

ОТЗЫВ

официального оппонента

на диссертационную работу **Долининой Алеси Сергеевны**

“Получение наноразмерных оксидов кадмия и меди в аппаратах на переменном токе промышленной частоты”, представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.17.02 – «Технология редких, рассеянных и радиоактивных элементов»

Нанодисперсные оксиды кадмия и меди находят широкое практическое применение во многих областях и, прежде всего, в различных приложениях электронной и электротехнической промышленности. Существует большое многообразие методов синтеза функциональных материалов, где реализованы как химические, так и физические подходы. При этом ключевым аспектом является получение смеси нанофаз оксидов кадмия и меди – материалов с равномерным распределением в образце. Использование электрохимического способа получения оксидов металлов позволяет существенно снизить вредное воздействие на окружающую среду. Несмотря на заманчивые перспективы применения электрохимических подходов к целенаправленному (контролируемому) синтезу однородных оксидных фаз кадмия и меди, в литературе встречаются лишь единичные работы. В связи с этим актуальность диссертационной работы Долининой Алеси Сергеевны, посвященной синтезу оксидных нанопорошков кадмия и меди с заданными характеристиками, трудно переоценить.

Научную новизну работы, в первую очередь, определяет установление кинетических особенностей совместного окисления кадмия и меди под воздействием переменного тока промышленной частоты. На основании предложенной автором модели стало возможным проводить оптимизацию процессов электрохимического окисления металлов.

Полученные автором данные получения однородных высокодисперсных функциональных материалов на основе меди и кадмия имеют серьёзную практическую значимость, прежде всего, связанную со снижением экологической опасности. Следует отметить наличие акта об использовании результатов диссертационных исследований, что является дополнительным подтверждением практической ценности представляемой диссертации.

Диссертация Долининой А.С. состоит из введения, пяти глав, выводов и списка литературы, который содержит 188 ссылки. Работа изложена на 188 странице, включает 50 рисунков и 24 таблицы. В диссертации имеются приложения *А* и *Б*. В приложении *А* представлены документы на основные используемые в работе реагенты и кратко приведены методы получения нанопорошков оксидов металлов. В приложении *Б* представлен акт об использовании результатов диссертационных исследований, подтверждающий практическую значимость проведенных работ.

В рассматриваемой работе проведен достаточно глубокий обзор современного состояния дел по проблематике диссертации, а именно, показано применение материалов на основе оксидов меди и кобальта, рассмотрены методы их получения, в том числе с применением переменного тока. В заключение главы сформулирована цель и задачи исследования.

Во второй главе автором подробно указаны характеристики используемых в работе реагентов, детально изложена методика проведения экспериментов, проанализированы современные физико-химические методы (рентгенофазовый анализ, адсорбционные измерения поверхностных характеристик, дифференциально-термический анализ, электронно-микроскопические исследования) в свете исследования продуктов электрохимического окисления.

В трех последующих главах описаны основные полученные результаты и проведено детальное обсуждение экспериментального материала: показаны

кинетические закономерности процесса электрохимического окисления металлических кадмия и меди на переменном токе, проведено исследование основных факторов, оказывающих влияние на свойства получаемых материалов; представлены результаты исследования состава и свойств полученных образцов и, наконец, предложена схема получения оксидов кадмия и меди на переменном токе.

Вопросы и замечания по работе:

1. Осуществлялось ли перемешивание раствора при электрохимическом окислении кадмия и меди?

2. В работе не показано, за счет чего достигалась однородность по химическому составу получаемых материалов. Оценивалось ли влияние плотности, размеров и морфологии частиц на их осаждение?

3. Чем обусловлен выбор «минимальной» концентрации хлорида аммония 3 мас.%? К чему приводит дальнейшее понижение концентрации?

4. Стр. 38 и 46: почему автор заявляет, что кадмий и медь «являются представителями одной группы периодической системы и относятся к *d*-элементам»? Да, медь и кадмий – *d*-элементы, но являются представителями первой и второй групп (в длиннопериодном варианте – I Б и II Б, соответственно).

5. Как влияет на функциональные свойства (электропроводность) наличие гидроксидных форм меди и кадмия?

6. Были ли попытки рассчитать размер кристаллитов по рентгенографическим данным?

7. За счет какого процесса наблюдается значительное уменьшение массы образца при нагревании (ДТА), например, рис. 4.4?

8. Проводилась ли оценка рисков при выделении водорода (техника безопасности без учета воспламенения (взрыва)) и соответствующих затрат?

9. В представляемой работе есть некоторая небрежность в оформлении. Так, встречаются несогласованные предложения, не совсем логичные фразы, повторы (например, стр. 18, 24), что несколько усложняет восприятие представленного материала. Нет единообразия в оформлении рисунков.

Отмеченные замечания носят частный характер, являются несущественными и не снижают общей положительной оценки работы.

Полученные автором результаты достоверны и не вызывают сомнений, а заключения и выводы обоснованы. Защищаемые положения не противоречат известным достижениям фундаментальных и прикладных научных дисциплин.

Диссертационная работа оформлена в соответствии с требованиями.

Автореферат достаточно полно отражает содержание диссертации. Основные материалы диссертации широко освещены в рецензируемых журналах. Опубликовано 4 статьи в изданиях “Перечня ведущих периодических изданий ВАК”, 4 статьи в изданиях, входящих в международную реферативную базу данных Scopus, 5 статей в изданиях, входящих в международную реферативную базу данных Web of Science. Кроме того, работа была неоднократно апробирована на международных конференциях.

Установленные автором взаимосвязи между различными параметрами электрохимического процесса и скоростью синтеза и структурой получаемых материалов вносят заметный вклад в технологию неорганических материалов.

По актуальности рассматриваемых вопросов, научной и практической значимости полученных результатов, их новизне и достоверности диссертационная работа “Получение наноразмерных оксидов кадмия и меди в аппаратах на переменном токе промышленной частоты” полностью соответствует требованиям п.8, п.9, п.10 «Порядка присуждения ученых степеней в Национальном исследовательском Томском политехническом

университете» (приказ №93/од ректора от 06.12.2018) а её автор, **Долинина
Алеся Сергеевна**, заслуживает присуждения ученой степени кандидата
технических наук по специальности 05.07.02 – Технология редких,
рассеянных и радиоактивных элементов.

Согласен на сбор, обработку, хранение и размещение в сети «Интернет»
моих персональных данных (в соответствии с требованиями приказа
Минобрнауки России № 662 от 01.07.2015 г.), необходимых для работы
диссертационного совета.

Ведущий научный сотрудник лаборатории гидрометаллургических процессов
Института химии и химической технологии Сибирского отделения Российской
академии наук - обособленного подразделения Федерального
государственного бюджетного научного учреждения Федеральный
исследовательский центр "Красноярский научный центр Сибирского
отделения Российской академии наук", доктор химических наук, доцент

660036, г. Красноярск, Академгородок, 50, стр.24

р.т. (391)2051929

e-mail: ov_bela@icct.ru

Белоусов Олег

Владиславович

<



1.12.2021

Подпись Белоусова О.В. заверяю:

Учёный секретарь ИХХТ СО РАН





Зайцева Юлия Николаевна