

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Силиной Юлии Евгеньевны "Микроаналитические тест-средства на основе наноструктурированных органо-неорганических гибридных пленок", представленной на соискание ученой степени доктора химических наук по специальности 1.4.2. Аналитическая химия

Прогресс в области микро- и нанотехнологии стимулировал не только развитие приборной интегральной электроники и фотоники, предназначенных, в первую очередь, для обработки информации, но и инициировал реализацию новых технических решений в условиях систем, которые зачастую называют первичными преобразователями информации, то есть сенсорами. В то же время конструктивно-технологическая интеграция сенсорных, процессорных и исполнительных устройств на так называемом «чипе» позволила перейти к системам, наделенным по своим возможностям не просто контролирующими, но и аналитическими функциями, что определило появление микроаналитических систем. Эти приборы по своим физическим возможностям в отношении чувствительности контрольно-измерительных процедур находятся между классическими датчиками и аналитическими системами, опережая последние, как правило, в оперативности проведения анализа. Биомикроаналитические методы – это методы детекции, основанные на взаимодействии выявляемого вещества с рецепторными молекулами биологической природы. В качестве таких молекул могут применяться ферменты, антитела, поверхностные рецепторы клеток, олигонуклеотиды, пептиды, флавоноиды, лектины и др. Способность некоторых биологических молекул специфически распознавать молекулу-мишень делает их идеальным инструментом для обнаружения целевых соединений в сложных многокомпонентных смесях. Поэтому биомикроаналитические подходы весьма перспективны в применении как для традиционных лабораторных измерений в медицинской и ветеринарной диагностике, экологическом мониторинге, обеспечении биобезопасности и многих других областях, так и в качестве исследовательских инструментов для получения новой информации о структуре и свойствах молекулярных объектов различной природы.

Использование в биомикроанализе различных меток, включаемых в реагенты и входящих в состав образующихся в ходе анализа детектируемых комплексов, является весьма многообещающим направлением развития микроаналитических методов, благодаря возможности их высокочувствительного выявления, и в ряде случаев снижает пределы детекции на несколько порядков. В качестве подобных меток или маркеров, например различных видов заболеваний, могут применяться низкомолекулярные биоаналиты. Но недостаточное понимание того, каким образом возможно обеспечить введение маркера и его точную регистрацию по окончании анализа ограничивает широкое применение маркерных методов. Кроме того, несмотря на многие недавние достижения в точной экспериментальной характеристике и улучшении основных методов электронной структуры, надежные базы данных о структурах и энергетике сложных органо-неорганических гибридных систем в значительной степени отсутствуют. Поэтому актуальность и своевременность разработки надежных экспресс-методов определения низкомолекулярных биоаналитов в реальных объектах, чему, собственно и посвящена работа, не вызывает сомнений. Автор представленной работы ставит перед собой цель разработки методологии создания и применения в анализе наноструктурированных функциональных органо-неорганических гибридных пленок (ОНГ-пленок) нанобиосенсоров и тест-систем с настраиваемой структурой и свойствами. Необходимо отметить, что цель работы, безусловно, достигнута.

Большое внимание заслуживает предложенный автором научно-обоснованный методологический подход к инженерии тест-устройств на основе самоорганизующихся ОНГ-пленок посредством направленного изменения их структуры и свойств под требования конкретной аналитической задачи и типа измерительной платформы. Данную

методологию можно характеризовать как новое научное направление в области аналитической химии. Другими важнейшими результатами работы являются следующие:

- разработан одностадийный метод электрохимического управляемого синтеза наноструктурированных ОНГ-пленок путем соосаждения компонентов гибридной пленки из смешанных растворов электролитов;

- разработаны оригинальные методики оценки стабильности и однородности распределения органо-неорганических компонентов в осаждаемом слое синтезируемых ОНГ-пленок;

- развиты модельные представления об образовании капсульной и адсорбционной субструктур ОНГ-пленок, внутреннее строение которых определяет наблюдаемые электро-аналитические свойства органо-неорганических гибридных систем;

- выявлены факторы, обуславливающие увеличение сенсорного и ионизационного отклика микроаналитических систем на основе полученных ОНГ-пленок с наночастицами благородных металлов (амперометрические нанобиосенсоры, мишени-эмиттеры ионов в методе поверхностной лазерной десорбции/ионизации);

- разработаны макеты одноканальных амперометрических нанобиосенсоров модульного типа для анализа L-лактата, D-глюкозы, пероксида водорода и глутаральдегида, которые могут быть прототипами приборов для серийного применения;

- предложены концептуальные подходы к гетерогенной in-situ модуляции свойств апо-ферментов на поверхности электродов с иммобилизованными кофакторами;

- продемонстрирована принципиальная возможность формирования однородных полимерных сорбентов на поверхности пьезокварцевых микровесов;

- экспериментально подтверждена эффективность работы нанобиосенсоров на основе ОНГ-пленок с иммобилизованными оксидазами для циклического электрохимического определения глюкозы, низших спиртов, лактата и пероксида водорода без вымывания водорастворимых ферментов (GO_x , AO_x , LO_x , CAT, HRP);

- систематизированы требования к оптимальной структуре и составу функциональных ОНГ-слоев в зависимости от типа измерительной аналитической платформы.

Поражает обилие представленного в работе экспериментального материала с использованием современных методов физико-химического анализа, и большое количество разнообразных методов и подходов, примененных автором диссертации для выполнения поставленных задач. Такое успешное сочетание самых разных методов исследования является, безусловно, важной особенностью данной работы. Считаю, что новизна и научно-практическая значимость работы не подлежат никакому сомнению.

Трудно переоценить для дальнейших серьезных исследований в данном направлении важность вывода диссертации о применимости разработанных способов и методов обнаружения и экспресс-идентификации физиологически значимых биомолекул, например, глюкозы в ферментативных растворах дрожжей в динамическом диапазоне от 200 μ M до 30 mM, антибиотиков, углеводов, пептидов, аминокислот, триацилглицеридов и др. с пределами обнаружения от 10 до 200 ppm.

Результаты работы полностью и широко апробированы на международных конференциях и симпозиумах высокого уровня, изложены в многочисленных публикациях в высокорейтинговых журналах и хорошо известны специалистам, как в России, так и за рубежом. Это в полной мере подтверждает достоверность представленных автором результатов.

В качестве замечания по автореферату можно отметить следующее. К сожалению, в выходных данных печатного издания, приведенных в конце автореферата, не указан объем автореферата в условных печатных листах. Поэтому создается впечатление его излишне большого объема, хотя и ни в коем случае никак не снижающего качества изложения материала.

Указанный недостаток не уменьшает ценность сильной и интересной работы в целом. Диссертационная работа Силиной Ю.Е. производит прекрасное впечатление, ее, безусловно, можно характеризовать как работу высокого класса.

Диссертация, судя по автореферату, представляет собой крупное, полноценное и завершенное научное исследование, выполненное на самом высоком экспериментальном уровне. Считаю, что по актуальности, объему, полученным результатам, новизне и практической значимости диссертационная работа полностью отвечает всем требованиям ВАК, предъявляемым к докторским диссертациям, соответствует требованиям пп. 9-14 "Положения о присуждении ученых степеней", утвержденного Постановлением Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 г. №842 и пп. 2.1-2.5 "Положения о присуждении ученых степеней в Федеральном государственном бюджетном учреждении науки "Институт общей и неорганической химии им. Н.С. Курнакова Российской Академии Наук" от 11 мая 2022 г., предъявляемых к диссертациям на соискание ученой степени доктора наук, а ее автор, Силина Юлия Евгеньевна, конечно же, заслуживает присуждения ей ученой степени доктора химических наук по специальности 1.4.2 - Аналитическая химия.

Декан факультета радиотехники и электроники,
доктор технических наук,
доцент

Валерий Александрович Небольсин

ФГБОУ ВО "Воронежский государственный технический университет"
394006, г. Воронеж, ул. 20-летия Октября, д. 84.
Тел.: 8-952-956-04-65
E-mail: nebolsin.va.2023@mail.ru

Дата написания отзыва 17.08.2023 г.

