

ОТЗЫВ

на диссертацию Косовой Нины Васильевны на тему: «Механохимически стимулированный синтез наноструктурированных катодных материалов для металл-ионных аккумуляторов», оформленную в виде научного доклада и представленную на соискание ученой степени доктора химических наук по специальности

1.4.15. Химия твердого тела.

Благодаря достигнутому прогрессу в создании эффективных мельниц-активаторов, механохимические подходы в последние годы находят все большее применение в области химии твердого тела и химической технологии, в том числе для совершенствования существующих и создания новых эффективных электродных материалов. Важнейшей составной частью современных экологически безопасных систем энергоснабжения самого разного назначения являются литий-ионные аккумуляторы, одним из ключевых компонентов которых являются электродные материалы. Поскольку литий является редким элементом, то это отрицательно влияет на экономические показатели таких аккумуляторов и соответственно препятствует более широкому их использованию. Разработка физико-химического обоснования замены литий-ионных аккумуляторов на натрий-ионные позволила бы решить эту проблему. С этих позиций тема диссертационной работы Н.В. Косовой является, несомненно, актуальной.

Среди наиболее значимых результатов диссертационной работы Косовой Н.В., определяющих ее научную новизну, следует выделить:

- впервые проведен механохимический синтез нового соединения состава $\text{Li}_4\text{Mn}_2\text{O}_5$ со структурой каменной соли, которое обладает максимальной удельной емкостью среди известных соединений марганца за счет участия многоэлектронных окислительно-восстановительных процессов;

- впервые обосновано и предложено применение механохимического подхода для получения катодных материалов с пористой структурой, что повышает площадь контакта электрода с электролитом и ускоряет процессы обратимой интеркаляции ионов щелочных металлов;

- впервые на основе анализа большого объема полученных экспериментальных данных предложено использовать Na-содержащие катодные материалы как матрицы для интеркаляции ионов Li. Показано, что образующиеся смешанные Na-Li соединения наследуют структуру исходных соединений и обладают повышенными мощностными характеристиками и стабильностью при циклировании.

Практическая значимость диссертации Н.В. Косовой подтверждена тем, что разработанные подходы легли в основу создания механохимических технологий производства катодных материалов (LiCoO_2 , LiMn_2O_4 - на ПАО «Новосибирский завод химконцентратов» и LiFePO_4 - для ООО «Катодные материалы», г. Новосибирск). Кроме того, разработаны новые механохимические технологии получения катодных материалов для зарубежных компаний - SAFT (Франция), UMICORE (Бельгия) и EVONIC (Германия). Полученные результаты защищены российскими и международными патентами.

Теоретические положения и практические рекомендации базируются на результатах, полученных автором с использованием широкого спектра современных инструментальных методов исследований. Достоверность результатов и выводов не вызывает сомнений.

Результаты диссертационной работы Н.В. Косовой в период с 2012 по 2021 гг. были представлены и обсуждены на 39 всероссийских и международных конференциях. По теме диссертации опубликовано 30 статей в высокорейтинговых научных изданиях первого и второго квартилей, индексируемых в базах данных Scopus и Web of Science, а также рекомендованных ВАК РФ.

Перспективность научного направления, развиваемого Н.В. Косовой, и научная значимость результатов, представленных в диссертации, подтверждается поддержкой 4 грантами РФФИ и 1 грантом РНФ, уже выполненных или выполняемых в настоящее время под руководством автора диссертации.

По содержанию представленной диссертации можно сделать вопросы и замечания:

- 1) Как влияют на протекание изученных механохимических процессов параметры механоактивации - соотношения шары : загрузка, диаметр шаров, центробежный фактор? Какой режим (режимы) механоактивации рекомендуется?
- 2) В работе механоактивацию проводили в стальной центробежно-планетарной мельнице. Каков был уровень загрязнения продуктов активации железом за счет самоистирания шаров и барабана, и насколько он влияет на электрохимические характеристики полученных материалов?
- 3) Из текста доклада не ясно, на основании чего сделано заключение о вхождении углерода в поры электродного материал при создании композита электродный материал/углерод.

Замечания носят частный характер и не снижают ценность выполненного исследования.

Считаем, что диссертационная работа, оформленная в виде научного доклада, представляет собой законченное научное исследование и удовлетворяет требованиям п. 9 «Положения о порядке присуждения ученых степеней», утвержденного Постановлением

Правительства РФ» от 24.09.2013 г № 842 с изменениями от 20.03.2021 г., а ее автор Косова Нина Васильевна заслуживает присуждения ученой степени доктора химических наук по специальности 1.4.15. Химия твердого тела.

Институт химии и технологии редких элементов и минерального сырья им. И.В. Тананаева – обособленное подразделение Федерального государственного бюджетного учреждения науки Федерального исследовательского центра «Кольский научный центр Российской академии наук» (ИХТРЭМС КНЦ РАН)

Руководитель отдела технологии силикатных материалов

гл.н.с., д.х.н., доцент

Калинкин Александр Михайлович

Адрес: 184209, Мурманская обл., г. Апатиты, Академгородок, 26а, ИХТРЭМС КНЦ РАН

Тел.: (81555) 79-523

e-mail: a.kalinkin@ksc.ru

Заведующий лабораторией химии и технологии редкоземельного сырья

гл.н.с., д.т.н., доцент

Иваненко Владимир Иванович

Адрес: 184209, Мурманская обл., г. Апатиты, Академгородок, 26а, ИХТРЭМС КНЦ РАН

Тел.: (81555) 79-240

e-mail: v.ivanenko@ksc.ru

Подпись А.М. Калинкина и В.И. Иваненко заверяю:

Ученый секретарь института,

к.т.н.



Т. Н. Васильева

17.12.2021 г.