

Отзыв

на автореферат диссертации Зарифзода Афзалшоха Кахрамона «Молекулярная теория релаксационных процессов, динамических вязкоупругих и акустических свойств магнитных жидкостей» представленной на соискание ученой степени доктора физико-математических наук по специальности 1.3.8 – физика конденсированного состояния

Магнитные жидкости являются важными технологическими материалами, которые широко используются в технике и медицине. Процессы переноса в магнитных жидкостях тесно связаны с молекулярной структурой несущей жидкости, а также размерами и распределением в ней магнитных наночастиц. Динамические процессы в магнитных жидкостях также характеризуется диполь-дипольным взаимодействием феррочастиц и их взаимодействием с внешним магнитным полем. Кроме того вязкоупругие свойства магнитных жидкостей при медленных процессах существенно отличается от аналогичных свойств при быстрых внешних воздействиях. Поэтому теоретическое исследование различных физических свойств, в частности вязкоупругих и акустических свойств магнитных жидкостей с учетом вкладов релаксационных процессов является актуальной задачей и соответственно теме диссертации Зарифзода А.К. следует признать важной и своевременной.

Наиболее интересные и важные результаты диссертации состоят в следующем. Автор на основе метода статистической теории с использованием кинетических уравнений для одночастичных и двухчастичных функций распределения вывел система уравнений обобщенной гидродинамики магнитных жидкостей и определил микроскопического выражения тензора напряжения для неэлектропроводящих и электропроводящих магнитных жидкостей. На выражения тензора напряжения получены аналитические выражения для коэффициентов вязкости и модулей упругости, учитывающие трансляционную и структурные релаксационные процессы. Проведены численные расчеты зависимости коэффициентов вязкости и модулей упругости магнитных жидкостей от частоты, концентрации, температуры и напряженности магнитного поля. Также получены аналитические выражения для скорости и коэффициента поглощения сдвиговых и продольных магнитозвуковых волн, на основе которых проведены численные расчеты. Результаты расчетов представлены в виде графических зависимостей и приведены их сравнения с литературными данными. Полученные

теоретические результаты автора находятся в согласии с экспериментальными результатами.

При чтении автореферата возникает ряд вопросов и замечаний.

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 магнитореологические 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.

В целом, диссертационная работа Зарифзода А.К. представляет собой законченное научно-квалификационное исследование, полученные результаты несомненно представляют научный интерес.

Считаю, что по своему объему, актуальности, научной новизне и практической значимости полученных результатов диссертационная работа «Молекулярная теория релаксационных процессов, динамических вязкоупругих и акустических свойств магнитных жидкостей» соответствует требованиям п. 9-14 Положения «О присуждении ученых степеней»,

утвержденного постановлением Правительства РФ № 842 от 24 сентября 2013 г., а её автор Зарифзода Афзалшох Кахрамон заслуживает присуждения ему степени доктора физико-математических наук по специальности 1.3.8 – Физика конденсированного состояния.

Зубарев Андрей Юрьевич,
Д.ф.-м.н., профессор,
Уральский федеральный университет

