

## ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Воронова Всеволода Андреевича «Наночастицы сложных оксидов  $\text{Li}_{1+z}(\text{Ni}_a\text{Mn}_b\text{Co}_c)_{1-z}\text{O}_{2-\delta}$ ; получение, строение и свойства», представленной на соискание учёной степени кандидата химических наук по специальности **02.00.01 – неорганическая химия**

Диссертация посвящена разработке нового метода получения и исследованию физико-химических и электрохимических свойств перспективных наноразмерных многокомпонентных сложнооксидных материалов положительного электрода литий-ионных аккумуляторов. Сложные оксиды общей формулы  $\text{Li}_{1+z}(\text{Ni}_a\text{Mn}_b\text{Co}_c)_{1-z}\text{O}_{2-\delta}$  в настоящее время рассматриваются как наиболее реальная альтернатива кобальтату лития и активно исследуются. В этой связи, **актуальность** темы диссертации не вызывает сомнений.

Как следует из автореферата диссертации, в результате выполненных исследований В.В. Воронов разработал новый метод синтеза наноструктурированного электродного материала  $\text{Li}_{1+z}(\text{Ni}_a\text{Mn}_b\text{Co}_c)_{1-z}\text{O}_{2-\delta}$ , позволяющий получить однородный фазовый состав и низкую степень катионного разупорядочения при сохранении заданного соотношения металлов. Полученный материал продемонстрировал достаточно высокие электрохимические характеристики в условиях заряда/разряда модельных ячеек. Это определяет несомненную **практическую значимость** работы. Значительная часть диссертации посвящена исследованию влияния условий синтеза на элементный и фазовый состав, катионное разупорядочение, форму и распределение частиц по размерам. Автору удалось установить корреляции, позволившие определить оптимальные условия синтеза. Впервые методом термодеструкции смеси металлсодержащих соединений в раствор – расплаве полиэтилена в масле с последующей высокотемпературной обработкой были получены сложнооксидные наночастицы в виде core/shell (ядро/оболочка) структур с тонкой оболочкой из углеродного материала. Большое внимание уделено изучению электрохимического поведения продуктов синтеза в зависимости от состава и условий получения. Выполненные В.В. Вороновым исследования безусловно обладают **научной новизной**. Автореферат диссертации дает достаточно полное представление об ее содержании. Основные результаты диссертационной работы опубликованы в научных журналах, рекомендованных ВАК, и представлены в виде докладов на конференциях.

Вместе с тем, при чтении автореферата возникли следующие вопросы и замечания:

1. Бросается в глаза небрежное оформление автореферата. Так, общая формула сложнооксидных объектов исследования в названии работы (титульный лист

автореферата) записана как  $\text{Li}_{1+z}(\text{Ni}_a\text{Mn}_b\text{Co}_c)_{1-z}\text{O}_{2-\delta}$ , а в тексте – как  $\text{Li}_{1+a}\text{Ni}_b\text{Mn}_c\text{Co}_d\text{O}_{2-\delta}$  ( $0 \leq a \leq 0,2$ ,  $0 \leq b \leq 0,6$ ,  $0 \leq c \leq 1,5$ ,  $0 \leq d \leq 0,9$ ). Текст изобилует опечатками.

2. Автор не всегда корректно использует принятую в электрохимии терминологию («необратимость ёмкости первых циклов» вместо «необратимая ёмкость»); в некоторых местах (например, на стр. 22 (второй абзац сверху) и стр. 18 (второй абзац снизу) перепутаны плотность тока и нормированный ток.
3. Как соотносятся полученные в диссертационной работе данные по фазовому составу продуктов синтеза с литературными сведениями о фазовых равновесиях в соответствующих многокомпонентных системах?
4. Значительная часть работы посвящена изучению электрохимических характеристик положительных электродов на основе синтезированных наноструктурированных материалов, однако в тексте автореферата не указан состав электролита, который был использован в модельных ячейках. Известно, что состав электролита оказывает значительное влияние на потери ёмкости и устойчивость к циклированию.

Высказанные замечания не снижают общую положительную оценку диссертационной работы В.В. Воронова.

На основании изложенного считаю, что данная диссертационная работа соответствует требованиям, установленным п.9 «Положения о порядке присуждения ученых степеней», утвержденного постановлением правительства РФ (от 24.09.2013 г. № 842) в отношении кандидатских диссертаций, а ее автор – **Воронов Всеволод Андреевич** заслуживает присуждения ученой степени кандидата химических наук по специальности 02.00.01 – неорганическая химия.

Доктор химических наук  
(02.00.04 – Физическая химия),  
главный научный сотрудник  
лаборатории химических  
источников тока  
Института высокотемпературной  
электрохимии УрО РАН,  
620990, г. Екатеринбург,  
ул.Академическая, 20,  
ovbushkova@rambler.ru

Подпись О.В. Бушковой заверяю:



Бушкова Ольга Викторовна

Учёный секретарь  
ИВТЭ УрО РАН

18. 01.2017

Кодинцева А.О.