

ОТЗЫВ

**члена диссертационного совета на диссертацию
Васильевой Анны Алексеевны на тему: «Синтез композитов на основе
полианилина, допированного наночастицами металлов для
электрохимических сенсоров», представленную на соискание ученой
степени кандидата химических наук по научной специальности**

1.4.6. Электрохимия

Диссертационная работа А.А. Васильевой посвящена созданию электродных систем на основе металлических наночастиц, внедренных в полианилиновую матрицу. В работе изучены аспекты формирования полианилина непосредственно на поверхности темплатов, изучено влияние типа и архитектуры темплата на морфологию получаемых структур. В работе применен метод лазерно-индуцированного осаждения металлических наночастиц для получения композитов полианилин – металлические наночастицы.

Полианилин как электропроводящий полимер на протяжении ряда лет не перестает привлекать внимание многих научных групп в мире. При этом его физико-химические и электрофизические свойства в существенной степени зависят от условий его получения, кислотности среды, а также взаимодействия с другими компонентами, например, как в данном случае – с наночастицами металлов. В данной работе для модификации (декорирования) полимера металлическими наночастицами был применен метод лазерно-индуцированного осаждения, который позволил варьировать составом получаемых наночастиц, управлять их морфологией. Таким образом, разработка методик, позволяющих непосредственно на поверхности подложек воспроизводимо получать покрытия с заданными свойствами на основе полианилина, является **актуальной задачей**.

Работа А.А. Васильевой отличается научной новизной. В первую очередь, можно отметить разработку методики микросинтеза полианилина на поверхностях различной топологии и получение на его основе полимерных покрытий с заданными целевыми свойствами. В работе впервые

продемонстрирована возможность получения методом лазерно-индуцированного осаждения наночастиц Cu, Ag, Pt, Au, Ru, AgPt, AgAu из не применявшихся ранее прекурсоров. Особенно важно, что автору диссертации удалось подтвердить активность полученных структур в электрокатализе ряда процессов – выделения водорода, окисления аскорбиновой кислоты, при детектировании глюкозы.

Практическая значимость работы. В результате выполнения диссертационного исследования была разработана и успешно реализована методика «in situ» микросинтеза полианилина непосредственно на подложках различной архитектуры. Практически полезным представляется использование метода центрифугирования, что позволило обеспечить равномерное заполнение пор темплата полимером. Предложен и успешно апробирован высокоэффективный метод лазерно-индуцированного синтеза металлических наночастиц Cu, Ag, Pt, Au, Ru, AgPt, AgAu из коммерчески доступных прекурсоров. Показана возможность практического применения разработанных структур подложка-полианилин для детектирования аскорбиновой кислоты и детектирования глюкозы.

Достоверность полученных результатов подтверждается тем, что исследования проведены с использованием целого комплекса взаимодополняющих физико-химических методов анализа: ИК и КРС спектроскопии, спектроскопии поглощения, сканирующей электронной микроскопии, энергодисперсионного рентгеновского микроанализа, просвечивающей электронной микроскопии, рентгеновской фотоэлектронной спектроскопии. Электрохимические свойства полученных композитных структур изучались методами циклической вольтамперометрии, спектроскопии импеданса и хроноамперометрии. Результаты работы хорошо апробированы на целом ряде научных конференций (11 международных и российских конференций), опубликованы в высокорейтинговых научных журналах (5 работ в научных журналах, относящихся к квартилю Q1 и входящих в базу данных Scopus).

Структура работы – традиционная. Диссертация состоит из Введения, подробного Обзора литературы, Методической части и Экспериментальной части, разбитой на 5 подразделов, а также Обсуждения результатов, Выводов и Списка литературы, состоящего из 160 ссылок. Логика представления материалов не вызывает нареканий. Автор последовательно обсуждает результаты синтеза темплатов из анодированного оксида алюминия, затем *in situ* микросинтез полианилина на этих темплатах с различной архитектурой (2D и 3D). Отдельно рассматриваются лазерно-индуцированное осаждение наночастиц Cu, Ag, Au, Pt, Ru и биметаллических наночастиц, и, что особенно стоит отметить – отдельным разделом представлены выявленные закономерности лазерно-индуцированного осаждения наночастиц металлов. Далее представлены результаты, свидетельствующие об успешном использовании этих выявленных закономерностей при синтезе наночастиц непосредственно на полианилине, в результате чего получены и исследованы композиты полианилин – наночастицы. В заключительных разделах анализируются результаты электрохимических испытаний полученных композитов полианилин – металлические наночастицы и приведены примеры их практического применения для процессов электрокатализа.

Диссертация написана хорошим научным языком, практически без орфографических ошибок. Заключение и выводы, сделанные автором, соответствуют содержанию диссертации.

Как и по любой другой большой научно-исследовательской работе, по диссертации А.А. Васильевой возник ряд вопросов и замечаний, которые, впрочем, не затрагивают основных положений и выводы диссертации.

1. По какому принципу были выбраны металлы – медь, серебро, платина, золото, рутений, для получения наночастиц методом лазерно-индуцированного осаждения. Связан ли выбор с особенностями (возможностями и ограничениями) этого метода?

2. Насколько стабильны во времени медные структуры, полученные из растворов фталоцианина?

3. Автор указывает на образование биметаллического сплава *Ag-Pt* в области контакта монометаллических фаз (стр. 94). Действительно, термин *сплав* принят в англоязычной литературе. Однако, возможно, более правильно было бы говорить об образовании твердого раствора?

5. Планируется ли патентование предложенных в диссертации методик синтеза?

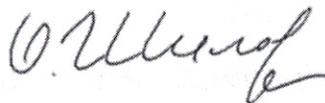
6. На Рис. (17, 18, 20, 21, 33 и др.), на которых представлены спектры ИК и КР, следовало бы отметить основные характерные полосы, которые обсуждаются в тексте диссертации.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Диссертация Васильевой Анны Алексеевны на тему «Синтез композитов на основе полианилина, допированного наночастицами металлов для электрохимических сенсоров» соответствует основным требованиям, установленным Приказом от 19.11.2021 г. № 11181/1 «О порядке присуждения ученых степеней в Санкт-Петербургском государственном университете», соискатель Васильевна Анна Алексеевна заслуживает присуждения ученой степени кандидата химических наук по научной специальности 1.4.6. Электрохимия. Пункты 9 и 11 указанного Порядка диссертантом не нарушены.

Член диссертационного совета,
доктор химических наук, профессор

Шилова Ольга Алексеевна



Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
Ордена Трудового Красного Знамени Институт химии силикатов
им. И.В. Гребенщикова Российской академии наук (ИХС РАН)

Санкт-Петербург
07.11.2022 г.

Подпись Шиловой О. А.
удостоверяю



О.В. Круглова