

Отзыв

официального оппонента на диссертационную работу Шоайдарова Насратшо Бороншоевича «Молекулярно-статистическое исследование динамических вязкоупругих свойств одноатомных и многоатомных жидкостей», представленную на соискание учёной степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.8 - физика конденсированного состояния.

Актуальность темы диссертационной работы.

Вещества в жидким состоянии очень широко распространены и используются во множестве технических устройств. Важнейшим характерным свойством жидкостей является их текучесть, поэтому для осуществления практических приложений жидкостей чрезвычайно важно иметь подробные знания вязкоупругих свойств жидкостей.

При технической эксплуатации в естественных условиях, жидкости подвергаются различного рода внешним воздействиям, и в большинстве случаев находятся в неравновесном динамическом состоянии. Исследования показывают, что свойства и значения вязкоупругих параметров жидкостей, при высокочастотных динамических процессах существенно отличаются от их аналогичных свойств при медленных и равновесных процессах и зависят, как от частоты внешнего возмущения, так и от природы происходящих в них внутренних релаксационных процессов.

Адекватное описание динамических вязкоупругих свойств жидкостей, учитывающее происходящие в жидкостях внутренние релаксационные процессы, связанные с особенностями молекулярной структуры, можно успешно реализовать только на основе использования строгих методов статистической теории жидкого состояния.

Исходя из этого, обобщение и развитие молекулярно-статистической теории динамических процессов в жидких системах, изучение и анализ механизмов, происходящих в них внутренних релаксационных процессов, определение вклада последних в динамические вязкоупругие свойства жидкостей в широком диапазоне изменения параметров состояния и частоты внешнего возмущения является актуальной задачей теории жидкого состояния и представляет собой основное содержание настоящей диссертационной работы.

Оценка содержания диссертации и её завершённость

Рецензируемая диссертация включает все необходимые разделы и состоит из введения, четырёх глав, заключения и списка цитированной литературы. Диссертация изложена на 123 страницах машинописного текста, включая 20 рисунков, 12 таблиц и список литературы из 128 наименований.

Во введении обоснована актуальность темы исследования, определены цели и задачи диссертационной работы, проанализирована степень изученности исследуемых в диссертации проблем, сформулированы научная новизна и практическая значимость полученных результатов.

В первой главе проанализирована литературная информация по исследованию вязкоупругих свойств жидкостей. Основное внимание удалено тем экспериментальным и теоретическим работам, в которых изучаются вклады термических релаксационных процессов в вязкоупругие свойства жидкостей.

Во второй главе приведены основные понятия и принципы статистического

описания сложных жидких систем. Рассматривается жидккая система, состоящая из N одинаковых, жёстких молекул произвольной формы с массой m и моментом инерции $I_{\alpha\beta}$. Полагается, что такие молекулы имеют только поступательные и вращательные степени свободы, и их движение можно описать законами классической физики. Для определения положения таких несферических молекул в фазовом пространстве используются наборы декартовых и угловых координат.

Неравновесное состояние жидккой системы в фазовом пространстве описывается набором динамических величин, уравнения изменения которых во времени имеют вид законов сохранения. Усреднением уравнений баланса для этих динамических величин по соответствующему статистическому ансамблю получаются уравнения обобщённой гидродинамики, позволяющие исследовать динамические процессы переноса в рассматриваемой модели жидкости.

В качестве динамических переменных, характеризующих неравновесное состояние жидкости, были выбраны динамическая плотность числа молекул, внутренней энергии, компонент тензоров переноса импульса и момента импульса молекул. В рамках локально-равновесного статистического ансамбля, при пренебрежении вкладами диффузионных и термоупругих свойств жидкости в их вязкоупругие свойства, была получена система уравнений обычной гидродинамики. Определены аналитические выражения для 8 модулей упругости, обусловленных поступательными и вращательными степенями свободы молекул, а также взаимодействиями этих степеней свободы.

В третьей главе определены релаксационные источники и сформулированы уравнения обобщённой гидродинамики для исследования динамических вязкоупругих свойств жидкостей асимметричных молекул. Проведён детальный анализ происходящих в жидкости релаксационных процессов. Показано, что все характерные времена релаксации, определяемые системой уравнений обобщённой гидродинамики, могут быть определены тремя основными характерными временами, а именно, временами трансляционной, вращательной и обменной (перекрестной) релаксации. Для Фурье-образов тензоров напряжений, обусловленных поступательными и вращательными степенями свободы молекул и взаимодействиями этих степеней свободы, получена замкнутая система уравнения обобщённой (релаксационной) гидродинамики, позволяющая исследовать динамические вязкоупругие свойства жидкостей асимметричных молекул.

В качестве иллюстрации применения этой системы уравнений, сделано упрощение для таких жидких систем, в которых обмен энергией между одинаковыми степенями свободы происходит быстрее, чем обмен энергией между различными степенями свободы. Упрощённое выражение для Фурье-образа тензора напряжения, обусловленного поступательными степенями свободы молекул, когда определяющую роль играют трансляционные релаксационные процессы, используется для описания динамических вязкоупругих свойств простых одноатомных жидкостей. Результаты численного расчёта зависимости времени трансляционной релаксации, коэффициента внутреннего трения, динамических коэффициентов вязкостей и динамических модулей упругости жидкого аргона от температуры, плотности и частоты проявляют удовлетворительные согласия с экспериментальными результатами.

В четвёртой главе упрощённые с учётом особенностей структуры жидкостей, где обмен энергией между различными степенями свободы происходит быстрее, чем обмен энергией между одинаковыми степенями свободы молекул, применяется для описания динамических вязкоупругих свойств многоатомных жидкостей. Показано, что в динамические вязкоупругие свойства многоатомных жидкостей вносят вклад все основные релаксационные три процесса, но определяющим является обменный между поступательными и вращательными степенями свободы молекул.

Установлено, что в отличие от одноатомных жидкостей в многоатомных жидкостях имеет место как минимум две релаксационные области. Рассмотрено асимптотическое поведение динамических коэффициентов вязкостей и соответствующих им динамических модулей упругости в областях предельно высоких и предельно низких частот. Показано, что при низкочастотных динамических процессах вязкоупругие свойства жидкостей определяются низкочастотными значениями коэффициентов вязкостей, а при высокочастотных процессах высокочастотными значениями модулей упругости.

На основе анализа и сопоставления с результатами численных расчётов показано, что в определении закономерности зависимости динамических вязкоупругих параметров жидкостей от изменения термодинамических параметров состояния определяющую роль играет потенциальная энергия взаимодействия молекул.

Выводы и заключение обоснованы и отражают содержание глав диссертации и научных публикаций. По результатам диссертации опубликованы 19 научных работ (4 из которых в журналах из перечня ВАК РФ). Автореферат и публикации достаточно полно отражают основное содержание диссертации. Выделенные в качестве научной новизны и научно-практической значимости результаты диссертации также соответствуют содержанию глав диссертации и научных публикаций.

Замечания и предложения.

В качестве замечаний по диссертации следует отметить следующее:

1. Во второй главе при описании динамики несферических молекул отмечено, что третий закон Ньютона для момента силы взаимодействия несферических молекул не выполняется (форм. (2.3)). Однако в дальнейшем это соотношение используется.

2. Было бы целесообразно, проанализировать, полученные в конце второй главы выражения для упругих коэффициентов, а также провести численные расчеты их зависимости от температуры и плотности.

3. В первой главе утверждается, что значение характерного времени трансляционной релаксации меньше, чем значение характерного времени вращательной релаксации. В четвёртой главе, при исследовании релаксационных процессов в полярных жидкостях, утверждается обратное.

4. Автореферат в некоторых местах перегружен трудно воспринимаемыми формулами. На мой взгляд, было бы интереснее привести обсуждение физических процессов, описываемых ими, и сравнить вклад разных процессов при различных параметрах сред.

5. По-видимому, можно было бы более широко обсудить результаты экспериментальных работ по исследованию методами неупругого рассеяния нейтронов

характера индивидуального и коллективного движения в конденсированных средах, и сопоставить их с полученными в диссертации результатами.

Указанные недостатки работы ни в коей мере не умаляют её достоинств, проявляющихся в адекватном использовании сложного классического метода статистической механики - метода кинетических уравнений для функций распределения. Подкупает актуальность выбранных сложных, но чрезвычайно востребованных в жизни, и технике объектов, в отношении использования которых ранее пользовались феноменологическими, ограниченными по применимости соотношениями.

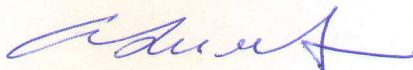
Заключение

В целом рецензируемая диссертационная работа представляет собой завершённую научную работу по конкретной актуальной теме и удовлетворяет требованиям, предъявляемые к кандидатским диссертациям. Встречающиеся в диссертации весьма незначительные стилистические, орфографические и технические упущения не снижают научную и практическую значимость полученных в диссертации результатов.

Исходя из вышеизложенного, можно сказать, что диссертация Шоайдарова Насратшо Бороншоевича «Молекулярно-статистическое исследование динамических вязкоупругих свойств одноатомных и многоатомных жидкостей», представленная на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.8 – физика конденсированного состояния выполнена на высоком научном уровне, выводы аргументированы, полученные результаты достоверны и оригинальны. Считаю, что её автор Шоайдаров Насратшо Бороншоевич заслуживает присуждения ему искомой учёной степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.8 – Физика конденсированного состояния

Официальный оппонент:

доктор физико-математических наук, доцент, профессор кафедры статистической физики Санкт-Петербургского государственного университета (СПбГУ)



Ульянов Сергей Владимирович

«10» января 2023г.

Почтовый адрес: 198504, Санкт-Петербург, ул. Ульяновская 1, СПбГУ, НИИФ им. В.А. Фока, корп. "И", 4 этаж, комн. 447

Телефон: +7 812 428-45-15

E-mail: s.ulyanov@spbu.ru



Личную подпись
C. B. Ульянова
заверяю
И.О. начальника отдела кадров №3
И.И. Константина

10.01.2023

Документ подготовлен
в порядке исполнения
трудовых обязанностей

Текст документа размещен
в открытом доступе
на сайте СПбГУ по адресу
<http://spbu.ru/science/expert.htm>

Сведения об официальном оппоненте

по диссертации Шоайдарова Насратшо Бороншоевича
 на тему: «Молекулярно-статистическое исследование динамических вязкоупругих свойств одноатомных и многоатомных жидкостей» на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.8 - Физика конденсированного состояния, представленной к рассмотрению в объединённом диссертационном совете 99.0.057.02 на при Таджикском национальном университете.

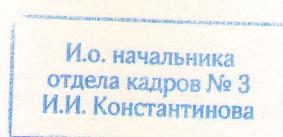
Фамилия Имя Отчество	Ульянов Сергей Владимирович
Ученая степень (шифр специальности по диплому), ученое звание	Доктор физико-математических наук (01.04.07 – «Физика конденсированного состояния»), доцент
Место работы, должность	Кафедра статистической физики Санкт-Петербургского государственного университета, профессор
Почтовый индекс, адрес	198504, Санкт-Петербург, ул. Ульяновская 1, СПбГУ, НИИФ им. В.А. Фока, корп. "И", 4 этаж, комн. 447
Контактный телефон	+79117540264
Адрес электронной почты	ulyanov_sv@mail.ru

**Список основных публикаций сотрудников организации по теме диссертации в рецензируемых научных изданиях за последние 5 лет
(не более 15 публикаций)**

1.	Ульянов С.В. Моделирование переноса излучения в терминах уравнения Бете-Солпитера для двухслойных систем биотканей / В.Л. Кузьмин, Ю.А. Жаворонков, С.В. Ульянов, А.Ю. Вальков // Журнал экспериментальной и теоретической физики. – 2022. – Том 161. – №6. – С. 557-565
2.	Ul'yanov S.V. Electric field driven transformations of orientational structure in chiral nematic systems with large flexoelectricity / A.D. Oskirko, S.V. Ul'yanov, A.Yu. Valkov // Journal of Physics: Conference Series. – 2020. – Vol. 1425. – Pp. 012176
3.	Ульянов С.В. Флуктуации директора и спонтанной поляризации в ячейках сегнетоэлектрического смектика C* / С.В. Ульянов // Журнал экспериментальной и теоретической физики. – 2019. – Том 156. - №3(9). – С. 557-565
4.	Ul'yanov S.V. Influence of flexoelectric effect on the Fréedericksz transition in chiral nematic liquid crystals / A.Yu. Valkov, S.V. Ul'yanov, A.D. Oskirko // Physical Review E. – 2018. – Vol. 98. – No. 6. – Pp. 012702-1- 012702-11
5.	Ul'yanov S.V. Effect of flexoelectricity on the Fréedericksz transition in chiral nematics with negative dielectric anisotropy / A.Yu. Valkov, S.V. Ul'yanov, A.D. Oskirko // Journal of Physics: Conference Series. – 2018. – Vol. 1141. – Pp. 012147

Подпись официального оппонента

С. В. Ульянов



Бонч

