

ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертационную работу

Романа Валерьевича Петрова

"Магнитоэлектрический эффект в магнитострикционно - пьезоэлектрических композитах в широком диапазоне частот",

представленную на соискание ученой степени

доктора физико-математических наук по специальности

01.04.07 – Физика конденсированного состояния.

Диссертационная работа Р. В. Петрова посвящена теоретическому и экспериментальному исследованию магнитоэлектрических (МЭ) свойств композитных магнитострикционно-пьезоэлектрических структур в широком спектре частот, включающем области электромеханического и магнитного резонансов, а также в области магнитоакустического резонанса. Поиск и исследование новых МЭ материалов является одной из актуальных задач физики конденсированного состояния в связи с перспективами их практического использования для создания устройств твердотельной электроники. Особый интерес представляют собой существенно неоднородные (в частности, слоистые) материалы, обладающие МЭ коэффициентами, значительно превосходящими по величине значения природных соединений. В связи с этим, тематика данной диссертационной работы, несомненно, является актуальной.

Диссертация состоит из введения, пяти глав, заключения, библиографического списка. Объем диссертации составляет 202 страницы.

Введение содержит обоснование актуальности темы диссертации. Сформулированы цель работы и задачи исследования, научная новизна, а также практическая ценность работы и положения, выносимые на защиту.

Первая глава представляет собой обзор основных работ по тематике диссертации, содержащий оценки современного состояния исследований в области МЭ материалов и устройств на их основе.

Во **второй главе** автором представлена обобщенная модель МЭ эффекта в двухслойных структурах магнетик – пьезоэлектрик в области электромеханического резонанса, основанная на точном решении уравнений движения среды с использованием материальных параметров исходных компонент структуры. Эта модель позволила, в частности, вполне удовлетворительно количественно описать МЭ эффект в слоистых композитах ряда составов, что подтверждено экспериментами.

Третья глава посвящена исследованию свойств МЭ структур в области магнитного резонанса, компонентами которых являются поляризованная пьезокерамика и магнитострикционные материалы, в частности, ферриты. Теоретические расчёты основаны на точном решении уравнений движения среды с использованием материальных параметров исходных составляющих структуры. Это позволило впервые адекватно описать МЭ эффект в области изгибной и толщинно-сдвиговой мод, а также эффект зажатия МЭ структуры со стороны подложки.

В **четвёртой главе** диссертации изложены результаты исследования свойств МЭ структур в диапазоне высоких частот. Проведено моделирование МЭ взаимодействия в магнитострикционно-пьезоэлектрических слоистых структурах в области совпадения частот электромеханического (ЭМР) и ферромагнитного (ФМР) резонансов. Получено выражение для МЭ коэффициента по напряжению через физические параметры исходных компонент. Показано, что увеличение МЭ эффекта в области совпадения частот ЭМР и ФМР магнитоэлектрической структуры связано с энергетическим обменом между сдвиговой модой ЭМР и основной модой магнитного резонанса.

Пятая глава посвящена анализу возможных применений композиционных магнитострикционно-пьезоэлектрических материалов в широком диапазоне частот в научных исследованиях, создании различных устройств на основе МЭ взаимодействий.

Конечно, исследование подобного рода не может быть свободным от недостатков. Отмечу наиболее существенные из них.

1. В работе широко используется численный метод расчёта МЭ коэффициента. Однако нет ясности в вопросе о границах применимости этого метода, нет оценки и его погрешности. В частности, выражения для МЭ коэффициентов (2.27) и (2.41) во второй главе выведены с учетом предположения о равенстве коэффициентов Пуассона для пьезоэлектрического и магнитострикционного слоев. Такое условие накладывает ограничение на применимость полученных выражений при подборе наиболее оптимальных комбинаций материалов для композитной МЭ структуры. При этом не указано, насколько такое требование выполняется для рассматриваемых сред. При экспериментальном исследовании не проведено разграничения линейного и нелинейного МЭ эффектов.

2. Во второй главе (раздел 2.2) в качестве критерия тонкости диска дано условие $d \ll R$ (высота много меньше радиуса), но при этом толщина композита не указана, не оговорено, при каких толщинах образца данная теория применима.

3. Диссертант не представил анализ высших гармоник, наблюдаемых в спектре электромеханического резонанса для продольных и изгибных колебаний.

4. В списке работ, в которых опубликованы основные результаты диссертанта, указаны все его труды по теме диссертации, включая тезисы докладов на конференциях и относительно малосущественные работы. Совершенно ясно, что в кратких тезисах докладов никак не могут быть опубликованы “основные результаты диссертации”. Здесь имело бы смысл указать два-три десятка действительно наиболее значимых работ.

5. В тексте диссертации имеется ряд опечаток и стилистических недостатков. В списке цитируемой литературы пропущено название статьи (ссылка [138]). Некоторые работы из российских журналов процитированы в переводном английском варианте (например, работы [90] и [170]), нет также единообразия в стиле цитирования литературы.

6. Некоторые рисунки, например, Рис (2.7) – (2.9), (2.13), (4.21), (5.5.3) – (5.5.6) содержат подписи на английском языке, что было бы уместно, если бы вся работа была написана по-английски. То же самое касается единиц измерения физических величин: по всему тексту диссертации встречаются вперемешку русские и английские обозначения.

7. В качестве оформительских недочетов работы отмечу отсутствие пробелов в ряде формул, что приводит к затруднению при чтении (верхние индексы, поставленные слева у некоторых величин, можно легко принять за показатели степени впереди стоящих множителей). Не все сокращения пояснены в тексте диссертации (например, АЧХ). В автореферате на рисунках 5 – 9 подписи к осям, по полю рисунков и, особенно, числа на шкале выполнены слишком мелким шрифтом. В диссертации очень мелкий шрифт выбран в некоторых формулах для индексов.

Несмотря на имеющиеся недостатки, диссертация Р. В. Петрова представляет собой актуальную и обстоятельную работу, позволившую в рамках феноменологии с единых позиций интерпретировать и прогнозировать МЭ свойства композиционных феррит-пьезоэлектрических материалов. Результаты расчётов в разумной мере согласуются с экспериментальными данными как самого соискателя, так и других исследователей.

В целом работа Р. В. Петрова представляет собой обобщение теоретических и экспериментальных исследований при решении важной научно-технической задачи физики конденсированного состояния по поиску и исследованию МЭ свойств композиционных феррит-пьезоэлектрических материалов с заданной величиной МЭ взаимодействия, достаточной для применения их в устройствах твердотельной электроники. Результатом этого обобщения являются конкретные предложения по использованию композиционных феррит-пьезоэлектрических материалов, а также методик определения эффективных параметров композиционных материалов и рекомендации по созданию новых материалов с заданным МЭ взаимодействием.

Результаты диссертации целесообразно использовать в работах научно-исследовательских институтов физики и химии и других организаций, занимающихся разработкой новых материалов.

Исследования, на которых основана диссертация, опубликованы в ведущих российских и зарубежных журналах, среди которых имеются издания с достаточно высокими импакт-факторами. Работы Р. В. Петрова также имеют неплохой уровень цитирования. Автореферат полно и точно отражает содержание диссертации. Материалы диссертации докладывались на многих конференциях и семинарах различного уровня.

Диссертационная работа удовлетворяет требованиям ВАК, предъявляемым к докторской диссертации в отношении актуальности, новизны, достоверности, прикладной и научной ценности. Соответственно, автор диссертации – Роман Валерьевич Петров – заслуживает присуждения ему учёной степени доктора физико-математических наук по специальности 01.04.07 – Физика конденсированного состояния.

Дата составления отзыва 01.12.2015

Официальный оппонент,
доктор физ.-мат. наук,
старший научный сотрудник
Ульяновского государственного
университета



Н. Н. Дадоевкова

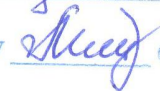
Подпись официального оппонента заверяю

зам. рект. УП 



Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования «Ульяновский государственный университет».
432017, Российская Федерация, Ульяновск, ул. Льва Толстого, д. 42.
Тел. 8 (8422) 41-20-88
e-mail: contact@ulsu.ru



УЛЬЯНОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ	
Подпись 	О.А. Литвинко
Ученый секретарь УлГУ 	
« » 20 г.	