

ОТЗЫВ НАУЧНОГО РУКОВОДИТЕЛЯ

о работе Ковтунца Евгения Викторовича по диссертации
«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 к защите на соискание учёной степени
кандидата физико-математических наук по специальности
1.3.8 – Физика конденсированного состояния

Диссертация Ковтунца Е.В. посвящена направленному синтезу новых двойных боратов щелочных и редкоземельных металлов, исследованию их структуры и физических свойств. Актуальность темы диссертационной работы заключается в получении новых знаний о фазообразовании в системах $M_2O-RE_2O_3-B_2O_3$ ($M = Na, K, Rb$; $RE = La-Lu, Y, Sc$), условиях синтеза ранее неизвестных новых двойных боратов, кристаллических структурах и физических свойствах.

В процессе работы над диссертацией Ковтунцом Е.В. изучен и обобщен большой объем литературных источников, посвященных синтезу, установлению кристаллической структуры и физическим свойствам двойных боратов щелочных и редкоземельных металлов. Данная работа опубликована в виде обзорной статьи в «Журнале структурной химии». С использованием современной и в некоторых случаях уникальной приборной базы автором проведен широкий комплекс экспериментальных исследований, включающих направленный синтез, изучение кристаллических структур, термических свойств полученных впервые соединений, их нелинейно-оптической восприимчивости, электропроводности, люминесценции и термических деформаций.

Представленные в диссертационной работе задачи были решены Ковтунцом Е.В. в полном объёме. Автором установлено, что новые двойные бораты $Rb_3RE_3(BO_3)_4$ ($RE = Pr-Dy$), $M_3RE_2(BO_3)_3$ ($M = K, RE = Yb, Lu$ и $M = Rb, RE = Ho, Er, Tm$), $Na_3RE(BO_3)_2$ ($RE = Dy-Tm$), $Na_3RE(BO_3)_2$ ($RE = Tm, Yb, Lu$) кристаллизуются в пространственных группах $P2_1/c$, $Pna2_1$, $P2_1/c$ и $P\bar{1}$ соответственно. Анионный каркас структур формируется изолированными $[BO_3]^{3-}$ треугольниками. Соединения $Rb_3RE_3(BO_3)_4$ ($RE = Pr-Dy$) стабильны при температуре ниже ~ 800 °С, при которой начинается их твердофазное разложение с образованием ортоборатов РЗЭ и выделением летучих компонент, $Rb_3RE_2(BO_3)_3$ ($RE = Ho, Er, Tm, Y$) плавятся конгруэнтно в узком температурном диапазоне. Новые двойные бораты $M_3REB_6O_{12}$ ($M = K, RE = Pr, Sm, Dy-Yb$ и $M = Rb, RE = La, Pr, Gd-Er$), кристаллизуются в структурном типе

$K_3Yb_6O_{12}$ с нецентросимметричной пространственной группой $R32$, и проявляют низкую интенсивность сигналов ГВГ, которая изменяется немонотонно в зависимости от природы РЗЭ и составляет от 0.6 до 2 единиц кварцевого эталона. Анионный каркас структуры сформирован $[B_5O_{10}]^{5-}$ группировками. Соединения состава $Rb_3REB_6O_{12}$ ($RE = La, Pr, Gd-Ho$) плавятся инконгруэнтно. Расположение в кристаллографическом направлении c легко деформирующихся NaO_8 и NaO_6 полиэдров, обуславливает резкую анизотропию теплового расширения $Na_3Sc(BO_3)_2$. Ограничения симметрии, накладываемые на положения атомов в элементарной ячейке $Na_3Sc_2(BO_3)_3$, способствуют расширению полиэдра NaO_8 в плоскости ab и сжатию в кристаллографическом направлении c за счет укорачивания связи $Na-O(1)$. В спектрах люминесценции и возбуждения $K_3Eu_3(BO_3)_4$, $Rb_3Eu_3(BO_3)_4$, $Na_3Y_{0.99}Sm_{0.01}(BO_3)_2$ преобладают полосы, характерные для переходов $4f-4f$ соответствующих РЗЭ, находящихся в поле лигандов без центра симметрии. Для соединений $Na_3Sc_2(BO_3)_3$, $Na_3Y(BO_3)_2$, $K_3Yb(BO_3)_2$, $Rb_3Eu_3(BO_3)_4$, $Na_3Sc(BO_3)_2$, $K_3ErB_6O_{12}$ характерен ионный тип проводимости, в $Na_3Sc_2(BO_3)_3$ и $Na_3Sc(BO_3)_2$ возможна трехмерная диффузия ионов Na^+ при повышенной температуре.

На отдельных этапах подготовки диссертационной работы она была поддержана грантами РФФИ и РНФ. Основные результаты были получены и прошли экспертную оценку в рамках реализации следующих проектов:

1. грант РФФИ № 18-08-00985 «Фазовые равновесия в системах $Rb_2O-RE_2O_3-B_2O_3$ как основа получения новых активно-нелинейных кристаллов»;

2. грант РФФИ № 20-33-90188 Аспирант «Синтез, структура и оптические свойства двойных боратов семейств $M_3RB_6O_{12}$, $M_3R_2B_3O_9$, $M_3R_3B_4O_{12}$ ($M = K, Rb, Cs$; $R = La-Lu, Y$), легированных оптически активными редкоземельными ионами»;

3. Грант РНФ № 23-23-00451 «Поиск и разработка новых функциональных материалов для фотоники, оптики и ионики твердого тела на примере $Na_2O-R_2O_3-B_2O_3$ ($R = Bi, Yb, In, Sc$) систем».

В период подготовки диссертационной работы Ковтунец Е.В. выполнял исследования нелинейно-оптических свойств на уникальном оборудовании в МГУ им. Ломоносова, являлся инициатором и участником проекта «Прецизионная съемка порошков двойных и тройных боратов, молибдатов, вольфраматов щелочных, щелочноземельных и редкоземельных элементов в жестком рентгеновском излучении в различном температурном диапазоне» Сибирского центра синхротронного и терагерцового излучения (СЦСТИ) в г. Новосибирск.

Также Ковтунец Е.В. успешно совмещал работу над диссертацией с участием в нескольких проектах, поддержанных грантами РФФИ, осуществляемых в лаборатории оксидных систем БИП СО РАН.

1. Грант РФФИ № 18-08-00799 «Новые фазы в системах $\text{Ln}_2\text{O}_3\text{-HfO}_2(\text{TiO}_2)\text{-MoO}_3\text{-WO}_3$: фазообразование, структурные фазовые переходы и функциональные свойства»
2. Грант РФФИ № 20-03-00533 «Разработка полифункциональных материалов на основе сложных вольфраматов одно-, двух- и трехвалентных металлов»

Помимо публикаций, связанных непосредственно с темой диссертационного исследования, Ковтунец Е.В. является соавтором статей, опубликованных в цитируемых международных изданиях с высокими квартилями. В 2022 году Ковтунцом Е.В. совместно с соавторами получен патент на изобретение № 2795764 «Способ получения нелинейно-оптического материала».

В целом Ковтунца Е.В. можно охарактеризовать как сложившегося специалиста в области неорганического материаловедения, инициативного и ответственного научного сотрудника, способного самостоятельно четко формулировать и решать исследовательские задачи, анализировать полученные результаты, а также определять пути преодоления возникающих трудностей. Результаты, полученные Ковтунцом Е.В. в рамках диссертационного исследования, достаточно полно отражены в публикациях и доложены на всероссийских и международных конференциях. Автореферат полностью соответствует содержанию диссертации.

Считаю, что диссертационная работа «Синтез, структура и свойства двойных боратов в системах $M_2\text{O-RE}_2\text{O}_3\text{-B}_2\text{O}_3$ ($M = \text{Na, K, Rb}$; $RE = \text{La-Lu, Y, Sc}$)» представляет законченное научное исследование и соответствует требованиям ВАК Минобрнауки РФ, а её автор Ковтунец Е.В. заслуживает присвоения учёной степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.8 – Физика конденсированного состояния.

Заведующий лабораторией оксидных систем БИП СО РАН,

с.н.с., к.х.н.

(02.00.04 – Физическая химия)

/ Субанakov Алексей Карпович /

Почтовый адрес: 670047, г. Улан-Удэ,
ул. Сахьяновой, д.6.

Тел.: +7 (902) 1 650 858,

e-mail: subanakov@binm.bscnet.ru

«20» февраля 2024 г.



Подпись Субанакова А.К.
Секретарю
Учёный секретарь БИП СО РАН, к.х.н.
Пинтаева Е.Ц.
20 " февраля 20 24 г.