

Отзыв

члена диссертационного совета Гулиной Ларисы Борисовны
на диссертацию Хайруллиной Евгении Мусаевны
на тему «Лазерно-индуцированный синтез металлических
наноструктурированных электродов для бесферментных сенсоров»,
представленную на соискание ученой степени кандидата химических
наук по научной специальности 1.4.15 - Химия твердого тела

Диссертационная работа Хайруллиной Евгении Мусаевны посвящена исследованию процессов получения функциональных наноструктурированных материалов под действием лазерного излучения на границе раздела подложка – реакция среда, при этом рассматривались системы, содержащие компоненты в различном агрегатном состоянии. Основными и наиболее значимыми результатами работы являются методики управляемого синтеза рабочих электродов на основе меди и никеля для бесферментных сенсоров. Бесферментные сенсоры представляют собой перспективную альтернативу классическим ферментным системам, которые подвержены влиянию внешних факторов, таких как температура и pH. Благодаря своей стабильности бесферментные сенсоры обладают высоким потенциалом применения в медицине, экологии, пищевой промышленности и т.д., что делает разработку подобных устройств задачей с высокой практической значимостью и определяет актуальность представленного диссертационного исследования.

Новизна работы обусловлена разработкой новых методик лазерно-индуцированного синтеза металлосодержащих проводящих структур на поверхности гибких и жестких подложек, таких как стекло, стеклокерамика, полиимид, полиэтилентерефталат и полиэтиленнафталат. Показано, что электроды на гибких подложках демонстрируют высокую адгезию и сохраняют функциональные свойства при многократном изгибе, что подтверждает перспективность предложенного подхода для дальнейшего практического применения. Исследование процессов лазерно-индуцированного синтеза на границе раздела подложка – жидкая реакция среда позволило разработать методики синтеза электродов на основе никеля и полиметаллических систем, таких как Ni-Au и Ni-Pt. Изучение особенностей процессов под воздействием лазерного излучения на границе раздела подложка – твердая реакция среда выполнено с использованием в качестве прекурсоров твердых пленок на основе оксидных наночастиц. В этом случае инициируются процессы не только восстановления, но и спекания, что приводит к образованию токопроводящих электродов.

Прикладная значимость исследования обусловлена изучением электрохимических свойств новых материалов, которые показали высокую сенсорную активность и возможность использования при детектировании глюкозы, перекиси водорода, дофамина.

Работа имеет классическую структуру, содержит 3 основные главы. В первой приведен обзор литературы, связанной с тематикой лазерно-индуцированного синтеза на границе раздела фаз и разработкой металлических электродов для бесферментных электрохимических сенсоров. Во второй главе описаны экспериментальные методики синтеза, характеристики и электрохимического исследования полученных материалов.

Третья, наиболее объемная и содержательная, глава посвящена изложению и обсуждению экспериментальных результатов, полученных в процессе диссертационного исследования. Положительное впечатление производит попытка соискателя сформулировать выявленные закономерности лазерно-индуцированного синтеза на границе раздела фаз, чему посвящен параграф 3.4 диссертации. Работа содержит 85 рисунков, 21 таблицу и 263 ссылки на литературные источники. Полученные экспериментальные результаты, кратко изложенные в заключении диссертации, убедительно показывают возможность использования лазерно-индуцированного синтеза для решения современных препаративных задач химии твердого тела и материаловедения. Высокий научный уровень и актуальность исследования подтверждается качественными публикациями (5 статей) в профильных периодических высокорейтинговых международных изданиях, индексируемых известными наукометрическими базами данных. Работа выполнялась при поддержке грантов РФФИ и РНФ и прошла апробацию на 10 международных конференциях.

Представленные результаты и их обсуждение полностью подтверждают и обосновывают положения, выносимые на защиту. Автор детально анализирует полученные данные, демонстрируя их значимость и актуальность в контексте существующих научных знаний. Каждый аспект исследования тщательно обоснован и подтвержден и использованием современных физико-химических методов анализа, что позволяет сделать выводы о высоком уровне достоверности результатов. Обсуждение включает в себя сопоставление с данными ранее проведенных известных из литературы научных исследований, что подчеркивает оригинальность и новизну работы.

При прочтении диссертации возникло несколько замечаний и вопросов.

1. По какому принципу были выбраны базовые металлы синтезированных электродов – медь и никель. Продиктован ли данный выбор возможностями и ограничениями метода лазерно-индуцированного синтеза?

2. При обсуждении изменения морфологии поверхности после лазерно-индуцированного синтеза в параграфе 3.4. приводятся, в том числе, СЭМ изображения поперечных сечений металлических структур (С. 120). В работе использовались подложки нескольких типов. Какие именно представлены на изображениях, приведенных на Рисунках 76-77?

3. При описании синтеза и сложной морфологии частиц Ag-Au наряду с терминами «ядро-оболочка» и «ядро-клетка» в подписи к Рисунку 66 на С. 108 используется словосочетание «ядро-оболочка-ядро». Требуется пояснения, какие два ядра в этой промежуточной структуре.

4. Несомненным достоинством диссертационного исследования является попытка систематизации и обобщения полученных экспериментальных данных. Примером такой работы может служить Таблица 8 с предваряющими её комментариями и другие таблицы, в которых проводится сравнение характеристик полученных материалов с известными из литературы аналогами, а также параграф 3.4, в котором выполняется попытка формулирования закономерностей лазерно-индуцированного синтеза на границе раздела. В качестве недостатков оформления, замеченных при ознакомлении с работой,

можно отметить потерю качества некоторых рисунков. На СЭМ изображениях рисунка 61 (С. 108) не вполне понятно значение масштабной шкалы.

Приведенные комментарии и вопросы не затрагивают основных положений и выводы диссертации и не снижают общую научную ценность работы и ее исключительно положительную оценку.

С учетом всего вышесказанного полагаю:

Содержание диссертации Хайруллиной Евгении Мусаевны на тему «Лазерно-индуцированный синтез металлических наноструктурированных электродов для бесферментных сенсоров» соответствует научной специальности 1.4.15 Химия твердого тела.

Диссертация является законченной научно-квалификационной работой, в которой содержится решение научной задачи получения с помощью лазерно-индуцированного синтеза электрохимически активных материалов на основе металлических наноструктур, что имеет значение для развития представлений химии твердого тела в области лазерного материаловедения и их использования при создании бесферментных сенсоров.

Нарушений пунктов 9, 11 Порядка присуждения Санкт-Петербургским государственным университетом ученой степени кандидата наук, ученой степени доктора наук соискателем ученой степени мною не установлено.

Диссертация Хайруллиной Евгении Мусаевны на тему «Лазерно-индуцированный синтез металлических наноструктурированных электродов для бесферментных сенсоров» соответствует критериям, которым должны отвечать диссертации на соискание ученой степени кандидата наук, установленным приказом от 19.11.2021 № 11181/1 «О порядке присуждения ученых степеней в Санкт-Петербургском государственном университете» и рекомендована к защите в СПбГУ, а соискатель Хайруллина Евгения Мусаевна заслуживает присуждения ученой степени кандидата химических наук по научной специальности 1.4.15 Химия твердого тела.

Член диссертационного совета,
доктор химических наук,
доцент Кафедры химии твердого тела
Санкт-Петербургского государственного университета

Гулина Лариса Борисовна

