

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ
ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ
ИНСТИТУТ ПРОБЛЕМ МЕХАНИКИ
им. А.Ю. ИШЛИНСКОГО
РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК
(ИПМех РАН)**

пр. Вернадского, д.101, к.1, г. Москва, 119526
Тел. (495) 434-00-17 Факс 8-499-739-95-31
ОКПО 02699323, ОГРН 1037739426735
ИНН/КПП 7729138338/772901001

25.03.2015 № 11504/01-2171.1-163

На № _____

“УТВЕРЖДАЮ”

Зам. директора
Института проблем механики
им. А.Ю. Ишлинского РАН
член-корр. РАН



С.Т. Суржикоов

« 25 » марта 2015

ОТЗЫВ

ведущей организации на диссертацию К.А. Бушуевой «Деформация горизонтального слоя феррожидкости на жидкой подложке в магнитном поле», представленную на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.02.05 – механика жидкости, газа и плазмы

Развитие техники и технологий в конце XX века существенно расширили класс жидкостей, исследования течений которых представляют и научный, и практический интерес. К ним относятся многокомпонентные, стратифицированные среды, суспензии, эмульсии, смеси в полях внешних сил различной природы (гравитационных, центробежных, магнитных, электрических). Значительный импульс развитию гидродинамики сложных жидкостей придал интерес к изучению течений, содержащих наноразмерные включения.

Появление жидкостей с наноразмерными частицами расширило класс доступных для изучения сред и одновременно увеличило число методов количественного и качественного моделирования на первый взгляд разнородных явлений, существенно отличающихся собственными свойствами. В ряду современных работ, расширяющих возможности традиционной гидродинамики, находится и рецензируемая работа К.А. Бушуевой «Деформация горизонтального слоя феррожидкости на жидкой подложке в магнитном поле», посвященная изучению поведения многослойных ферромагнитных жидкостей во внешних полях.

Основное внимание в работе уделяется изучению геометрии фигур равновесия, а также трансформации горизонтального слоя феррожидкости и упорядочен-

капельные системы под действием магнитного поля. Тема работы, как части фундаментальных научных исследований, имеющих в перспективе практические приложения, несомненно, **актуальна**. Важно отметить оригинальность постановки работы, что во многом предопределило характер исследований и методы анализа результатов.

Анализ содержания диссертации.

Диссертация состоит из введения, четырех глав, заключения, списка литературы (125 наименований).

Во введении показана актуальность и новизна исследования, сформулирована цель диссертации, представлено краткое содержание работы; перечислены полученные новые результаты, описано их практическое значение. Ранее структуры двухслойных систем на основе феррожидкости в магнитном поле целенаправленно экспериментально не исследовались.

В первой главе кратко описаны основные свойства магнитных жидкостей, актуальные задачи и современные методы изучения поведения магнитных жидкостей в полях внешних сил. Выполнен обзор существующих экспериментальных и теоретических работ, посвященных исследованию деформации капель и пузырьков воздуха в объеме феррожидкости. Изложены современные представления о неустойчивости поверхности плоского слоя магнитной жидкости в ортогональном магнитном поле.

К достоинствам этой части работы следует отнести четкость анализа публикаций, выделение групп тематически близких исследований, обоснование постановки работы. В то же время не обсуждаются математические вопросы моделирования изучаемых явлений, среди которых на первом этапе исследований интерес представляют энергетические оценки.

Во второй главе экспериментально изучены условия возникновения и существования устойчивого разрыва слоя феррожидкости на жидкой подложке. Исследовано влияние различных физико-химических свойств выбранных пар жидкостей на критические параметры разрыва. Показано, что условия возникновения и существования разрыва слоя феррожидкости аналогичны условиям для гомогенных жидкостей.

Экспериментально исследовано действие касательного магнитного поля на устойчивый разрыв горизонтального слоя феррожидкости, приводящий к изменению его формы. Определены критические условия формирования разрыва, прослежены зависимости геометрических параметров центральной области, от физических пара-

метров задачи (величины поля, толщин слоев жидкости, размера кюветы и др.). Отдельный цикл исследований посвящен изучению деформации пузырьков воздуха в слое феррожидкости в небольшой кювете.

Приятное впечатление производит высокое качество фотографий и скрупулезность обработки данных. Автор справедливо замечает возможность использования изучаемого процесса для тестирования различных моделей процессов.

Несколько смазывает благоприятное впечатление от этого раздела работы простота представления экспериментальных данных (в размерных единицах) и отсутствие общего анализа геометрий жидкости с учетом эффектов поверхностного натяжения на всех контактных границах, включая стенки кюветы, а также эффектов стратификации.

В третьей главе приводятся интересные результаты работы по регистрации распада сплошного слоя феррожидкости в продольном неоднородном магнитном поле на расположенные симметрично компактные образования сложной формы. Простота геометрии структуры открывает определенные возможности практического использования наблюдаемого явления.

Недостаток данной части работы – отсутствие физического и математического анализа динамики установления наблюдаемых структур.

В то же время детали геометрии структур, включая форму отдельных элементов, размеры и расположение, описаны недостаточно полно. В целом данная глава производит хорошее впечатление в силу четкости экспериментальных результатов.

В четвертой главе приведены интересные эксперименты по изучению распада слоя феррожидкости на капельные структуры в вертикальном однородном магнитном поле. Представляет интерес обнаружение самого факта распада слоя жидкости на геометрически совершенные элементы, собирающиеся в регулярные структуры, и определение различных геометрических параметров в зависимости времени. Здесь объем экспериментальных данных наиболее полный, что позволило сравнить данные наблюдений с ранее выполненными теоретическими исследованиями по устойчивости слоя ферромагнитной жидкости в магнитном поле.

В заключение диссертации сформулированы основные результаты работы.

Внимательное чтение диссертации позволяет сделать обоснованный вывод о новизне основных полученных результатов. С близкими по содержанию работами проведено корректное разграничение содержания исследований.

Достоверность результатов подтверждается устойчивой воспроизводимостью наблюдаемых эффектов и согласием некоторых результатов опытов с ранее выполненными работами.

Основные результаты исследований были представлены на российских и международных конференциях различного уровня, опубликованы в 36 работах, из них 5 – в журналах из списка ВАК и Web of Science

Диссертация и автореферат написаны ясным научным языком, хорошо иллюстрированы. Автореферат отражает содержание диссертации. Название работы отражает ее сущность.

Диссертация соответствует специальности 01.02.05 – «Механика жидкости, газа и плазмы». Отмеченные недостатки не ставят под сомнение результаты и не влияют на общую положительную оценку работы.

В целом рецензируемая диссертация К.А. Бушуевой, посвященная экспериментальному исследованию распада ферромагнитных жидкостей на отдельные элементы, формирующие регулярную структуру, является завершенным оригинальным научным исследованием, имеющей важное научное и прикладное значение, удовлетворяет всем требованиям «Положения о порядке присуждения ученых степеней», а ее автор Кристина Андреевна Бушуева, несомненно, заслуживает присуждения степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.02.05 – механика жидкости, газа и плазмы.

Отзыв рассмотрен и утвержден на научном семинаре "Механика жидкости" лаборатории Механики жидкостей Института проблем механики им. А.Ю.Ишлинского РАН от 20 февраля 2015 года (протокол заседания № 106).

Зав. Лабораторией
механики жидкостей ИПМех РАН
доктор физико-математических наук, профессор

 Ю.Д. Чашечкин

Старший научный сотрудник ИПМех РАН,
кандидат физико-математических наук



В.Г. Байдулов