

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА 24.2.435.01,
СОЗДАННОГО НА БАЗЕ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО
БЮДЖЕТНОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО
ОБРАЗОВАНИЯ «ЮГО-ЗАПАДНЫЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»,
МИНОБРНАУКИ РОССИИ, ПО ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ
СТЕПЕНИ КАНДИДАТА НАУК

аттестационное дело № _____

решение диссертационного совета от 23.05.2024 г. № 5

О присуждении Шельдешовой Елене Владимировне, гражданке Российской Федерации, ученой степени кандидата физико-математических наук.

Диссертация «Динамика и свойства магнитной жидкости при механических, температурных и магнитных воздействиях» по специальности 1.3.8. Физика конденсированного состояния принята к защите 27.02.2024 года (протокол заседания № 1) диссертационным советом 24.2.435.01, созданным на базе федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Юго-Западный государственный университет», Минобрнауки России, адрес: 305040, г. Курск, ул. 50 лет Октября, 94, приказ о создании диссертационного совета № 714/нк от 02.11.2012 г.

Соискатель Шельдешова Елена Владимировна, 13 августа 1992 года рождения. В 2016 году окончила Юго-Западный государственный университет (г. Курск) по направлению подготовки 28.04.01 «Нанотехнологии и микросистемная техника», квалификация магистр. В настоящее время обучается в аспирантуре на очной форме обучения в Юго-Западном государственном университете (срок окончания обучения – сентябрь 2024 г.). Справка о сдаче кандидатских экзаменов выдана в 2023 г. В период с 2021 года по настоящее время работает старшим преподавателем кафедры нанотехнологий, микроэлектроники, общей и прикладной физики в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Юго-Западный государственный университет», а также в должности младшего научного сотрудника регионального центра нанотехнологий по совместительству.

Диссертация выполнена на кафедре нанотехнологий, микроэлектроники, общей и прикладной физики федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Юго-Западный государственный университет», Минобрнауки России.

Научный руководитель – Ряполов Петр Алексеевич, доктор физико-математических наук, доцент, декан естественно-научного факультета федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Юго-Западный государственный университет».

Официальные оппоненты:

1. Райхер Юрий Львович, доктор физико-математических наук, профессор, главный научный сотрудник лаборатории динамики дисперсных систем Института механики сплошных сред Уральского отделения Российской академии наук – филиала федерального государственного бюджетного учреждения науки Пермского

федерального исследовательского центра Уральского отделения Российской академии наук, г. Пермь;

2. Ерин Константин Валерьевич, доктор физико-математических наук, доцент, профессор кафедры экспериментальной физики физико-технического факультета федерального государственного образовательного учреждения высшего образования «Северо-Кавказский федеральный университет», г. Ставрополь

дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация – федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина»; г. Екатеринбург в своем положительном отзыве, утвержденном проректором по науке ФГАОУ ВО «УрФУ имени первого Президента России Б.Н. Ельцина», доктором физико-математических наук, профессором Германенко А. В., подписанном заведующей кафедрой теоретической и математической физики ФГАОУ ВО «УрФУ имени первого Президента России Б.Н. Ельцина» доктором физико-математических наук, доцентом Елфимовой Е. А. указала, что диссертационная работа Шельдешовой Елены Владимировны «Динамика и свойства магнитной жидкости при механических, температурных и магнитных воздействиях» в целом представляет оригинальный научный труд, в котором содержатся результаты комплексного исследования динамики магнитной жидкости и бидисперсных систем на ее основе в цилиндрической оболочке в условиях механических и магнитных воздействий при изменении напряженности магнитного поля от 150 до 1000 кА/м и температуры от 5 до 60 °С и установлены особенности динамики системы «магнитная жидкость – газовая полость», ограниченной цилиндрической оболочкой с капиллярами различного диаметра, в магнитном поле кольцевого постоянного магнита, совокупность которых можно квалифицировать как научное достижение, имеющее существенное значение для развития физики конденсированных сред, что соответствует всем требованиям, включая п. 9, «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного Постановлением Правительства РФ от 24.09.2013 N 842, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук, а ее автор, Шельдешова Елена Владимировна, заслуживает присуждения искомой ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.8. – Физика конденсированного состояния.

Соискатель имеет 34 опубликованные работы по теме диссертации, из них 12 работ в изданиях, рекомендованных ВАК РФ.

Наиболее значимые научные работы по теме диссертации:

1. Ryapolov P. A. Temperature and field dependences of magnetic fluid's shear viscosity: Decoupling inputs from a carrier fluid and magnetic nanoparticles / P. A. Ryapolov, E. V. Shel'deshova, E. B. Postnikov // Journal of Molecular Liquids. – 2023. – V. 382. – P. 121887.

2. Shel'deshova E. Dynamics of Magnetic Fluids and Bidisperse Magnetic Systems under Oscillatory Shear / E. Shel'deshova, A. Churaev, P. Ryapolov // Fluids. – 2023. – V. 8. – №. 2. – P. 47.

3. Polunin V. M. Damping of an Oscillatory System with Incomplete Sealing of the

Air Cavity by Magnetic Fluid / V. M. Polunin, P. A. Ryapolov, E. V. Shel'deshova, G. V. Karpova, V. M. Paukov // Magnetohydrodynamics. – 2020. – V. 56. – №. 4. – P. 377-392.

4. Ryapolov P. A. An alternative way to study magnetic fluid magnetization and viscosity / P. A. Ryapolov, V. M. Polunin, E. V. Shel'deshova // Journal of Magnetism and Magnetic Materials. – 2020. – V. 496. – P. 165924.

5. Шельдешова Е. В. Демпфирование колебательной системы с неполной герметизацией воздушной полости магнитной жидкостью / Е. В. Шельдешова, А. А. Чураев, Н. М. Игнатенко, Ю. А. Неручев, П. А. Ряполов // Известия Юго-Западного государственного университета. Серия: Техника и технологии. – 2023. – Т. 13. – № 3. – С. 128–145.

6. Шельдешова Е. В. Динамика магнитных жидкостей и бидисперсных магнитных систем при колебательных сдвигах / Е. В. Шельдешова, П. А. Ряполов, А. Г. Рекс, А. В. Трепачев // Известия Юго-Западного государственного университета. Серия: Техника и технологии. – 2022. – Т. 12. – №. 3. – С. 130-146.

7. Шельдешова Е. В. Динамика магнитных жидкостей, подвергающихся колебательному сдвигу / Е. В. Шельдешова, А. А. Чураев, И. А. Шабанова, П. А. Ряполов // Известия Юго-Западного государственного университета. Серия: Техника и технологии. – 2021. – Т. 11. – №. 4. – С. 137-148.

8. Полуниин В. М. Вязкость магнитной жидкости при колебаниях в сильном магнитном поле / В. М. Полуниин, П. А. Ряполов, А. И. Жакин, Е. В. Шельдешова // Акустический журнал. – 2019. – Т. 65. – №. 4. – С. 477-483.

9. Shel'deshova E. V. Dynamics of Levitated Volume of the Composite Bidisperse Magnetic System / E. V. Shel'deshova, A. A. Churaev, I. Y. Sutarina, A. V. Trepachev, P. A. Ryapolov // 2023 Seminar on Digital Medical and Environmental Systems and Tools (DMEST). – IEEE, 2023. – P. 133-135.

10. Shel'deshova E. V. Dynamics of Magnetic Fluids Undergoing Oscillatory Shear / E. V. Shel'deshova, A. A. Churaev, P. A. Ryapolov // 2022 Conference of Russian Young Researchers in Electrical and Electronic Engineering (ElConRus). – IEEE, 2022. – P. 1082-1085.

11. Shel'deshova E. V. Dynamics of Magnetic Fluid Cylinder in Inhomogeneous Magnetic Field / E. V. Shel'deshova, V. M. Polunin, A. A. Churaev, P. A. Ryapolov // Journal of Physics: Conference Series. – IOP Publishing, 2021. – V. 1945. – №. 1. – P. 012052.

12. Polunin V. M. Viscosity of Magnetic Fluid in Oscillation System in a Strong Magnetic Field / V. M. Polunin, P. A. Ryapolov, A. I. Zhakin, E. V. Shel'deshova // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. – IOP Publishing, 2019. – V. 581. – №. 1. – P. 012017.

На диссертацию и автореферат поступили 11 отзывов от:

1. доктора физико-математических наук, профессора Райхера Юрия Львовича, главного научного сотрудника лаборатории динамики дисперсных систем Института механики сплошных сред Уральского отделения Российской академии наук – филиала федерального государственного бюджетного учреждения науки Пермского федерального исследовательского центра Уральского отделения Российской академии наук, *отзыв положительный*. Имеются замечания: (1) На

стр. 71 читаем: «В сильном поперечном магнитном поле трубка, открытая с обоих концов, заполненная магнитной жидкостью, приобретает форму, близкую к цилиндрической». Хотелось бы понять, что это значит на самом деле; (2) Надписи на рисунках, находящихся на стр. 14, 23, 24, 48, 49, 112, 113, 118, 120, 123, 125 пояснительные надписи и/или обозначения единиц измерения даны на английском языке. Это небольшая погрешность, если бы эти рисунки воспроизводили графику только из собственных работ автора. Однако это не так: как минимум, часть рисунков взята из работ других авторов, процитированных в тексте. Логично было бы повторить эти указания и в подписях к рисункам; (3) Использование специфических терминов не помогает ясности изложения. Что означает понятие «минимальный полезный объём [видимо, кластера наночастиц]» на стр. 102? Наверняка, можно было изложить мысль в более понятном виде; (4) На странице 131 за формулой (5.3) следует формула номер (4), за которой идёт формула (5.5). Чистая опечатка.

2. доктора физико-математических наук, доцента Ерина Константина Валерьевича, ведущего научного сотрудника, профессора кафедры экспериментальной физики Северо-Кавказского федерального университета, *отзыв положительный*. Имеются замечания: (1) В таблице 2.1 автор приводит характеристики исследуемых образцов. Среди образцов есть три магнитных жидкости типа магнетит в керосине (МЖ-1, МЖ-2 и МЖ-3). Образец МЖ-2 имеет наибольшую концентрацию магнетита – 19 %, но при этом наименьшую вязкость при комнатной температуре. Образец МЖ-1 имеет почти вдвое меньшую концентрацию – 11 %, но при этом в полтора раза большую вязкость. С чем связаны такие различия, противоречащие известным формулам для зависимости вязкости дисперсных систем от концентрации дисперсной фазы? (2) Автором исследуются бидисперсные системы, представляющие собой магнитную жидкость с наночастицами магнетита с добавлением более крупных субмикронных частиц размером около 300 нм. Такие частицы уже не являются однодоменными, и величина их магнитного момента сложным образом зависит от размера и напряженности поля. Чем был вызван выбор размера частиц именно в 300 нм? (3) На стр. 102 автор пишет «В малоцентрированных образцах приращение вязкости составляет порядка 3 %, а в исходных (неразбавленных образцах) порядка 7 % ...». При этом из рис. 4.10 видно, что для всех представленных на нем образцов изменение вязкости при воздействии поля изменение вязкости значительно более сильное, так для МЖ-1 и МЖ-2.1 это изменение превышает 10 раз. Какое изменение вязкости имеется в виду и какова его физическая природа? (4) В работе автор неоднократно упоминает на стр. 99, 102, 127, 149, что эффект изменения вязкости в магнитном поле объясняется межчастичными взаимодействиями в концентрированных образцах, и образованием агрегатов в них. При этом не приводится оценок величины эффекта по классической теории магнитовязкого эффекта в магнитных жидкостях, не содержащих агрегатов. Возможно, магнитовязкий эффект в исследуемых системах можно будет объяснить и без учета образования агрегатов, но с принятием во внимание, например, полидисперсности образцов? (5) На стр. 137 автор выводит аналитическое выражение для зависимости

коэффициента затухания от радиуса капилляра для системы «магнитная жидкость – газовая полость» и находит условие экстремума этой зависимости. К сожалению, физический смысл условия экстремума автор не разъясняет. Это не позволяет в полной мере понять физический механизм и управляющие параметры изучаемого явления.

3. доктора физико-математических наук, доцента Елфимовой Екатерины Александровны, заведующей кафедрой теоретической и математической физики ФГАОУ ВО «УрФУ имени первого Президента России Б.Н. Ельцина» – ведущая организация, *отзыв положительный*. Имеются замечания: (1) На с. 65 в таблице 2.1 указаны физические параметры образцов, в том числе максимальный и минимальный магнитный момент феррочастиц. В сериях образцов МЖ1, МЖ3, МЖ4 максимальный магнитный момент убывает, а минимальный магнитный момент возрастает при разбавлении образцов. В серии образцов МЖ2 изменение максимального магнитного момента имеет немонотонную зависимость при разбавлении образцов. Все это свидетельствует об агрегационных процессах, которые происходят в процессе разбавления образцов. Можно ли тогда утверждать, что образцы в одной серии имеют одинаковый гранулометрический состав? (2) На с. 123 на рисунке 4.28 наблюдается убывание вязкости образцов с ростом скорости вращения в нулевом магнитном поле даже при высокой температуре. Традиционно, уменьшение вязкости магнитных жидкостей связывают с разрушением структур магнитных частиц. Однако в отсутствие поля и при высокой температуре магнитные частицы в образцах не должны формировать агрегаты, поэтому физическая причина убывания вязкости с ростом скорости вращения не совсем понятна. (3) В диссертации предложен метод измерения вязкости колебательным образом. Как известно, вязкость жидкости зависит от градиента скорости течения. В ходе колебаний градиент скорости течения жидкости меняется. Какому градиенту (минимальному, максимальному, среднему) соответствуют представленные в диссертации результаты измерений вязкости? Насколько корректно проводить измерения колебательным образом?

4. доктора физико-математических наук Авдеева Михаила Васильевича, начальника сектора лаборатории нейтронной физики Международной межправительственной организации «Объединенный институт ядерных исследований», *отзыв положительный*. Замечаний нет.

5. доктора физико-математических наук Старинского Сергея Викторовича, старшего научного сотрудника федерального государственного бюджетного учреждения науки Института Теплофизики им. С.С. Кутателадзе СО РАН, *отзыв положительный*. Замечаний нет.

6. доктора физико-математических наук, профессора Рекса Александра Георгиевича, профессора кафедры ЮНЕСКО «Энергосбережение и возобновляемые источники энергии» Белорусского национального технического университета, *отзыв положительный*. Замечаний нет.

7. доктора технических наук, профессора Казакова Юрия Борисовича, научного руководителя проблемной научно-исследовательской лаборатории прикладной феррогидродинамики, профессора кафедры «Электромеханика»

федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Ивановский государственный энергетический университет имени В.И. Ленина» и кандидата технических наук, доцента Нестерова Сергея Александровича, заведующего кафедрой «Электромеханика» федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Ивановский государственный энергетический университет имени В.И. Ленина», *отзыв положительный*. Имеются замечания: (1) Бидисперсные системы, полученные добавлением в МЖ достаточно крупных магнетитовых микрочастиц размером $d_{ср} = 300$ нм с массовой долей до 10 %, становятся менее стабильными.

8. доктора физико-математических наук, профессора Смородина Бориса Леонидовича, профессора кафедры физики фазовых переходов федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Пермский государственный национальный исследовательский университет», *отзыв положительный*. Замечаний нет.

9. доктора технических наук, доцента Калаевой Сахибы Зияддин кзы, заведующей кафедрой «Охрана труда и природы» федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Ярославский государственный технический университет», *отзыв положительный*. Имеются замечания: (1) Из текста автореферата непонятно почему для исследований выбран температурный предел 5-60 °С ?

10. доктора физико-математических наук, профессора Налетовой Веры Арсеньевны, ведущего научного сотрудника научно-исследовательского института механики МГУ имени М. В. Ломоносова, *отзыв положительный*. Замечаний нет.

11. доктора физико-математических наук, доцента Белоножко Дмитрия Федоровича, профессора кафедры микроэлектроники и общей физики федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Ярославский государственный университет им. П.Г. Демидова», *отзыв положительный*. Замечаний нет.

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обуславливается их авторитетностью и компетентностью в области физики конденсированного состояния.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

разработаны экспериментальные методики и установки, позволившие установить закономерности динамики магнитной жидкости и бидисперсных систем на ее основе в условиях пространственного ограничения, на примере частной реализации в виде цилиндрической оболочки при механических, температурных и магнитных воздействиях;

предложены описания механизмов, влияющих на динамику колебательной системы на основе магнитной жидкости, ограничивающей газовую полость с капиллярами различного диаметра, в цилиндрической оболочке в поле кольцевого постоянного магнита;

введены и апробированы методы определения вязкости магнитной жидкости, основанные на прямом измерении частоты колебаний магнитной жидкости и

расчете по формуле Гельмгольца.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:

доказаны методики, вносящие расширение представлений о влиянии внутренней структуры магнитной жидкости на динамику ее сдвиговых колебаний в магнитном поле;

применительно к проблематике диссертации результативно использован комплекс созданных экспериментальных установок по исследованию взаимосвязи физических свойств, внутренней структуры, динамики магнитных жидкостей и систем на ее основе при механических и температурных воздействиях на них в условиях пространственного ограничения;

изложены экспериментальные доказательства влияния несвязанных поверхностно-активных веществ в магнитной жидкости на магнитовязкий эффект;

раскрыта роль параметров сдвиговых колебаний в магнитовязком эффекте;

изучены механизмы, определяющие динамику колебаний системы «магнитная жидкость – газовая полость» в поле кольцевого постоянного магнита;

проведена модернизация экспериментальной установки и методики для исследования динамики магнитной жидкости, находящейся в условиях пространственного ограничения в виде цилиндрической оболочке, при магнитных, температурных и механических воздействиях.

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

определены новые взаимосвязи физических свойств, структуры и динамики магнитной жидкости и бидисперсных систем на ее основе в магнитном поле, при механических и температурных воздействиях в условиях пространственного ограничения;

разработаны и внедрены новые методы для исследования структурирования магнитной жидкости в тонком пристеночном слое в зависимости от напряженности магнитного поля и температуры, влияющие на ее вязкость;

представлены перспективы практического использования колебательной системы «магнитная жидкость – газовая полость» в качестве физической модели магнитожидкостного амортизатора;

создана экспериментальная установка и разработан метод для исследования динамики магнитной жидкости в условиях пространственного ограничения при комбинированных магнитных, температурных и механических воздействиях.

Оценка достоверности результатов исследования выявила:

экспериментальные результаты получены на сертифицированном специализированном оборудовании с воспроизводимостью получаемых результатов в различных условиях;

использована расчетная модель конфигурации магнитного кольцевого магнита, верифицированная полученными экспериментальными зависимостями;

установлено обоснованное качественное и количественное совпадение полученных данных с выводами и результатами других авторов.

Личный вклад соискателя состоит в: постановке большей части задач, разработке методов исследования, предложенных и обсужденных совместно с

научным руководителем. Основные теоретические и экспериментальные результаты, обработка полученных экспериментальных данных получены лично автором или при его непосредственном участии. Автор внес значительный вклад в написание статей, раскрывающих содержание работы, непосредственно участвовал как докладчик на конференциях и семинарах при апробации научных результатов. Анализ и интерпретация полученных результатов, выводы и научные положения, выносимые на защиту, сформулированы автором лично.

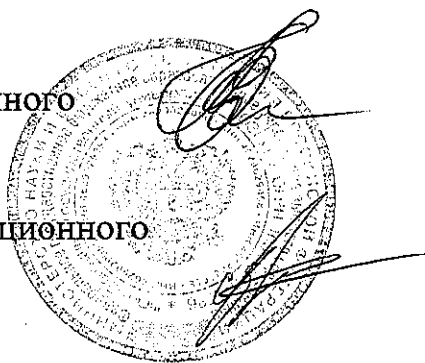
В ходе защиты диссертации были высказаны следующие критические замечания: недостаточно полное описание особенностей эксперимента в ходе доклада, неточность оформления задач и выводов работы, недостаточно полный анализ внешних факторов, влияющих на динамику системы.

Соискатель ответила на задаваемые ему вопросы и аргументировала выбор методики проведения эксперимента по исследованию динамики объема магнитной жидкости в магнитном поле, обосновала корректность поставленных задач и полученных результатов, привела обзор влияния внешних воздействий на динамику системы.

На заседании 23 мая 2024 года диссертационный совет принял решение: за успешное решение важной научной задачи, направленной на установление взаимосвязи физических свойств, внутренней структуры, динамики магнитной жидкости и бидисперсных систем на ее основе в магнитных полях при механических и температурных воздействиях на них в условиях пространственного ограничения, имеющие значение для развития физики конденсированного состояния, присудить Шельдешовой Елене Владимировне ученую степень кандидата физико-математических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 13 человек, из них – 5 докторов наук по специальности 1.3.8. Физика конденсированного состояния, участвовавших в заседании, из 15 человек, входящих в состав совета, проголосовали: за – 13, против – 0, недействительных бюллетеней – нет.

Председатель диссертационного
совета 24.2.435.01



Кузьменко Александр
Павлович

Ученый секретарь диссертационного
совета 24.2.435.01

Кочура Алексей
Вячеславович

«23» мая 2024 г.