

ОТЗЫВ ОФИЦИАЛЬНОГО ОППОНЕНТА

на диссертацию Садыкова Хизира Амировича “Фазообразование и связи состав–структура–свойства в сегнетоактивных материалах на основе ниобатов натрия и феррита висмута”, представленную на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.07 – физика конденсированного состояния

В связи с токсичностью технологического процесса при изготовлении пьезо-сегнетокерамик на основе цирконата-титаната свинца (ЦТС), где содержание оксида свинца составляет более 60%, Европарламент запретил их применение. В связи с этим необходимо найти альтернативу ЦТС–керамикам, не содержащую свинец. Таковыми могут быть ниобаты щелочных металлов (НЦМ).

Соискатель поставил задачу: установить закономерности фазообразования, корреляционные связи между кристаллофизическими свойствами структуры, зерненным строением твердых растворов на основе НЦМ, BiFeO_3 и макрооткликами образцов.

Для этого необходимо было разработать технологию синтеза объектов, установить влияние температуры спекания на физические свойства модифицированных керамик в широком интервале температур и фазовых состояний и на этой основе определить перспективные композиции, пригодные для изготовления практически востребованных функциональных материалов.

Поставленная соискателем задача, несомненно, актуальна. Соискатель провел обширный тщательный анализ библиографических сведений о НЦМ и мультиферроиках на основе BiFeO_3 (история, технология, перспективы) с критическим анализом литературных данных, **(глава 1 на 37стр.)**.

В качестве объектов исследования выбраны твердые растворы на основе ниобатов натрия-лития $(\text{Na}_{1-x}\text{Li}_x)\text{NbO}_3$ с добавками простых оксидов и их комбинаций ($\text{CuO}+\text{MnO}_2$, $\text{Bi}_2\text{O}_3+\text{Fe}_2\text{O}_3$), а также твердые растворы на основе BiFeO_3 , модифицированных оксидами переходных 3d–металлов,

обладающих собственными магнитными моментами, что может оказать существенное влияние как на процесс изготовления керамик, так и на магнитное упорядочение.

Подробно описана методическая часть **(вторая глава)** получения образцов, где автор детально описал метод твердофазных реакций с последующим спеканием образцов по обычной керамической технологии, провел анализ микроструктуры на различных установках, рентгеновский анализ с расчетом параметров решетки, объемов элементарных ячеек, плотности.

Особо следует отметить измерения электрофизических параметров (относительные диэлектрические проницаемости неполяризованных и поляризованных образцов, пьезомодулей, пьезочувствительности, механической добротности и пр.).

Приведены схемы модифицирования $(\text{Na}_{1-x}\text{Li}_x)\text{NbO}_3$ (рис. 2.1) и феррита висмута (рис.2.2), результаты синтеза BiFeO_3 с использованием Bi_2O_3 квалификаций “ЧДА” и марки “Р” производства США (табл.2.1), керамик $\text{BiFeO}_3+0.5\% \text{MO}_x$ (Табл. 2.2; 2.3; 2.4; 2.5; 2.6; 2.7; 2.8), режимы поляризации твердых растворов $(\text{Na}_{1-x}\text{Li}_x)\text{NbO}_3$ с различными модификаторами (табл. 2.9; 2.10).

В третьей главе приведены результаты исследования твердых растворов бинарной системы $(1-x)\text{NaNbO}_3-x/2 \text{CuNb}_2\text{O}_6$.

В табл. 3.1 приведены соединения, участвующие в образовании твердых растворов на основе NaNbO_3 (А - NbO_3 , А-Сu, Cd, Ca, Sr, Pb, Ba); 3.2-типа $\text{NaNbO}_3- \text{ANb}_2\text{O}_6$; 3.3-на основе $(\text{Na}, \text{Li})\text{NbO}_3$ с участием соединений $\text{A}_{0.5}\text{NbO}_3$; в табл. 3.4; 3.5; 3.6; 3.7; представлены структурные, электромеханические, пьезоэлектрические, упругие параметры монокристаллов и керамик, полученных из Nb_2O_5 квалификаций “Нбо-Пт” и “Осч”

По экспериментальным данным автор установил, что синтез твердых растворов $\text{NaNbO}_3-\text{CuNb}_2\text{O}_6$ носит сложный характер, связанный с

конкретным встраиванием Cu^{+2} в А-подрешетку исходного ниобата, а спекание осуществляется при участии Cu-содержащих жидких фаз. Показано также, что использование Nb_2O_5 «Осч» приводит к фазовому переходу из ромбической фазы в тетрагональную через сложную морфотропную область.

Из анализа диэлектрических свойств твердых растворов сделано заключение, о том, что наблюдаемые эффекты низкочастотной дисперсии вызваны влиянием электропроводности, связанной с наличием примесей или дефектов; показана возможность достижения в некоторых твердых растворах высоких значений механической добротности при сохранении заметной пьезоактивности вследствие некоторого торможения доменных переориентаций. Выбраны перспективные основы функциональных материалов для использования в силовых ультразвуковых преобразователях. Выводы к третьей главе достаточно обоснованы.

Четвертая глава посвящена эффектам модифицирования ниобатов щелочных металлов (49 стр.).

Соискателем разработана и экспериментально реализована схема модифицирования поликристаллических твердых растворов на основе ниобатов натрия-лития простыми оксидами и их комбинациями. Все полученные керамики возможно использовать в устройствах с высокими пьезо-сегнетоэлектрическими показателями.

Приведены особенности кристаллической структуры, параметров ячейки, плотности (табл. 4.1-4.4, рис. 4.1-4.51) керамик.

В пятой главе автор определил физико-химические условия образования керамик феррита висмута, сверхстехиометрически модифицированного оксидами, показал, что модифицирование элементами (Mn, Co, Ni), а также высокочарядными (Nb, Ti) приводит к повышению термостойкости, позволяющей снизить содержание примесей в продуктах синтеза и осуществить спекание при более высоких температурах, обеспечивающих увеличение плотности керамик, выявил характер связи микроструктуры со спецификой вводимых примесей.

На основе полученных экспериментальных данных выбран способ для получения высокоэффективных материалов, сочетающих магнитную и сегнетоэлектрическую активность в широком интервале температур для использования в магнитоэлектрических элементах памяти.

Диссертация состоит из пяти глав, изложена на 181 стр. с приложением, имеет список литературы с 324 источниками.

По сути актуальности темы, объектов исследований, научной новизны, практической значимости, положений, выносимых на защиту, степени достоверности результатов, личного вклада соискателя, результатов публикаций автора можно считать представленную кандидатскую диссертацию законченной научно-исследовательской работой. Автореферат полностью соответствует названию и содержанию диссертации.

Замечания:

1. В первом научном положении, выносимом на защиту постулируется тот факт, что критическую роль в формировании свойств твердых растворов на основе ниобатов натрия – меди играет термодинамическая предыстория, к которой Вы относите, прежде всего, состояние исходного оксида ниобия. А какие-то другие факторы рассматривались?

2. В разделе «Научная новизна» говорится о впервые разработанной схеме модифицирования систем на основе ниобата натрия. А ведь такие работы уже есть.


3. Предлагая исследование теплофизических свойств, нигде не приводятся данные по электропроводности или электросопротивлению образцов. Они, как известно, от введения примесей могут отличаться на три и более порядка, а диэлектрические свойства, в большей степени зависят от этих параметров.

Но все сделанные замечания не влияют на общее положительное впечатление от работы


Диссертация Садыкова Х.А. по критериям, установленным в пп. 9-14 Положения “О порядке присуждения ученой степени”, отвечает всем требованиям ВАК РФ, а соискатель заслуживает присуждения ему искомой ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.07 – физика конденсированного состояния.

Официальный оппонент:

кандидат физико-математических наук,
ведущий научный сотрудник лаборатории
теплофизики и термоэлектричества
Института физики им. Х.М. Амирханова
Дагестанского научного центра РАН.
367003, Россия, Республика Дагестан,
г. Махачкала, ул. М. Ярагского, 94.
тел.: +7 (8722) 62-89-60,
e-mail: gadjiev@mail.ru

 Гаджиев
Гаджи Гамзаевич
2 декабря 2014 г.

Подпись Гаджиева Г.Г. удостоверяю
зам. директора института физики
им. Х.М. Амирханова Дагестанского
научного центра РАН,
доктор физико-математических наук,
профессор

 Каллаев С.Н.
2.12.2014 г.


Верно
