

**ОТЗЫВ**  
**на автореферат диссертации**  
**ЦВЕТКОВОЙ НАДЕЖДЫ СЕРГЕЕВНЫ**

**"Термодинамическая стабильность, кислородная нестехиометрия, реальная структура и электротранспортные свойства новых кислород-аккумулирующих материалов  $YBaCo_{4-x}Zn_xO_{7+\delta}$  ( $x = 0-3$ )", представленной на соискание ученой степени кандидата химических наук по специальности 02.00.04 – физическая химия**

Работа Цветковой Н.С. посвящена комплексному исследованию физических и физико-химических свойств  $YBaCo_4O_{7+\delta}$  и его замещенных производных во взаимосвязи с содержанием кислорода и дефектной структурой этих фаз. Поскольку кобальтиты со структурой сведенборгита благодаря уникальному сочетанию свойств перспективны как в научном, так и практическом плане, актуальность предпринятого исследования сомнений не вызывает. Это подтверждается его включением в Программу развития УрФУ и поддержкой РФФИ.

Диссертантом выполнено серьезное, многоплановое экспериментальное исследование. Среди наиболее важных в научном и практическом отношении результатов, на мой взгляд, можно выделить:

- определение параметров кристаллической структуры сложных оксидов  $YBaCo_4O_{7+\delta}$  (*in situ* при разных температурах) и  $YBaCo_{4-x}Zn_xO_{7+\delta}$  (в зависимости от содержания кислорода);
- определение объемных коэффициентов химической деформации  $YBaCo_{4-x}Zn_xO_{7+\delta}$ ;
- установление пределов термодинамической стабильности  $YBaCo_{4-x}Zn_xO_{7+\delta}$  и построение равновесных диаграмм  $p_{O_2}-T-\delta$  для исследованных оксидов;
- разработку модели дефектной структуры  $YBaCo_{4-x}Zn_xO_{7+\delta}$ , определение электротранспортных характеристик этих фаз и выполнение совместного анализа полученных данных.

Грамотно поставленный эксперимент, использование современных физических методов исследования и построение адекватных моделей позволили автору получить результаты, корректность которых сомнений не вызывает. В то же время, остается неясной причина высоких значений *R*-факторов, приведенных в табл. 1 автореферата. Кроме того, представляется неудачным приведение в той же таблице ряда параметров элементарных ячеек  $YBaCo_4O_{7+\delta}$  с нулевой погрешностью (например,  $c = 10.280(0)$  Å) вместо представления в этих случаях кристаллографических характеристик с точностью до четвертого знака и указанием в скобках реальных погрешностей.

Однако, сделанные замечания касаются только части материала и не влияют на общую положительную оценку рецензируемой работы, которая представляет собой целостное, завершённое исследование, имеющее не только научное, но и существенное прикладное значение.

По моему мнению, диссертационная работа «Термодинамическая стабильность, кислородная нестехиометрия, реальная структура и электротранспортные свойства новых кислород-аккумулирующих материалов  $YBaCo_{4-x}Zn_xO_{7+\delta}$  ( $x = 0-3$ )» соответствует требованиям п. 9 Положения о присуждении ученых степеней, а ее автор Цветкова Надежда Сергеевна заслуживает присуждения ученой степени кандидата химических наук по специальности 02.00.04 – физическая химия.

Заведующая лабораторией оксидных систем  
ФГБУН Байкальского института природопользования СО РАН,  
заведующая кафедрой неорганической и органической химии  
ФГБОУ ВО «Бурятский государственный университет»  
д.х.н.

Хайкина Елена Григорьевна

Россия, 670047, Республика Бурятия, г. Улан-Удэ, ул. Сахьяновой 6, БИП СО РАН  
тел. 8 (3012) 433171; e-mail: [egkha@mail.ru](mailto:egkha@mail.ru)

10 февраля 2017 г.



Подпись Хайкиной Е.Г.  
УДОСТОВЕРЯЮ  
Ученый секретарь БИП СО РАН, к.х.н.  
Пинтаева Е.Ц.  
"10" февраля 2017 г.