

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА Д 004.012.01 НА БАЗЕ
ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО БЮДЖЕТНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ
НАУКИ ИНСТИТУТА МЕХАНИКИ СПЛОШНЫХ СРЕД УРАЛЬСКОГО
ОТДЕЛЕНИЯ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК ПО ДИССЕРТАЦИИ НА
СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ КАНДИДАТА НАУК

аттестационное дело № _____

решение диссертационного совета от 16.04.2015 № 92

О присуждении Бушуевой Кристине Андреевне, гражданке России, ученой степени кандидата физико-математических наук.

Диссертация «Деформация горизонтального слоя феррожидкости на жидкой подложке в магнитном поле» по специальности 01.02.05 «Механика жидкости, газа и плазмы» принята к защите 29.01.2015, протокол № 90 диссертационным советом Д 004.012.01 на базе Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института механики сплошных сред Уральского отделения Российской академии наук, 614013, г. Пермь, ул. Академика Королева, д. 1, утвержденным приказом Минобрнауки России от 11.04.2012 № 105/нк.

Соискатель Бушуева Кристина Андреевна 1985 года рождения, в 2007 году окончила Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Пермский государственный педагогический университет». Диссертация выполнена в лаборатории гидродинамической устойчивости Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института механики сплошных сред Уральского отделения Российской академии наук.

Научный руководитель – кандидат физико-математических наук Костарев Константин Геннадьевич, заведующий лабораторией гидродинамической устойчивости Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института механики сплошных сред Уральского отделения Российской академии наук.

Официальные оппоненты:

Иванова Алевтина Алексеевна, д.ф.-м.н., профессор, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Пермский государственный гуманитарно-педагогический университет», ведущий научный сотрудник лаборатории вибрационной гидромеханики;

Сморозин Борис Леонидович, д.ф.-м.н., профессор, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Пермский государственный национальный исследовательский университет», профессор кафедры физики фазовых переходов, дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация: Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт проблем механики им. А.Ю. Ишлинского Российской академии наук, г. Москва, в своем положительном заключении, подписанным Чашечкиным Ю. Д., доктором физико-математических наук, профессором, зав. лабораторией механики жидкостей ИПМех РАН, Байдуловым В. Г., кандидатом физико-математических наук, старшим научным сотрудником ИПМех РАН и утвержденном зам. директора ИПМех РАН чл.-корр. РАН Суржиковым С.Т. указала, что диссертация, посвященная экспериментальному исследованию процесса распада слоя магнитной жидкости на отдельные элементы, образующие регулярную структуру, является завершенным оригинальным научным исследованием, имеющим важное научное и прикладное значение. Диссертация полностью соответствует требованиям Положения о порядке присуждения ученых степеней, предъявляемых к кандидатским диссертациям, а ее автор заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.02.05 «Механика жидкости, газа и плазмы».

Соискатель имеет 36 опубликованных работ по теме диссертации, из них 5 – в рецензируемых научных изданиях (в журналах, рекомендуемых ВАК). В работах экспериментально изучены равновесные конфигурации, возникающие в результате деформации сплошного горизонтального слоя феррожидкости конечной толщины со свободно деформируемыми границами и такого же слоя с устойчивым разрывом поверхности под действием магнитных полей различной пространственной ориентации. Определены условия возникновения и существования устойчивого разрыва слоя магнитной жидкости, продемонстрирована возможность его создания и закрытия с помощью магнитного поля. Исследованы упорядоченные системы капель, возникающие при распаде слоя феррожидкости под действием вертикального магнитного поля. Большая часть работ выполнена в соавторстве, с определяющим вкладом соискателя. Наиболее значительные работы:

1. Bushueva, С.А. Deformation of a layer of ferrofluid, lying on a liquid substrate, subjected to the action of the magnetic field / С.А. Bushueva, К.Г. Kostarev, А.В. Lebedev // *Physics Procedia*, an e-journal of the Elsevier's. – 2010. – Vol. 9. – P. 205–209.

2. Бушуева, К.А. Поведение слоя феррожидкости с устойчивым разрывом поверхности под действием тангенциально направленного магнитного поля / К.А. Бушуева, К.Г. Костарев // *Изв. РАН. МЖГ.* – 2011. – № 5. – С. 42–51. == Bushueva К.А., Kostarev К.Г. Behavior of a ferrofluid layer with stable surface rupture subjected to a tangential magnetic field // *Fluid Dynamics* Vol. 46, N. 5. – P. 707–714.

3. Bushueva, С.А. Evolution of a ferrofluid floating layer under the influence of an in-homogeneous magnetic field / С.А. Bushueva, К.Г. Kostarev, А.В. Lebedev // *Magnetohydrodynamics.* – 2011. – Vol. 47. – No. 2. – P. 207–212.

4. Bushueva, C.A. Deformation of gas bubbles and stable ruptures in a horizontal layer of ferrofluid under the action of the magnetic field / C.A. Bushueva, K.G. Kostarev // *Magnetohydrodynamics*. – 2013. – Vol. 49. – No. 1. – P. 3–10.

5. Bushueva, C.A. Drop structures formed by ferrofluid in the uniform magnetic field // *Magnetohydrodynamics*. – 2013. – Vol. 49. – No. 2. – P. 191–195.

На диссертацию и автореферат поступили отзывы: от оппонентов и ведущей организации.

1. Положительный отзыв официального оппонента Ивановой Алевтины Алексеевны. В отзыве указывается, что существенных замечаний по диссертации нет, однако отмечаются некоторые неточности и стилистические ошибки в тексте, такие как использование одного обозначения для различных физических величин, недостаточность описания, затрудняющая понимание результатов, разные стили оформления.

2. Положительный отзыв официального оппонента Смородина Бориса Леонидовича. Оппонент указывает на то, что в тексте диссертационной работы не отмечено, какими внутренними свойствами феррожидкостей обусловлены их различия в поверхностном натяжении, динамической вязкости и начальной магнитной восприимчивости при одинаковой плотности. В тексте диссертации не отмечено, что понимается под термином «скорость деформации пузырьков» (стр. 52). Оппонент отмечает, что при анализе эволюции структур магнитной жидкости (стр. 62, рис. 3.6) было бы нагляднее изобразить график зависимости магнитного поля от времени, на котором отмечены точки, соответствующие различным стадиям разрыва слоя магнитной жидкости. На стр.75-76 и рис. 4.9 остается неясным, что понимается под термином «диаметр капли» – это средний или максимальный диаметр. Оппонент замечает, что при нумерации рисунков главы 2 пропущен рис. 2.4.

3. Положительный отзыв ведущей организации. В отзыве указывается, что в первой главе не обсуждаются математические вопросы моделирования изучаемых явлений, среди которых на первом этапе исследований интерес представляют энергетические оценки. Отмечается простота представления экспериментальных данных (в размерных единицах) во второй главе 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 отсутствует физический и математический анализ динамики установления наблюдаемых структур.

На автореферат поступило 6 положительных отзывов, из них 4 отзыва – без замечаний от: Иванова А.О., д.ф.-м.н., профессора, заместителя проректора по науке, заведующего кафедрой математической физики Уральского федерального университета им. Б.Н. Ельцина; Зубарева А.Ю., д.ф.-м.н., профессора, главного научного сотрудника кафедры математической физики Уральского

федерального университета им. Б.Н. Ельцина; Зубарева Н.М., д.ф.-м.н., профессора, ведущего научного сотрудника лаборатории нелинейной динамики Института электрофизики УрО РАН; Ингеля Л.Х., д.ф.-м.н., ведущего научного сотрудника Института экспериментальной метеорологии ФГБУ НПО «Тайфун»;

2 отзыва с замечаниями от: Люшнина А.В., к.ф.-м.н., доцента, доцента кафедры теоретической физики и компьютерного моделирования Пермского государственного гуманитарно-педагогического университета; Цаплина А.И., д.т.н., профессора, заведующего кафедрой общей физики Пермского национального исследовательского политехнического университета.

В качестве замечаний отмечено следующее: в тексте автореферата ничего не говорится о толщине жидкой подложки, которая существенно определяет динамику развития двухслойной системы «феррожидкость – жидкая подложка»; также при чтении автореферата возник вопрос об оценке погрешностей проведения экспериментов.

В отзывах отмечено, что диссертация выполнена на достаточно высоком научном уровне, тема работы является актуальной, результаты имеют высокую научную ценность и практическую значимость, вносят крупный вклад в решение фундаментальных вопросов гидродинамики магнитных жидкостей.

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается известностью их теоретических и экспериментальных исследований в области механики жидкостей, устойчивости гидродинамических систем с границей раздела.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

разработаны экспериментальные методики создания устойчивого разрыва слоя феррожидкости (магнитной жидкости), а также управления конфигурацией разрыва и его линейными размерами;

получены экспериментальные данные по изменению формы изначально горизонтального слоя магнитной жидкости на жидкой подложке в магнитных полях различной ориентации;

доказано существенное уменьшение критической напряжённости поля, вызывающего неустойчивость слоя феррожидкости, при замене твёрдой подложки на жидкую;

предложено эмпирическое соотношение, описывающее на основе единого критерия относительное удлинение пузырьков воздуха в объёме феррожидкости и разрыва её слоя на жидкой подложке в продольном магнитном поле;

введено понятие «устойчивый разрыв слоя магнитной жидкости на жидкой подложке». **Теоретическая значимость исследования** вытекает из того, что в

работе: а) собран массив экспериментальных данных для описания устойчивого разрыва слоя феррожидкости в магнитном поле; б) продемонстрирована аналогия между деформацией немагнитных капель и пузырьков воздуха в магнитной жидкости и деформацией разрыва в продольном поле, в) установлена зависимость пространственного периода в упорядоченной системе капель феррожидкости от скорости изменения магнитного поля.

Применительно к проблематике диссертации результативно (эффективно, то есть с получением обладающих новизной результатов) использованы комплекс методов компьютерной обработки видео- и фотоинформации, а также экспериментальные методики создания пространственных структур феррожидкости;

изложены результаты верификации теоретических моделей, описывающих деформацию свободной и межфазной поверхностей магнитной жидкости в магнитных полях различной ориентации;

раскрыты особенности формирования упорядоченных систем капель феррожидкости на жидкой подложке;

изучена связь между геометрическими параметрами устойчивого разрыва и степенью его деформации, с одной стороны, и толщиной слоя феррожидкости, её магнитными свойствами, размерами кюветы и напряженностью поля, с другой стороны;

расширены существующие представления о неустойчивости поверхности плоского слоя магнитной жидкости в магнитном поле, ортогональном слою.

Значение полученных соискателем результатов исследования для практики подтверждается тем, что:

разработана методика создания устойчивого разрыва слоя магнитной жидкости с помощью неоднородного вертикального магнитного поля, и закрытия под действием однородного горизонтально направленного поля;

создана экспериментальная установка для формирования устойчивого разрыва, предложена и апробирована методика управления размерами и положением разрыва в пространстве;

экспериментально определены условия возникновения и существования устойчивого разрыва горизонтального слоя магнитной жидкости на жидкой подложке; изучены упорядоченные системы капель феррожидкости, возникающие при распаде слоя конечной толщины под действием магнитного поля;

представлены предложения по применению результатов работы для разработки датчиков и элементов установок, использующих изменение формы поверхности феррожидкости под действием внешнего магнитного поля.

Оценка достоверности результатов исследования выявила, что:

идея диссертационной работы базируется на представлении о том, что

тойчивый разрыв слоя немагнитной жидкости возникает как результат действия внешних сил, а его геометрия и размеры определяются характером и величиной этих сил;

экспериментальные исследования проводились с использованием оборудования, обеспечивающего хорошую воспроизводимость результатов;

использованы современные методы регистрации и обработки экспериментальных данных;

установлено качественное и количественное соответствие экспериментальных результатов, полученных автором, с теоретическими и экспериментальными данными, имеющимися в литературе;

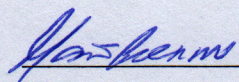
Личный вклад соискателя состоит в разработке экспериментальной установки, изготовлении кювет и проведении экспериментов, обработке полученных результатов и их первичном анализе; в участии соискателя в подготовке и написании всех публикаций по теме диссертации.

Диссертация охватывает основные вопросы поставленной научной задачи (проблемы) и соответствует критерию внутреннего единства, что подтверждается наличием последовательного плана исследования, доказанным качественным и количественным согласием результатов эксперимента и существующих на сегодняшний день теоретических моделей.

На заседании 16 апреля 2015 г. диссертационный совет принял решение присудить Бушуевой К.А. ученую степень кандидата физико-математических наук.


При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 18 человек, из них 9 докторов наук по специальности рассматриваемой диссертации, участвовавших в заседании, из 20 человек, входящих в состав совета, дополнительно введены на разовую защиту 0 человек, проголосовали: за 18, против 0, недействительных бюллетеней 0.

Председатель
диссертационного совета

 Матвеенко В.П.

Ученый секретарь
диссертационного совета
16.04.2015 г.



 Березин И.К.