

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ОБЪЕДИНЁННОГО ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА
99.0.057.02 НА БАЗЕ ТАДЖИКСКОГО НАЦИОНАЛЬНОГО
УНИВЕРСИТЕТА МИНОБРНАУКИ РЕСПУБЛИКИ ТАДЖИКИСТАН,
ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКОГО ИНСТИТУТА им. С.У. УМАРОВА
АКАДЕМИИ НАУК РЕСПУБЛИКИ ТАДЖИКИСТАН ПО ДИССЕРТАЦИИ
НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ ДОКТОРА НАУК

аттестационное дело № _____

решение диссертационного совета от 4 апреля 2023 г., № 2

О присуждении Зарифзода Афзалшоху Кахрамону, гражданину Республики Таджикистан, учёной степени доктора физико-математических наук.

Диссертация «Молекулярная теория релаксационных процессов, динамических вязкоупругих и акустических свойств магнитных жидкостей» по специальности 1.3.8. – физика конденсированного состояния принята к защите 27 декабря 2022 г., протокол №16, диссертационным советом 99.0.057.02 на базе Таджикского национального университета Минобрнауки Республики Таджикистан, 734025, Душанбе, пр. Рудаки 17, Физико-технического института им. С.У. Умарова НАН Таджикистана, 734063, Душанбе, пр. Айни, 299, приказом Рособнадзора №622/нк от 7 ноября 2014 г.

Соискатель Зарифзода А.К., 1980 года рождения, в 2003 г. с отличием окончил Таджикский национальный университет по специальности «физик, преподаватель». В 2009 г. защитил кандидатскую диссертацию в совете при Таджикском национальном университете.

В период подготовки диссертации соискатель Зарифзода А.К. обучался в очной докторантуре и работал в должности доцента кафедры теоретической физики Таджикского национального университета. В настоящее время работает доцентом названной кафедры.

Диссертация выполнена на кафедре теоретической физики Таджикского национального университета.

Научный консультант – Комилов Косим, доктор физико-математических наук, профессор кафедры теоретической физики Таджикского национального университета.

Официальные оппоненты:

Ряполов Петр Алексеевич – доктор физико-математических наук, доцент, декан естественно-научного факультета Юго-Западного государственного университета (Россия),

Пшеничников Александр Федорович – доктор физико-математических наук, профессор, главный научный сотрудник лаборатории «Динамики дисперсных систем» Института механики сплошных сред Уральского отделения Российской академии наук,

Абулхаев Владимир Джалолович – доктор химических наук, профессор, главный научный сотрудник лаборатории коррозионностойких материалов Института химии им. В.И. Никитина НАН Таджикистана дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация – Лаборатория нейтронной физики им. И.М. Франка Объединенного института ядерных исследований в своём положительном отзыве, подписанном начальником сектора нейтронной оптики, доктором физико-математических наук Авдеевым М.В. и утвержденном Директором Лаборатории нейтронной физики им. И.М. Франка Лычагиным Е.В., утверждает:

По объему, актуальности, научной новизне, практической значимости и достоверности полученные результаты диссертационной работы Зарифзода Афзалшоха Кахрамона «Молекулярная теория релаксационных процессов, динамических вязкоупругих и акустических свойств магнитных жидкостей» соответствует критериям, установленным пунктами 9-14 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденным постановлением Правительства Российской Федерации за № 842 от 24.09.2013 г., а сам автор заслуживает присуждения ему ученой степени доктора физико-математических наук по специальности 1.3.8. – физика конденсированного состояния.

По материалам диссертации опубликовано 45 научных трудов, в том числе 15 статей в рецензируемых изданиях, включая 13 статей в журналах, входящих в перечень ВАК РФ, 30 статей в сборниках трудов конференций.

Наиболее значимые работы по теме диссертации:

1. Одинаев С., Комилов К., **Зарипов А.** Зависимость коэффициентов вязкости магнитных жидкостей от параметров состояния // Журнал физической химии, 2010.–Т.84.–№7.–С.1368–1371.
2. Одинаев С., Комилов К., **Зарипов А.** О коллективных колебаниях в магнитных жидкостях // Доклады Академии наук Республики Таджикистан, 2011.–Т.54.–№3.–С.194–200.
3. Комилов К., **Зарипов А.** О коэффициентах вязкости электропроводящих магнитных жидкостей // Вестник Таджикского национального университета. Серия естественных наук, 2014.–№1/3(134).–С.62–66.
4. Комилов К., **Зарипов А.** О частотной дисперсии коэффициентов вязкости и модулей упругости электропроводных магнитных жидкостей // Вестник Таджикского национального университета. Серия естественных наук, 2018.–№3.–С.130–136.
5. Комилов К., **Зарипов А.**, Убайди А. Частотная дисперсия коэффициента сдвиговой вязкости и магнитовязкий эффект в магнитных жидкостях // Журн. физ. Химии, 2020.–Т94.–№8.–С.1279–1284.
6. Комилов К., **Зарипов А.**, Убайди А. Об объемной вязкости магнитных жидкостей // Вестник Таджикского национального университета. Серия естественных наук, 2021.–№1.–С.121–135.
7. **Зарипов А.**, Убайди А. О зависимости вязкости магнитных жидкостей от концентрации магнитных частиц, температуры и магнитного поля // Журнал физической химии, 2021.–Т95.–№10.–С.1594–1601.
8. **Зарипов А. К.** О динамических коэффициентах вязкости и релаксационных процессах в магнитных жидкостях // Коллоидный журнал, 2021.–Т.83.–№4.–С.412–422.
9. **Зарипов А. К.** Упругие свойства магнитных жидкостей // Коллоидный

журнал, 2021.–Т.83.–№6.–С.634–643.

10. Комилов К., **Зарифзода А.К.** Релаксационные процессы и вязкоупругие свойства электропроводных магнитных жидкостей // Вестник Таджикского национального университета. Серия естественных наук, 2022.–№ 3.– С.195–212.

На автореферат диссертации поступили отзывы от:

1. ВНС Института цифрового развития Северо-Кавказского федерального университета, доктора физ.-мат. наук, профессора Лебедева В.И. Отзыв положительный. Замечаний нет.
2. Профессора кафедры теоретической физики и квантовой электроники Самаркандского государственного университета им. Ш. Рашидова, доктора физ.-мат. наук Ибадова Р.М. Отзыв положительный. Имеются замечания: 1) автореферат перегружен многими сложными формулами и мало внимание уделено обсуждению полученных результатов; 2) было бы полезным указать какие методы применялись при проведения численных расчетов; 3) на графиках рис. 8 дается ссылка на работу [14], также рис. 20, [15], но в цитированных литературах этих литератур не обнаружил.
3. Доцента кафедры физической электроники Московского государственного университета им. М.В. Ломоносова, доктора физ.-мат. наук Двинина С.А. Отзыв положительный. Имеются замечания: 1) в работе численные расчеты проводятся для значений частот 10^{12} Гц и выше. Однако нет объяснения, какому физическому процессу соответствует такие частоты; 2) в автореферате диссертации приведены много формул, однако не всегда дается расшифровка входящих в них величин, что делает работу трудно воспринимаемой.
4. Заведующего кафедрой общей физики КНИТУ-КАИ, доктора физ.-мат. наук, профессора Тимеркаева Б.А. Отзыв положительный. Имеется следующее замечание: В качестве пожелания следует отметить, что было бы желательно учесть эффект агрегации магнитных частиц, приводящий к образованию цепочечных или иных гетерогенных структур.

5. Заведующего лабораторией комплексных геофизических исследований Института геологии, сейсмостойкого строительства и сейсмологии НАН Таджикистана, доктора физ.-мат. наук, профессора Каримова Ф.Х. Отзыв положительный. Замечаний нет.
6. И.О. профессора кафедры теплотехники и теплоэнергетики Таджикского технического университета им. М.С. Осими, доктора технических наук Зариповой М.А. Отзыв положительный. Имеются замечания: 1) было бы полезно провести сравнение результатов расчетов частотных зависимостей коэффициентов переноса и модулей упругости, изменяющихся по степенному закону с данными, полученными методами компьютерного моделирования; 2) уровень работы снижают ряд стилистических и грамматических опусок.
7. Профессора кафедры математической физики Уральского Федерального университета им. Б.Н.Ельцина, доктора физ.-мат. наук, профессора Зубарева А.Ю. Отзыв положительный. Имеются замечания: 1.К сожалению, автору не удалось представить свои результаты в компактном виде, удобном для использования коллегами, в частности, экспериментаторами, не владеющими довольно сложным математическим аппаратом статистической физики; 2.Трудно понять, согласуются ли результаты автора при малых концентрациях частиц в отсутствие поля с классической формулой Эйнштейна для вязкости суспензий твердых сфер, а в присутствии поля – с полученными ранее результатами для разбавленных магнитных жидкостей (см., например, М.И.Шлиомис, Магнитные жидкости. УФН, (1974), Т.112, № 3.-С. 127). Отметим, что в этих теориях зависимость вязкости магнитной жидкости от концентрации - линейная. 3.На рис. 3–5 проводится сравнение развиваемой теории с данными эксперимента при диаметрах частиц в модели равных 3.5 и 5 нм. Соответствует ли это реальным магнитным жидкостям? 4.На стр.20 автореферата отмечено «Учет диполь-дипольного взаимодействия феррочастиц позволил обнаружить магнитореологическис эффекты в

исследуемых магнитных жидкостях». Означает ли это, что развиваемая модель не описывает магнитореологических эффектов в линейном по концентрации приближении? Известно, что для проявления магнитовязких свойств достаточно взаимодействия одиночной частицы с внешним полем (М.И.Шлиомис, УФН, 1974; Р.Розенцвейг, Феррогидродинамика. М.Мир. 1989). 5.Поскольку речь идет о магнитных жидкостях и магнитореологических эффектах, хотелось бы видеть более подробные расчеты для магнитовязких эффектов и их сопоставление с экспериментами. 6.На рис. 8 есть ссылка на работу [14], в то время как в списке цитированной литературы - 13 работ.

8. Профессора кафедры оптики и спектроскопии Института инженерной физики Самаркандского госуниверситета, доктора физ.-мат. наук Жумабаева А. Отзыв положительный замечаний нет.

Выбор официальных оппонентов и Ведущей организации обосновывается тем, что:

официальный оппонент – доцент Ряполов П.А. является авторитетным учёным в области гидродинамики и акустики магнитных жидкостей. За последние 5 лет им издано более 30 статей по близкой тематике в российских и зарубежных журналах, получено 4 патента РФ.

официальный оппонент – профессор Пшеничников А.Ф. является признанным специалистом в области физики и реологии магнитных жидкостей. Является автором более 200 научных трудов в ведущих российских и зарубежных журналах. За последние 5 лет им опубликовано более 15 работ по близкой тематике в ведущих научных изданиях.

официальный оппонент– профессор Абулхаев В.Дж. является известным специалистом в области физики и химии сплавов магнитных систем. Автор более 200 работ в таджикской и российской печати. За последние год им опубликовано 10 научных трудов в рецензируемых научных изданиях.

Ведущая организация– Объединенный институт ядерных

исследований в лице Лаборатории нейтронной физики им. И.М. Франка является одним из ведущих российских научных центров по исследованию структуры и динамики конденсированных сред, включая наносистемы, функциональные материалы, сложные жидкости и полимеры. Научными сотрудниками университета за последние 5 лет опубликовано свыше 150 научных статей по тематике диссертации в российских и зарубежных изданиях.

Официальные оппоненты не имеют совместных проектов и совместных публикаций с соискателем. Ведущая организация не имеет договорных отношений с соискателем.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

-разработана новая теоретическая модель обобщенной гидродинамики для многокомпонентной неэлектропроводящих и электропроводящих магнитных жидкостей на основе метода статистической теории;

-обобщены уравнения Смолуховского для бинарных плотностей частиц многокомпонентных неэлектропроводящих и электропроводящих магнитных жидкостей и найдены их общие решения. Показано, что функции Грина, являющиеся фундаментальными решениями однородного уравнения Смолуховского, медленно меняются со временем по степенному закону, совпадающему с дальневременными асимптотиками автокорреляционных функций, а механизм перестройки структуры системы является диффузионным;

-обобщена и развита кинетическая теория вязкоупругих и акустических свойств неэлектропроводящих и электропроводящих магнитных жидкостей с учетом трансляционной и структурных релаксационных процессов;

-предложены аналитические выражения для динамических коэффициентов сдвиговой и объемной вязкости и соответствующих им сдвиговой и объемной модулей упругости многокомпонентных неэлектропроводящих и

электропроводящих магнитных жидкостей, выражающиеся посредством равновесных параметров системы;

-установлено, что область частотной дисперсии коэффициентов вязкости и модулей упругости неэлектропроводящих и электропроводящих магнитных жидкостей является широкой, что обусловлено медленным изменением функций Грина.

-доказано, что с увеличением концентрации магнитных частиц и значения напряженности внешнего магнитного поля коэффициенты вязкости и модули упругости магнитных жидкостей нелинейно увеличиваются, возрастание температуры приводит к их нелинейному уменьшению. Полученные выражения для коэффициентов вязкости демонстрируют существование сильного магнитовязкого эффекта, наблюдаемого в экспериментах;

-установлено, что область частотной дисперсии скорости распространения и коэффициенты поглощения сдвиговых и магнитозвуковых волн имеют широкую область релаксации, совпадающую с результатами нелокально-диффузионной теории;

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:

-доказано, что релаксация сдвиговой вязкости и сдвигового модуля упругости в магнитной жидкости является как трансляционной, так и структурной. Релаксация объемной вязкости и объемного модуля упругости в магнитной жидкости является только структурной;

-применительно к проблематике диссертации результативно использован метод кинетических уравнений для разработки молекулярной теории динамических процессов в магнитной жидкости;

-изложены аналитические выражения для скорости распространения и коэффициента поглощения сдвиговых и магнитозвуковых волн, учитывающие анизотропию распространения волн в магнитных жидкостях;

-раскрыто, что при низких частотах коэффициенты вязкости стремятся к статическим значениям по закону $\omega^{1/2}$. Объемный модуль упругости

стремится к значению статического адиабатического объемного модуля упругости, а сдвиговой модуль упругости к нулю по закону $\omega^{3/2}$. При высоких частотах динамические коэффициенты объемной и сдвиговой вязкости стремятся к нулю по закону ω^{-1} , а модули упругости не зависят от частоты и переходят к выражениям высокочастотных модулей упругости.

-установлено, что полученные выражения для коэффициентов вязкости и модулей упругости адекватно описывают свойства магнитных жидкостей, как при малых, так и при высоких концентрациях магнитных частиц и результаты расчетов согласуются с литературными данными.

Практическая значимость результатов подтверждается тем, что выражения для коэффициентов вязкости и модулей упругости магнитных жидкостей позволяют прогнозировать их физические свойства в широком диапазоне концентраций магнитных частиц, анализировать характер изменения их свойств под действием магнитного поля, что открывает новые возможности для применения управляемых магнитожидкостных систем в технических устройствах. Выражения для скорости распространения и коэффициента поглощения сдвиговых и магнитозвуковых волн могут быть использованы при обработке экспериментальных данных по акустическим параметрам магнитных жидкостей, для объяснения причин анизотропии акустических параметров в системе. Результаты используются в образовательном процессе при чтении лекций по теоретической физике, физике конденсированного состояния и молекулярной физике.

Достоверность результатов исследования подтверждается тем, что предложенная теория построена с использованием современных методов теоретической физики, в частности, метода кинетических уравнений. Установлено обоснованное качественное, количественное совпадение полученных данных с теоретическими моделями и опытными результатами других авторов.

Личный вклад автора состоит в выборе научного направления, постановке задач исследования, разработке молекулярной теории релакса-

ционных процессов, динамических вязкоупругих и акустических свойств магнитных жидкостей, непосредственном участии в получении исходных аналитических выражений, проведении расчётов, анализе и интерпретации результатов, их апробации, подготовке основных публикаций к печати.

В ходе защиты диссертации были высказаны следующие критические замечания: необходимость учета резонансных явлений при соизмеримости длины звуковых волн и размеров частиц, различный характер кривых зависимости скорости звука от напряженности магнитного поля для нескольких частот.

Соискатель Зарифзода А. К. исчерпывающе ответил на задаваемые ему в ходе заседания вопросы и привел собственную аргументацию выбранных им решений научной проблемы.

На заседании 4 апреля 2023 года диссертационный совет принял решение: за разработку теоретических положений молекулярной теории релаксационных процессов, динамических вязкоупругих и акустических свойств магнитных жидкостей, совокупность которых можно квалифицировать как научное достижение для соответствующей отрасли знаний, присудить Зарифзода Афзалшоху Кахрамону учёную степень доктора физико-математических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 17 человек, из них 5 докторов наук по специальности 1.3.8. – физика конденсированного состояния, участвовавших на заседании, из человек, входящих в состав совета, проголосовали: за – 17, против – нет, недействительных бюллетеней – нет.

Председатель

диссертационного совета

Учёный секретарь

диссертационного совета

04.04.2023 г.



Солихов Д.К.

Табаров С.Х.