

Отзыв

члена диссертационного совета Тарасенко Николая Владимировича на диссертационную работу Хайруллиной Евгении Мусаевны на тему «Лазерно-индуцированный синтез металлических наноструктурированных электродов для бесферментных сенсоров», представленную на соискание ученой степени кандидата химических наук по специальности 1.4.15 - Химия твердого тела

Диссертационная работа Хайруллиной Е.М. посвящена лазерно-индуцированным процессам на границе раздела фаз подложка – реакционная среда в ходе синтеза металлических наноструктурированных электродов для бесферментных сенсоров. Рассмотрены следующие лазерно-индуцированные процессы: модификация поверхности на воздухе, модификация под слоем жидкого прекурсора с одновременным синтезом новой фазы и воздействие на поверхность подложки через пленку твердофазного прекурсора также с синтезом новой фазы. Такая комбинация подходов позволила изучить влияние условий лазерного воздействия на адгезионные свойства материалов и провести всестороннюю оценку их эффективности для разработки новых сенсорных платформ. Значимой особенностью данной работы является использование в качестве подложек как жестких, так и гибких (полимерных) материалов, что открывает перспективы практического применения проводимых исследований для создания гибких электрохимических сенсоров. Важно отметить, что основное внимание в работе уделяется рассмотрению именно химических процессов под действием лазерного излучения, которые приводят к формированию новой фазы на поверхности подложки, в отличие, например, от методов лазерного структурирования поверхности.

Лазерно-индуцированный синтез позволяет инициировать реакции восстановления ионов металлов непосредственно на поверхности подложки, что приводит к образованию металлических структур с высокой адгезией. Кроме того, простота варьирования параметров лазерного воздействия, таких как плотность мощности и скорость сканирования, позволяет управлять морфологией образующихся наноструктурированных электродов, что является ключевым фактором для разработки высокоэффективных электрохимических сенсоров. Таким образом, акцент на химических процессах, инициируемых лазерным излучением на границе раздела подложка – реакционная среда, не только расширяет границы применения лазерно-индуцированного синтеза, но и открывает новые возможности для создания высокоэффективных материалов, отвечающих современным требованиям, что обуславливает высокую актуальность и практическую значимость работы.

Диссертационная работа содержит ряд оригинальных и значимых результатов. Определены ключевые параметры лазерного воздействия на границу раздела подложка –

реакционная среда, как в случае лазерной модификации поверхности на воздухе, так и при лазерно-индуцированном синтезе из твердых и жидких прекурсоров для создания электродных материалов с высокой сенсорной активностью по отношению к целевым анализам. Отдельно стоит отметить высокопроизводительные методики синтеза электродов на поверхности таких гибких полимерных материалов как ПЭТ, ПЭН, ПИ, которые продемонстрировали способность сохранять функциональные свойства при многократном изгибе, что подчеркивает перспективность данного подхода для создания бесферментных сенсоров. Полученные результаты обладают высокой как практической, так и научной значимостью, открывая новые возможности для создания эффективных инструментов для анализа глюкозы, пероксида водорода и дофамина. Научная значимость полученных результатов заключается в углублении понимания процессов лазерно-индуцированного синтеза и их влияния на морфологию и свойства материалов, что может служить основой для дальнейших исследований в этой области. Практическая значимость состоит в создании новых методик синтеза и модификации электродов, что позволяет значительно улучшить чувствительность и рабочий диапазон концентраций, определяемых электрохимическими сенсорами, а также расширить их область применения.

Полученные результаты обладают необходимой внутренней согласованностью, а также соответствуют литературным данным и аналогам, сравнительный анализ с которыми также приведен в диссертации, что позволяет признать результаты достоверными. Кроме того, достоверность подтверждается использованием комплекса современного научного оборудования, что обеспечивает требуемый научный уровень работы, а также высокую точность и надежность исследования. Публикация материалов диссертации в пяти международных изданиях, индексируемых WoS и Scopus, также говорит о научной ценности результатов и их высоком уровне.

При ознакомлении с текстом диссертации возникли следующие вопросы:

1. В работе описан случай неполного восстановления оксидных наночастиц при синтезе на границе раздела подложка – твердая реакционная среда. Возможно ли полное восстановление оксидных наночастиц с формированием медных структур для расширения спектра применения данного метода, например, для получения гибких электрических контактов.
2. В работе представлены данные об изменении аналитических характеристик полученных электродов в течение 30 дней. Однако в перспективе необходимо иметь данные о процессах старения электродов в течение более длительного периода как в ходе их эксплуатации, так и хранения.

Приведенные замечания носят исключительно проясняющий характер и являются уточнением отдельных аспектов, при этом не влияют на положительную общую оценку работы, представленные выводы и защищаемые положения.

В целом диссертационная работа Хайруллиной Е. М. является завершенной квалификационной научной работой, содержит новые научно обоснованные результаты, совокупность которых имеет важное значение для решения актуальной научной задачи современной электрохимии, связанной с созданием сенсорных устройств для экспресс тестов.

Диссертация Хайруллиной Евгении Мусаевны на тему «Лазерно-индуцированный синтез металлических наноструктурированных электродов для бесферментных сенсоров» соответствует критериям, установленным Приказом от 19.11.2021 № 11181/1 «О порядке присуждения ученых степеней в Санкт-Петербургском государственном университете», а соискатель Хайруллина Евгения Мусаевна заслуживает присуждения ученой степени кандидата химических наук по научной специальности 1.4.15 - Химия твердого тела. Нарушений соискателем пунктов 9, 11 Порядка присуждения Санкт-Петербургским государственным университетом ученой степени кандидата наук мною не установлено.

Член диссертационного совета

член-корреспондент НАН Беларуси

доктор физико-математических наук, профессор

заведующий центром «Физика плазмы»

Института физики НАН Беларуси,

Минск, Беларусь

17.10.2024 г. _____

