

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 ученой степени кандидата химических наук по специальности 02.00.01 – неорганическая химия

Диссертационная работа Воронова В. А. является примером междисциплинарного исследования в области создания материалов для перезаряжаемых электрохимических систем. Перезаряжаемые электрохимические системы, такие как литий-ионные аккумуляторы повсеместно используются в настоящее время. Совершенно очевидно, что направления по улучшению эксплуатационных характеристик таких систем весьма перспективны. С точки зрения химика на первый план выходят новые материалы и технологии их создания. Перспективным катодными материалами таких систем могут являться сложные оксиды заданного элементного состава, формы, степени однородности и размера частиц, а также степенью катионного разупорядочения в кристаллической структуре.

В представленной работе эти задачи решаются получением core/shell наночастиц оксидов сложного состава двухстадийным методом. Впервые при синтезе $\text{LiNi}_{0,5}\text{Mn}_{1,5}\text{O}_4$ и $\text{Li}_{1,2}\text{Ni}_{0,2}\text{Mn}_{0,4}\text{Co}_{0,2}\text{O}_2$ был применен метод термодеструкции металлосодержащих соединений в раствор-расплаве полимер – масло с дальнейшей высокотемпературной обработкой, что позволило получить изолированные друг от друга наночастицы заданного состава со средним размером 2-3 нм, состоящие из смеси оксидов. Также автором впервые данным методом получены core/shell наночастицы сложных оксидов различного состава покрытие углеродной оболочкой толщиной 5 нм. Установлено, что углеродная оболочка сдерживает значительный рост кристаллитов при увеличении температуры обработки прекурсоров в углеродной матрице от 600 до 800 °С.

Следует отметить, что работа разбита на две взаимосвязанных части. Впервой части рассматривается научная составляющая, а именно получение, строение и свойства наноструктурированных сложных оксидов, а вторая посвящена практическому использованию их в качестве катодных материалов, что, безусловно, свидетельствует о желании автора показать реальную возможность практического применения выполненным научным разработкам. В этом разделе автором были проведены исследования, как состава сложных оксидов, так и методов их синтеза на электрохимические свойства. Среди множества полученных в данной части работы результатов следует отметить создание методики изготовления катодов, состоящих только из core/shell наночастиц сложных оксидов с графеном без использования дополнительных высокопроводящих допантов.

При прочтении автореферата возникает несколько вопросов, которые требуют дополнительных пояснений: на С. 5 автор указывает, что увеличение содержания никеля в составе сложных оксидов приводит к увеличению степени катионного смешения металлов в структуре, можно ли контролировать этот процесс? Автор указывает (С. 13), что степень окисления никеля +2, почему

исключается возможность присутствия никеля +3? Не совсем ясно, что будет происходить с первичными кристаллитами и углеродной оболочкой после длительной термической обработки при 800 °С и выше. На С. 18 обсуждается вопрос потери емкости core/shell наночастиц сложных оксидов, покрытых углеродной оболочкой при циклировании (материалы MN600 и LNMC 600). Интересным представляется степень равномерности этих потерь, каковы потери после первых двух-трех циклов?

Данные автореферата позволяют заключить, что работа была выполнена на высоком экспериментальном уровне с применением достаточного для получения надежных результатов набора физико-химических методов исследований. Результаты работы изложены в 5, указанных в автореферате научных статьях в ведущих рецензируемых изданиях и 1 патенте РФ на изобретение. Кроме того работа прошла достаточную апробацию на конференциях различного уровня.

На основе анализа данных автореферата и публикаций по теме работы считаем, что научный уровень работы и квалификация автора не вызывают сомнений. В этой связи диссертация Воронова В.А. соответствует критериям п. 9–14 Положения о присуждении ученых степеней, утвержденного Постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 года № 842 (в последней редакции 2016 года), предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата химических наук, а ее автор, Воронов Всеволод Андреевич, заслуживает присуждения искомой ученой степени кандидата химических наук по специальности 02.00.01 – неорганическая химия.

Румянцев Евгений Владимирович, кандидат химических наук, доцент, и. о. заведующего кафедрой неорганической химии, ФГБОУ ВО «Ивановский государственный химико-технологический университет», 153000, Иваново, Шереметевский пр., д. 7, Тел 84932 327256, e-mail: evr@isuct.ru

Вашурин Артур Сергеевич, кандидат химических наук, доцент кафедры неорганической химии ФГБОУ ВО «Ивановский государственный химико-технологический университет»
153000, Иваново, Шереметевский пр., д. 7, Тел 84932 327256, e-mail: asv87@mail.ru

Подписи Румянцева Е. В. и Вашурина А. С. заверяю.
Ученый секретарь Ученого совета ФГБОУ ВО «Ивановский государственный химико-технологический университет» Хомякова А. А.

