

ОТЗЫВ

на автореферат кандидатской диссертации Ковтунца Евгения Викторовича «Синтез, структура и свойства двойных боратов в системах $M_2O-RE_2O_3-B_2O_3$ ($M=Na,K,Rb$; $RE=La-Lu,Y,Sc$ », представленной на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.8 - физика конденсированного состояния

Материалы на основе боратов хорошо известны и востребованы в различных производственных сферах. Так, например, нелинейнооптические кристаллы β - BaB_2O_4 (BBO) и LiB_3O_5 (LBO) обладают высокими порогами оптического повреждения и диапазонами прозрачности (190 нм для BBO и 170 нм для LBO), что находит применение при генерации видимого и ультрафиолетового излучений в мощных импульсных лазерах. При допировании боратов $Ce^{3+}, Tb^{3+}:GdMgB_5O_{10}$ и $Ce^{3+}, Mn^{2+}:GdMgB_5O_{10}$ продукты применяются в качестве люминофоров в эффективных люминесцентных лампах с высоким показателем цветопередачи. Бораты обладают качествами, которые выгодно отличают материалы на основе боратов и способствуют растущему интересу со стороны исследователей-материаловедов. Они представляют интерес как: 1) лазерные среды, сопоставимые по своим характеристикам с наилучшими материалами в этой области; 2) в качестве полифункциональных материалов, например, многофункциональных SFD-кристаллов (комбинация лазерного излучения и удвоения его частоты), а также сочетающих в себе свойства лазерной среды и преобразователя оптической частоты; 3) материалы с нелинейно-оптическими свойствами и с высокой степенью преобразования лазерного излучения и 4) эффективные сцинтилляторы для обнаружения нейтронов; 5) обладающие структурным разнообразием, высокой химической стабильностью, доступными методами синтеза, подходящей шириной запрещенной зоны, высокими оптическими показателями и устойчивостью к лазерному повреждению; 6) материалы с высокой механической прочностью и необходимым диапазоном прозрачности.

Таким образом, актуальность темы очевидна, а диссертант выделил слабоизученные места и определился с направлением исследований.

Целью работы соискателя Е.В. Ковтунец явилось: Синтез двойных боратов в системах $M_2O-RE_2O_3-B_2O_3$ ($M = Na,K,Rb$; $RE = La-Lu,Y$), определение кристаллической структуры и исследование физических свойств. Для достижения поставленной цели решались следующие задачи, связанные с:

- 1) определением возможности образования двойных боратов – формульных аналогов: $M_3RE(BO_3)_2$, $M_3RE_2(BO_3)_3$, $M_3RE_3(BO_3)_4$, $M_3REB_6O_{12}$, (где $M=Na,K,Rb$; $RE=La-Lu, Y$);
- 2) выявлением границ изовалентного катионного изоморфизма;
- 3) необходимостью синтеза найденных новых соединений, изучения структуры с кристаллографическими и термическими характеристиками;
- 4) изучением некоторых физических свойств и возможности получения эффективных люминофоров методом допирования отдельных представителей двойных боратов оптически активными ионами РЗЭ;

5) установлением влияния природы щелочных и редкоземельных катионов и $[\text{BO}_3]^{3-}$, $[\text{B}_5\text{O}_{10}]^{5-}$ - анионов на состав, структуру и функциональные свойства фаз.

Научная новизна представленного исследования Е.В. Ковтунца заключается в следующих достижениях:

По результатам исследований показано, что полученные им 33 новых двойных бората кристаллизуются в шести структурных типах, разработаны режимы твердофазного синтеза (ТФС) выявленных соединений и определены термические и кристаллографические характеристики большинства из них. Методом «симулированного отжига» определена структура на порошке соединения $\text{Na}_3\text{Yb}(\text{BO}_3)_2$. Изучена люминесценция двойных боратов $\text{K}_3\text{Eu}_3(\text{BO}_3)_4$, $\text{Rb}_3\text{Eu}_3(\text{BO}_3)_4$ и впервые синтезированных люминофоров $\text{Rb}_3\text{Y}_2(\text{BO}_3)_3:\text{Yb}^{3+}, \text{Er}^{3+}$; $\text{Na}_3\text{Y}(\text{BO}_3)_2:\text{Sm}^{3+}$. Изучены ионопроводящие свойства соединений $\text{Na}_3\text{Y}(\text{BO}_3)_2$, $\text{K}_3\text{Yb}(\text{BO}_3)_2$, $\text{Na}_3\text{Sc}_2(\text{BO}_3)_3$, $\text{Rb}_3\text{Eu}_3(\text{BO}_3)_4$, $\text{Na}_3\text{Sc}(\text{BO}_3)_2$, $\text{K}_3\text{EuB}_6\text{O}_{12}$ и нелинейно-оптические свойства $\text{K}_3\text{REB}_6\text{O}_{12}$ ($\text{RE} = \text{Pr}-\text{Lu}$), $\text{K}_3\text{RE}_2(\text{BO}_3)_3$ ($\text{RE} = \text{Yb}, \text{Lu}$), $\text{Na}_3\text{RE}_2(\text{BO}_3)_3$ ($\text{RE} = \text{La}-\text{Eu}$). Впервые определены главные значения тензора термического расширения $\text{Na}_3\text{Sc}_2(\text{BO}_3)_3$ и $\text{Na}_3\text{Sc}(\text{BO}_3)_2$.

По практической значимости работы можно выделить: 1) рентгенографические данные по 4 новым соединениям включены в базу данных ICDD PDF-2 с высшим знаком качества, и они найдут применение при исследовании фазовых соотношений в многокомпонентных системах; 2) рентгеноструктурные данные по 4 соединениям включены в базу данных CCDC (The Cambridge Crystallographic Data Centre), что увеличат возможность поиска кристаллохимических закономерностей в ряду борокислородных соединений.

Основные защищаемые положения адекватно отражают содержание перечисленных в автореферате этапов работы, соответствуют высокому уровню представленных исследований, подтверждают достижение цели работы и выполнение всех поставленных задач.

Достоверность полученных результатов подтверждается построением адекватных моделей, использованием апробированных методов исследования, применением современного прецизионного экспериментального оборудования и воспроизводимостью результатов измерений с анализом их погрешностей. Кроме того, основные результаты работы прошли неоднократную экспертизу при реализации проектов РФФИ, РНФ и плановых научных исследований.

Судя по автореферату, основные результаты исследования достаточно полно отражены в публикациях, и были представлены на научных конференциях разного уровня.

По мере ознакомления с работой, описанной в автореферате, возникают вопросы: 1. «Согласно второму защищаемому положению, например, полученные двойные бораты $\text{K}_3\text{PrB}_6\text{O}_{12}$ и $\text{RbPrB}_6\text{O}_{12}$ кристаллизуются в структурном типе $\text{K}_3\text{YB}_6\text{O}_{12}$ с пр.гр. R32, проявляют низкую интенсивность сигналов ГВГ, которая изменяется немонотонно в зависимости от природы РЗЭ и составляет от 0.6 до 2 единиц кварцевого эталона. Что значит «изменяется немонотонно в зависимости от природы РЗЭ»? немонотонно в смысле прерывисто или в закономерной зависимости от каких то характеристик РЗЭ? Что это за характеристики?»; 2. «Уточнение кристаллических структур осуществляли методом Ритвельда в ПО Topas 4.2., визуализация и расчет тензора параметров теплового расширения выполнялись с

использованием программного пакета TTT. Проводили ли эксперименты по росту монокристаллов выявленных новых боратов для исследования их кристаллической структуры? И если нет, то с чем это было связано?».

Считаю, что содержание работы свидетельствует о том, что автор владеет методами научного исследования, обладает высоким уровнем подготовленности к проведению научных изысканий и получению значимых научных результатов. Представленная работа удовлетворяет квалификационным требованиям ВАК, предъявляемым к кандидатским диссертациям, в том числе, соответствует требованиям п. 9-14 (раздел II) "Положения о порядке присуждения ученых степеней" (утверждено постановлением Правительства РФ № 842 от 24.09.2013). Соискатель Ковтунец Евгений Викторович, заслуживает присвоения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.8 - физика конденсированного состояния.

д.ф.-м.н., директор ФГБУН Институт
физического материаловедения СО РАН



Номоев А.В. Номоев

«17» сентября 2024 г., г. Улан-Удэ

Номоев Андрей Валерьевич,
Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт физического материаловедения СО РАН, директор, доктор физико-математических наук, специальность 01.04.07 – физика конденсированного состояния, 670047, г. Улан-Удэ, ул. Сахьяновой, д. 6, т. 8(3012)-416800, e-mail: dir@ipms.bsnet.ru

Подпись А.В. Номоева заверяю

Учёный секретарь ФГБУН Институт физического
материаловедения СО РАН, к.ф.-м.н.



Батуева Е.В. Батуева

«17» сентября 2024 г., г. Улан-Удэ

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт физического материаловедения СО РАН, 670047, Улан-Удэ, ул. Сахьяновой, д. 6, т. 8(3012)-413184, e-mail: dir@ipms.bsnet.ru