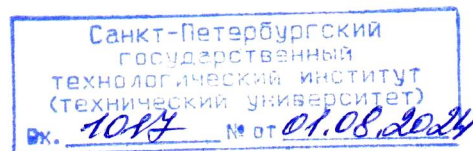


ОТЗЫВ



**на автореферат диссертации Максимова Максима Юрьевича
на тему «Управление составом и свойствами никельсодержащих оксидных систем
для твердотельных тонкопленочных аккумуляторов с использованием метода
молекулярного наслаивания»,
представленной на соискание ученой степени доктора технических наук
по специальности 1.4.15. Химия твердого тела**

Диссертационная работа Максимова М.Ю., целью которой является разработка научно-технологических подходов к управлению составом и свойствами тонкопленочных никельсодержащих оксидов металлов, полученных с использованием метода молекулярного наслаивания, для твердотельных тонкопленочных литий-ионных аккумуляторов (ТЛИА), безусловно, является актуальной, так как никелат лития является перспективным катодным материалом ТЛИА, обладающим существенно большей емкостью по сравнению с LiCoO_2 . Разработка подходов к управлению составом и свойствами никельсодержащих оксидных систем с использованием широко распространенного в мировой микроэлектронной промышленности метода молекулярного наслаивания (МН) имеет большое фундаментальное и практическое значение, так как данный метод позволяет наносить равномерные тонкие пленки как на пористые материалы, так и на высокоаспектные структуры, с прецизионной точностью по толщине.

Научная новизна представленной работы характеризуется следующими основными моментами. В работе установлена взаимосвязь между последовательностью проведения технологических операций молекулярного наслаивания, составом, структурой и свойствами тонкопленочных систем Ni-O, Ni-Co-O, Ni-Al-O. В результате исследований продемонстрировано увеличение емкости в процессе электрохимических испытаний для анодных материалов наноразмерных покрытий систем Ni-O, Ni-Co-O, Ni-Al-O, которое связано с образованием побочного конверсионно-емкостного слоя. Особое внимание заслуживает часть работы, посвященная разработке подхода к получению тонкопленочных катодных материалов на базе никелата лития с использованием метода молекулярного наслаивания, который заключался в необходимости синтеза мультислойных покрытий и проведении последующей термической обработки с применением диффузионного барьерного покрытия между материалами пленки и подложки. Следует также особо отметить и то, что автором подтверждена электрохимическая работоспособность полученных тонкопленочных катодных материалов на базе никелата лития, значения удельной емкости которых составили 20-26 $\text{мкА} \cdot \text{ч} \cdot \text{мкм}^{-1} \cdot \text{см}^{-2}$ (при токах разряда 5-7C), что сопоставимо с промышленными порошковыми катодными материалами.

Большое практическое значение представляют разработанные автором экспериментальные подходы, которые могут быть использованы в качестве основы технологии по получению твердотельных тонкопленочных литий-ионных аккумуляторов не только в планарном исполнении, но и применительно к высокоаспектным структурам.

При чтении автореферата возникли некоторые замечания:

- 1) На стр. 9 имеется опечатка «...с последующим окислением органических лиганд...»
- 2) Из описания рисунков 2, 5, 14 и 21 непонятно, какой электролит использовался. Следовало бы привести эти данные в подписях к рисункам.
- 3) На стр. 12 «С увеличением содержания Ni в пленках параметр элементарной ячейки а уменьшается с 4,245 до 4,161 Å, что отражается в плавном смещении положений пиков (111), (200) и (220), таблица 3. Параметры элементарных ячеек NiO и CoO хорошо согласуются с данными для компактных материалов 4,24 Å и 4,16 Å соответственно». Чтобы было соответственно, в последнем предложении цифры следует поменять местами.
- 4) На стр. 27 отмечается «Сравнительный анализ спектров O1s и Li1s указывает, что литий в поверхностных слоях находится в виде фторида и частично в составе LiOH и/или Li₂O₂», однако не говорится о том, откуда взялся фтор в пленках.

Отмеченные выше замечания носят исключительно рекомендательный характер и не снижают научной значимости и общей высокой оценки работы.

Исходя из вышесказанного, считаю, что по своей новизне, актуальности и значимости данная диссертационная работа соответствует требованиям, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени доктора технических наук в соответствии с пунктами 9-14 Положения о присуждении ученых степеней (утверждено Постановлением Правительства РФ от 24.09.2013 г. № 842 в действующей редакции), а сам автор диссертации, **Максимов Максим Юрьевич**, заслуживает присуждения искомой степени доктора технических наук по специальности **1.4.15. Химия твердого тела**.

Доктор химических наук (02.00.04 – физическая химия), профессор РАН,
Главный научный сотрудник лаборатории химии
летучих координационных и металлоорганических соединений
ФГБУН «Институт неорганической химии им. А.В. Николаева
Сибирского отделения Российской академии наук» (ИНХ СО РАН),
630090, г. Новосибирск, проспект академика Лаврентьева, 3
Тел. +79137883139
email: basova@niic.nsc.ru

Басова Тамара Валерьевна
23.07.2024



Подпись ЗАВЕРАЮ
УЧ. СЕКРЕТАРЬ ИНХ СО РАН
О.А. ГЕРАСЬКО
23 07 2024