на включение своих персональных данных в документы, связанные с работой диссертационного совета, и их дальнейшую обработку.

Подпись Перминова А.В.

ЗАВЕРЯЮ
Учёный секретарь
Учёного совета ПНИПУ
В.И. Макаревич
«9» 11 2026 г.