

ОТЗЫВ

на диссертационную работу Косовой Нины Васильевны «**Механохимически стимулированный синтез наноструктурированных катодных материалов для металл-ионных аккумуляторов**», оформленную в виде научного доклада и представленную к защите на соискание ученой степени доктора химических наук по специальности 1.4.15. Химия твердого тела

Диссертационная работа Косовой Н.В. посвящена одной из самых *актуальных* проблем современного материаловедения – поиску путей синтеза и оптимизации составов катодных материалов для литий- и натрий-ионных аккумуляторов. В своих исследованиях автор вполне обоснованно и чрезвычайно успешно сделал акцент на твердофазном механохимическом методе, позволяющем получать не только высокодисперсные продукты с улучшенными характеристиками, но и создавать *новые* композиционные материалы на основе двух активных электродных составляющих, в частности, $\text{LiCoO}_2/\text{LiMn}_2\text{O}_4$, $\text{LiVPO}_4\text{F}/\text{Li}_3\text{V}_2(\text{PO}_4)_3$, $\text{LiFePO}_4/\text{Li}_3\text{V}_2(\text{PO}_4)_3$. Более того, использование этого метода позволило автору синтезировать *новый* катодный материал состава $\text{Li}_4\text{Mn}_2\text{O}_5$ с уникальными электрофизическими свойствами. Косовой Н.В. *впервые* предложено использовать электрохимический ионный обмен для интеркаляции ионов лития в матрицу натрийсодержащего катодного материала. Показано, что полученные таким способом смешанные натрий-литиевые составы обладают улучшенными мощностными характеристиками и устойчивостью при циклировании.

Несомненным достоинством работы является использование автором комплекса современных методов изучения структуры и физико-химических свойств исследованных соединений: рентгенография, термический анализ, сканирующая и просвечивающая электронная микроскопия, ЯГР- и ЯМР-спектроскопии, методы колебательной спектроскопии (ИК и КР), методы измерения проводящих и электрофизических свойств (импедансная спектроскопия, циклическая хронопотенциометрия и вольтамперометрия и др.), – что обеспечивает достоверность полученных сведений. Результаты, полученные различными методами, взаимосогласованны и убедительно дополняют друг друга.

Полученные в диссертационной работе результаты, несомненно, имеют высокое практическое значение. Достаточно отметить, что автором получено 4

международных патента, а ее разработки легли в основу получения электродных материалов рядом отечественных и зарубежных компаний.

После ознакомления с докладом диссертационной работы возникли следующие вопросы и замечания:

1. Для катодных материалов Li_2MO_3 ($\text{M} = \text{Mn}^{4+}, \text{Ru}^{4+}$) в качестве электрохимически активной предложена пара O^{2-}/O^- (стр.20). Рассматривались ли другие варианты таких пар, например, $\text{Mn}^{4+}/\text{Mn}^{5+}$ или $\text{Ru}^{4+}/\text{Ru}^{5+}$?

2. В работе показано, что понижение размеров частиц LiMPO_4 до наноуровня, допирование и создание электропроводящего углеродного покрытия позволили увеличить электропроводность LiMPO_4 на несколько порядков (стр.21). Можно ли выявить основную причину значительного повышения электропроводности LiMPO_4 или это общий синергетический эффект?

Следует отметить, что указанные замечания не снижают ценности полученных результатов.

В целом можно заключить, что диссертационная работа Косовой Н.В. является исследованием на актуальную тему, выполненным на высоком научном уровне. Работа в полной мере удовлетворяет требованиям «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства РФ № 842 от 24 сентября 2013 г. с изменениями, внесенными постановлением Правительства РФ № 426 от 20 марта 2021 г., а ее автор Косова Н.В. заслуживает присуждения ученой степени доктора химических наук по специальности 1.4.15. Химия твердого тела.

10.12.2021

Член-корреспондент РАН, доктор химических наук, главный научный сотрудник ФГБУН Института химии твёрдого тела УрО РАН. 620990, г. Екатеринбург, ул. Первомайская, д. 91. Тел. +7-343-3745952. e-mail: bam@ihim.uran.ru

Бамбуров Виталий Григорьевич

Кандидат химических наук, ведущий научный сотрудник, зам. директора по научной работе ФГБУН Института химии твёрдого тела УрО РАН. 620990 г. Екатеринбург, ул. Первомайская, д. 91. Тел. +7-343-3623164. e-mail: leonidov@imp.uran.ru

Леонидов Илья Аркадьевич

Подпись Бамбурова В.Г. и Леонидова И.А. удостоверяю:
ученый секретарь ИХТТ УрО РАН



Богданова Е.А.