

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Галичяна Тиграна Александровича
на тему «Магнитоэлектрический эффект в слоистых структурах в области
электромеханического резонанса», представленную на соискание ученой
степени кандидата физико – математических наук
по специальности 01.04.07 – Физика конденсированного состояния

Магнитоэлектрический эффект с практической точки зрения интересен тем, что позволяет на его основе создавать различные твердотельные приборы, такие как датчики магнитного поля, преобразователи напряжения и т.д. Основными достоинствами датчиков магнитного поля на основе МЭ эффекта является их высокая чувствительность при комнатной температуре, которая превышает чувствительность датчиков Холла. Магнитоэлектрические композитные материалы можно разделить на две основные категории: объемные и слоистые. Слоистые магнитострикционно-пьезоэлектрические структуры интересно тем, что они намного легче поляризуются. В таких структурах токи утечки почти отсутствуют. Это объясняется тем, что магнитострикционная фаза изолируется пьезоэлектрической фазой с высоким удельным сопротивлением. Эта особенность делает возможным использование ферромагнитных материалов с высоким значением константы магнитострикции в качестве магнитострикционного слоя. При теоретическом описании МЭ эффекта в настоящее время наибольшее распространение получил метод, основанный на совместном решении уравнений отдельно для магнитострикционной и пьезоэлектрической подсистем. Представляется целесообразным исследование МЭ эффекта, основанным на совместном решении уравнений отдельно для каждой из подсистем с учетом условий на границе раздела между фазами. Поскольку взаимодействие между слоями передаются через границу раздела, то в связи с этим возникает необходимость более детального исследования влияния неоднородного пространственного распределения деформаций и напряжений, обусловленного наличием границы раздела, на величину МЭ эффекта.

Слоистые МЭ структуры, как правило, изготавливаются либо методом напыления, либо методом осаждения, либо методом склеивания магнитострикционного и пьезоэлектрического слоев. Если в первых двух случаях наличием промежуточного слоя между магнитострикционной и пьезоэлектрической фазами можно пренебречь, то во втором случае свойства промежуточной фазы оказывают сильное влияние на величину эффекта.

Вместе с тем, число работ, где учитывается межслоевое соединение на границе раздела магнитострикционно-пьезоэлектрического образца, незначительно и его детальных исследований не проводилось. Все это позволяет считать изучение эффекта весьма актуальной задачей.

Полученные соискателем теоретические результаты достаточно хорошо согласуются с данными эксперимента. Так, теоретические зависимости МЭ коэффициента по напряжению и резонансной частоты эффекта от характерных размеров образца находятся в очень хорошем согласовании с экспериментальными данными. Учет неоднородности деформаций по толщине образца приводит к значению МЭ коэффициента по напряжению значительно отличающейся от рассчитанного в предположении, что амплитуда смещений одинакова по толщине образца. Полученные результаты величины МЭ коэффициента по напряжению в предположении, что амплитуда смещений не меняется по толщине образца, практически совпадают с экспериментальными данными при тонких слоях структуры. При толщине пьезокерамики 0.4 мм, это предположение дает заниженное значение более чем на 20%.

С научной точки зрения результаты, полученные в работе, вносят значительный вклад в теорию магнитоэлектрического эффекта. Основные результаты опубликованы в ведущих научных журналах, цитируются.

В рассматриваемой работе имеются следующие недостатки

1) Нет четкого разграничения на статический и динамические эффекты. При динамическом эффекте электрическая поляризация возрастает при увеличении скорости изменения магнитного поля и релаксирует во времени до нуля при фиксации отличного от нуля значения поля. Поскольку в диссертации рассматривается модель с переменным магнитным полем, то, как мне кажется, этот эффект необходимо учитывать.

2) Если контакты не жесткие, то в силу неоднородности образца возможно появление эффектов сгибаия и скручивания, что приводит к возникновению флексоэлектрического эффекта, который вносит дополнительный вклад в результирующую эффективность пьезоэлектрических устройств.

3) Отсутствует элементарный симметрийный анализ структуры. Теоретическое рассмотрение проведено на простом механическом уровне. При современном уровне рассмотрения необходимо записать гамильтониан или свободную энергию изучаемой системы.

4) На стр.10 (формула (4)) автореферата записаны решения, в которых имеется временная зависимость. Однако, после подстановки в уравнения движения и учета граничных условий эта зависимость исчезает (см. (7) и (8)).

5) В работе нигде не приведен явный вид функций $g(z)$, которые описывают распределение амплитуд колебаний по толщине образца.

6) Мне кажется странным, что решения для двухслойной (формулы (7) и (8)) и трехслойной задач (формулы (14) и (15)) идентичны, за исключением малозначимых различий знаменателя коэффициента B . К тому же странным кажется и тот факт, что в формулах (7), (14) присутствует экспоненциальная зависимость от координаты z , а в формулах (8), (15) зависимости от z выражаются через тригонометрические функции, хотя логически следовало ожидать гиперболические функции.

В целом, работа представляется актуальной, выполненной на достаточно высоком научном уровне.

Считаю, что работа удовлетворяет требованиям ВАК РФ, а ее автор Галичян Тигран Александрович заслуживает присуждения степени кандидата наук по специальности 01.04.07 – Физика конденсированного состояния.

Ведущий научный сотрудник Государственного предприятия
Донецкий физико-технический институт им. А.А.Галкина
доктор физико-математических наук

Ю.Д. Заворотнев

Подпись Заворотнева Ю.Д. заверяю
ученый секретарь ДонФТИ им А.А.Галкина
кандидат физико-математических наук

10. 10. 2015 г.

И.Ю. Решидова



E-mail: reshidova@fti.dn.ua
Телефон: +380 62 311-52-27
Адрес: 83114, Ukraine, Donetsk-114, R. Luxembourg str 72