

## **ОТЗЫВ**

**на автореферат диссертации Мизева Алексея Ивановича**  
**«Тепловая и концентрационная конвекция Марангони в задачах**  
**с плоской и цилиндрической геометрией»**  
**на соискание ученой степени доктора физико-математических наук**  
**по специальности**  
**01.02.05 – Механика жидкости, газа и плазмы**

Диссертация Мизева Алексея Ивановича посвящена исследованию условий возникновения структуры и физических механизмов гидродинамической неустойчивости тепловой и концентрационной конвекции Марангони в плоских и цилиндрических областях для различных жидких систем.

Необходимость экспериментального изучения конвективных течений с границами раздела, их устойчивости, поверхностных механизмов течений, влияния поверхностно-активных веществ (ПАВ) и термокапиллярных сил на интенсивность и структуру течения продиктована часто решением актуальных задач, связанных с получением новых материалов, выращиванием кристаллов, очисткой полупроводниковых материалов, разработкой современных математических моделей конвекции и стремлением точно предсказывать поведение жидкости в условиях гравитационных полей различной интенсивности. Полученные на основе разработанных методов экспериментального исследования систематические экспериментальные результаты имеют фундаментальное значение для понимания процессов тепло- и массопереноса в системах жидкостей с межфазной границей, в создании экспериментальной базы данных, что уже позволило провести проверку существующих математических моделей, создало основу для разработки новых теоретических подходов.

Тематика диссертационной работы Мизева А.И. является актуальной, а результаты имеют как теоретическое, так и практическое значение. Известные результаты теоретических исследований процессов динамики и тепломассопереноса в

жидких средах с границами раздела и свободными границами предоставляют возможность сравнить экспериментальные результаты автора с теоретическими результатами. Так, в задачах о термокапиллярной конвекции показана возможность развития неустойчивости в виде поверхностных волн, которая была теоретически предсказана. Обнаруженный физический механизм возникновения колебательного режима конвективного течения в задаче о затопленном источнике слаборастворимого ПАВ привел к разработке теоретической модели; результаты показали количественное согласование с данными экспериментов. Продемонстрирован механизм неустойчивости конвективного течения в системах с сурфактантом, состоящий в асимметрии граничного условия на поверхности жидкости для потенциальной и вихревой составляющих скорости, что может быть использовано при теоретическом и численном моделировании таких систем. Экспериментальные результаты по взаимодействию термокапиллярного течения с адсорбированным слоем ПАВ в геометрии Хеле-Шоу привели к необходимости новых теоретических исследований, результаты которых демонстрируют отличное согласование с экспериментальными результатами. Обширная база экспериментальных данных и предложенный физический механизм аккумуляции твердых включений были использованы различными исследовательскими группами при верификации теоретических моделей и результатов численного моделирования.

Автор не только применял известные современные экспериментальные методики, но и разработал новые оригинальные методы и методики исследования, в частности, оптическую интерферометрию для визуализации распределения концентрации растворенной примеси применялась, светорассеивающие частицы, подсветку лазерным ножом для визуализации структуры течения, термоанемометрический датчик для локальных измерений скорости движения жидкости в сильно нестационарных потоках, оптический метод сканирующей щели для измерения профиля поверхности жидкости и т.д.

Автореферат емко отражает весь спектр проведенных автором исследований и полученных результатов, дает полное представление об актуальности и сложности изучаемых явлений, о разработанных и применяемых для исследования экспериментальных методах. Перечислим кратко те положения, которые представлены к защите. (1) Автором установлен наиболее опасный тип неустойчивости тепловой (гравитационной) конвекции и конвекции Марангони от затопленного локализованного источника тепла с непроницаемыми границами – поверхностные волны. (2) Структура

и устойчивость тепловой конвекции названного выше источника тепла в модели полубесконечного слоя жидкости определяется граничным условием на поверхности источника; наибольший потенциал устойчивости наблюдается при проникаемом источнике тепла. (3) В задаче о затопленном локализованном источнике ПАВ колебательный или стационарный режим конвективного движения определяется соотношением вкладов гравитационного и концентрационно-капиллярного механизмов. (4) Основной причиной неустойчивости конвективного течения в системах жидкостей с границей раздела, содержащей сурфактант, является асимметрия граничных условий для потенциальной и вихревой составляющих вектора скорости. (5) Структура термокапиллярного течения на поверхности с нерастворимым сурфактантом определяется величиной параметра, характеризующего изменение поверхностного натяжения под влиянием концентрационного и теплового механизмов Марангони. Найдена зависимость положения застойной точки от величины названного параметра (параметра упругости). (6) Измерение скорости термокапиллярного течения в области застойной зоны используется для расчета коэффициента поверхностной диффузии сурфактанта. (7) Установлено, что причиной стабилизации неустойчивости Бенара-Марангони и возникновения приповерхностных типов неустойчивости плоского горизонтального слоя жидкости под действием наклонного градиента температуры является деформация поперечного профиля температуры за счет термокапиллярного течения. (8) Установлено, что основным механизмом и необходимым условием формирования аккумуляционных структур в колебательном режиме термокапиллярной конвекции в жидком мостике являются поперечный дрейф частиц в сдвиговом потоке и резонансная корреляция орбитального движения частицы и азимутального движения гидротермической волны. (9) Исследовано, что аккумуляция твердых включений термокапиллярным течением в жидком мостике является гравитационно-независимым явлением, которое наблюдается в условиях микрогравитации.

Отмечу, что Мизев А.И. заслуженно считается одним из авторитетнейших специалистов в области механики жидкостей и газов в стране и за рубежом. Подтверждением тому являются и его блестящие результаты, опубликованные в солидных научных журналах, и его интереснейшие доклады на международных и всероссийских конференциях. Считаю, что диссертационная работа «Тепловая и концентрационная конвекция Марангони в задачах с плоской и цилиндрической геометрией» имеет важное научное и прикладное значение, удовлетворяет всем

требованиям Положения «О присуждении ученых степеней», а ее автор – Мизев Алексей Иванович – заслуживает присуждения ученой степени доктора физико-математических наук по специальности 01.02.05 – Механика жидкости, газа и плазмы.

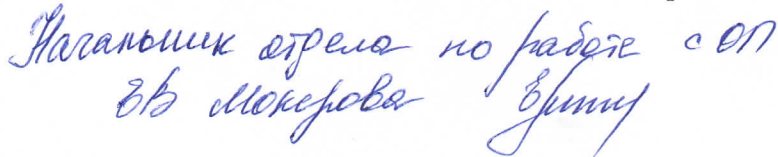
Профессор, д.ф.-м.н.



О.Н. Гончарова

1. Фамилия, имя, отчество – Гончарова Ольга Николаевна
2. Наименование организации – федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Алтайский государственный университет» (АлтГУ)
3. Должность, ученая степень – профессор, доктор физико-математических наук
4. Почтовый адрес – 656049, г. Барнаул, пр. Ленина, д. 61, Алтайский государственный университет
5. Телефон, e-mail – (3852) 36-70-67; [gon@math.asu.ru](mailto:gon@math.asu.ru)

Подпись Гончаровой Ольги Николаевны заверяю



Я, Гончарова Ольга Николаевна, даю согласие на включение своих персональных данных в документы, связанные с работой диссертационного совета, и их дальнейшую обработку.



28.01.2019