

ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертационную работу Абдурасулова Анвара Абдурасуловича «Статистическая теория релаксационных явлений и динамических процессов переноса в жидкостях с произвольными формами молекул», представленной на соискание учёной степени доктора физико-математических наук по специальности: 01.04.02 – Теоретическая физика.

Представленная к защите диссертационная работа А.А.Абдурасулова выполнена в рамках известной школы, созданной классиками таджикской науки академиками А.А.Адхамовым и С.М.Одинаевым. Уже это само по себе является свидетельством высокого уровня работы, ее актуальности и соответствия всем тем требованиям, которые предъявляются к диссертациям на соискание ученой степени доктора физико-математических наук. Тем не менее, следуя представленной Диссертационным советом инструкции для официальных оппонентов, коротко рассмотрим структуру и содержание диссертации.

Соответствие диссертации паспорту научной специальности

Содержание и результаты диссертационной работы полностью соответствует паспорту специальности 01.04.02 - Теоретическая физика. В работе рассматривается “Развитие теории и исследование общих свойств и законов нелинейной динамики неравновесных систем”, а также производится “Моделирование физических явлений”.

Актуальность

Жидкая среда является одной из наиболее распространённых в природе. В ней происходят многие природные и технологические процессы (физические, биологические,)

При использовании жидкостей в качестве рабочего материала во многих случаях на первый план выходит необходимость знания их термодинамических и кинетических свойств. Известно, что в неравновесных условиях последние существенно отличаются от таковых для медленных и статических процессов.

Исследование закономерностей протекания неравновесных процессов является актуальной задачей не только физики жидкого состояния, но и современного материаловедения. Успехи в этом направлении способствуют и решению проблем создания новых жидких материалов с заданными физико-техническими свойствами.

Новизна полученных результатов

1) В диссертации изучаются жидкости, состоящие из жёстких молекул произвольной формы, которые имеют трансляционные и вращательные степени свободы. Для них получены замкнутые системы уравнений обобщённой гидродинамики, для описания процессов переноса и термических релаксационных явлений. Во многих отношениях это является заметным новым шагом в развитии молекулярно-статистической теории жидких систем со сложными молекулами.

2) Полученные уравнения обобщённой гидродинамики позволяют исследовать неравновесные процессы переноса массы, импульса и момента импульса в жидких системах с произвольными формами молекул. Предложенная система уравнений позволяет исследовать зависимость параметров переноса от особенностей структуры жидкостей, от особенностей, происходящих в жидкости внутренних релаксационных процессов, а также от частоты внешнего возмущения в широком масштабе изменения термодинамических параметров состояния.

3. Все основные выражения и формулы приведены в удобные для проведения численных расчётов форме. Физические характеристики жидкостей выражаются через равновесную радиальную функцию распределения молекул, потенциалы парного взаимодействия, массу, размер и моменты инерции молекул жидкости. Они могут быть использованы при прогнозировании свойств жидкостей и создания жидкостей с заданными физико-техническими свойствами.

Достоверность полученных результатов обеспечивается использованием ранее апробированных методов исследования, сравнением полученных результатов с результатами известных теорий и с экспериментальными данными.

4. Результаты диссертационной работы обсуждены на более чем 30 международных, региональных и республиканских научных конференциях. Результаты диссертации опубликованы в 32 рецензируемых научных журналах.

Основное содержание диссертационной работы выполнен, как это следует из опубликованных материалов самим автором диссертации.

Структура диссертации и автореферата составлена в соответствие с регламентирующими документами ВАК при Президенте Республики Таджикистан. Диссертация состоит из введения, шести глав, заключения, списка цитированной литературы. Основное содержание диссертации изложено на 253 страницах компьютерного набора, 52 рисунков и 40 таблиц. Список литературы содержит 304 ссылок.

Во введение обоснована актуальность темы, определена цели и задачи диссертационной работы. Кратко анализируется состояние научных исследований по теме диссертации.

В первой главе анализируется состояние экспериментальных и теоретических работ по исследованию явлений переноса и релаксации в однокомпонентных жидкостях. Приведены основные определения и аналитические выражения, которые составляют методическую основу диссертации.

Во второй и третьей главах сформулированы основные понятия и определения, физическая модель, принципы и методы исследования явлений переноса и релаксации в сложных системах с многоатомными молекулами произвольной формы.

Предполагается, что жидкость состоит из N одинаковых жёстких молекул произвольной формы с массами m и моментом инерции I . Фазовое пространство такой системы включает набор декартовых $(x; y; z)$ и угловых $(\theta; \psi; \varphi)$ координат, а также соответствующие им компоненты импульса и собственного момента импульса молекул.

Сформулирована замкнутая система уравнений обобщённой гидродинамики для плотностей числа частиц, импульса, энергии и тензора вязких напряжений, обусловленных трансляционными и вращательными степенями свободы молекул, а также взаимодействиями между ними. Обсуждается связь с известными в литературе результатами.

В четвёртой главе рассматривается жидкая система, где обмен энергиями между одинаковыми степенями свободы молекул происходить гораздо быстрее чем обмен энергиями между различными степенями свободы молекул. Показано, что в этом случае динамические процессы переноса трансляционными степенями свобода в пространстве координат и вращательными степенями свободы в пространстве углов происходят независимо друг от друга.

Показано, что упрощённые таким образом уравнения обобщённой гидродинамики с учётом только трансляционных степеней свободы молекул и соответствующей им релаксации позволяют описать неравновесные процессы только в простых одноатомных жидкостях.

В пятой главе рассмотрена жидкая система, где обмен энергией между одинаковыми степенями свободы молекул происходить медленнее чем обмен энергией между различными степенями свободы молекул. В этом случае определяющими являются перекрёстные релаксационные процессы.

Не сферичность молекул порождает дополнительные коэффициенты переноса и соответствующие модули упругости в многоатомных жидкостях. Выяснено, что кривые дисперсии коэффициентов переноса и модулей

упругости многоатомных жидкостей имеют как минимум две релаксационные области.

В шестой главе приведены результаты термодинамического и молекулярно-статистического описания равновесных и неравновесных свойств нематических жидких кристаллов (НЖК). Более подробно исследованы аномальные ориентационные свойства теплоёмкости НЖК в окрестности точки фазового перехода НЖК-ИЖ (изотропная жидкость). Предложено выражение, которое позволяет описать зависимости теплоёмкости НЖК от температуры, плотности и давления как в нематической, так и в изотропной фазах. Результаты теоретических расчётов хорошо согласуются с экспериментальными данными.

Изучены ориентационные упругие свойства НЖК при деформациях типа поперечного изгиба (splay), кручения (torsion) и продольного изгиба (band). Полученные результаты свидетельствуют об удовлетворительных соответствиях с экспериментальными данными.

Упрощённая система уравнений обобщённой гидродинамики в случае, когда определяющую роль играют вращательные релаксационные процессы, использованы для исследования процессов переноса массы и момента импульса, а также вращательных релаксационных явлений в НЖК. Получены аналитические выражения и выполнены численные расчёты зависимости для определения характерного времени вращательной релаксации, коэффициентов вращательного внутреннего трения, вращательной диффузии, ориентационных вязкостей и соответствующих им ориентационных модулей упругости НЖК от температуры и плотности.

Диссертационная работа написана на приличном русском языке, хотя он и является иностранным для ее автора.

Каждая глава дополнена краткой аннотацией результатов, полученных в ней. Публикации достаточно полно отражают результаты, полученные в диссертации.

Аннотация диссертации соответствует требованиям Порядка присуждения учёных степеней, утверждённого постановлением Правительства Республики Таджикистан от 30 июня 2021 г., №267, и вполне отражает содержания диссертации. В нем изложены все значимые результаты, их новизна, научная и практическая значимость.

Оригинальность текста диссертации и аннотации по результатам проверки на «антиплагиат» составляет 75,02% и 78,21 %.

Вместе с этими в диссертации имеются и некоторые недостатки, а также отдельные неточности, некоторые стилистические, технические и грамматические ошибки. В частности

1) можно было бы сократить обзор, опустив анализ термоупругих свойств жидкостей, которые далее в диссертации не рассматриваются, а

уделить большее внимание связи между методами НФР и Кинетических уравнений;

2) желательно также более подробно описать некоторые использованные термины и понятия типа «квазисредних», «адиабатическое усключение», и т.п.;

3) не совсем понятна и возможность аппроксимации тензоров третьего ранга с помощью символов Кронекера и тензоров первого ранга;

4) для упрощения расчетов равновесных корреляторов потоков числа частиц, импульса и момента импульса в диссертации используются только кинетические части этих корреляторов. Уместно было бы оценить и вклады других частей этих корреляторов.

5) в диссертации получены обобщённые аналитические выражения для частотной дисперсии кинетических коэффициентов жидкостей. Однако, их конкретное проявление в различных характерных ситуациях не изучено.

Хотелось бы в порядке дискуссии затронутой темы также отметить следующее:

1) аналитические выкладки в работе желательно было бы дополнять качественными рассуждениями, которые помогали бы лучше понимать смысл и новизну полученных результатов;

2) так, в низкомолекулярных жидкостях, типа аргона или бензола, характерные времена вращательных движений на несколько порядков оказываются меньше характерных времен изменения конфигураций, соответствующих поступательному движению молекул. Поэтому по вращательным движениям молекул можно произвести усреднение. Вследствие этого статическая сдвиговая вязкость аргона или бензола принимает аргоно-подобный характер (см. диссертацию В.Н.Махлайчука, 2021, Одесский университет, Украина);

3) особое внимание следует обратить на необходимость параллельного рассмотрения кинетических свойств жидкостей с анизотропными молекулами (нельзя употреблять термин анизотропных жидкостей) и уравнения состояния таких жидкостей. В этом случае естественно устанавливается существование принципа подобия для соответственных состояний жидкостей с изотропными и анизотропными молекулами.

Однако, все вышеприведенные замечания ни коим образом не снижают научную и практическую значимость полученных в диссертации большого числа научных результатов.

В целом диссертационная работа Абдурасулова Анвара Абдурасуловича «Статистическая теория релаксационных явлений и динамических процессов переноса в жидкостях с произвольными формами молекул», представляет собой выполненное на высоком научном уровне

завершённое научное исследование. Материал изложен последовательно и логически связано, выводы обоснованны и аргументированы.

Диссертационное исследование как по объёму и научному уровню решённых в ней задач, так и по теоретическому и практическому значимости полученных результатов соответствуют требованиям пунктов 31, 33, 34 и 35 Порядка присуждения учёных степеней, утверждённым постановлением Правительства Республики Таджикистан от 30 июля 2021 г., № 267, а её автор Абдурасулов Анвар Абдурасулович достоин присуждения ему учёной степени доктора физико-математических наук по специальности 01.04.02 - Теоретическая физика



Официальный оппонент:

Доктор физ.-мат. наук, профессор

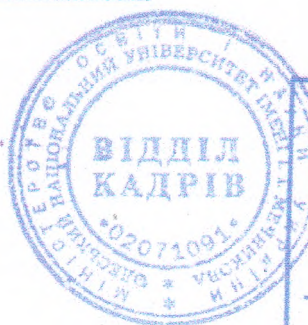
Маломуж Николай Петрович

Дата: 26.08.2025

Адрес: вул. Змієнка Всеволода, 2, Одеса, Україна, 65081

Тел: +38 067 520 6667, +38 066 013 5727,

E-mail: mnp@onu.edu.ua



Особистий підпис	
<i>Маломужа Ніколая Петровича</i>	
ЗАСВІДЧУЮ	
Мачальник відділу кадрів	
ОНУ імені І.І.Мечникова	
<i>Андрій Голєнков</i>	
Андрій ГОЛЕНКОВ	
" 26 "	08 20 25 р.