Отзыв на автореферат диссертации Макринского Кирилла Игоревича «Электрохимические способы нанесения и in vivo контроля биоактивных покрытий на медицинских изделиях», представленной на соискание учёной степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.4.6 – Электрохимия

Одним из активно развивающихся в настоящее время направлений является разработка биоактивных покрытий медицинских изделий, которые не только улучшают биосовместимость медицинских изделий, но и обладают дополнительными функциональными свойствами, например, способностью доставлять и контролируемо высвобождать терапевтические агенты непосредственно в зоне имплантации. В связи с этим весьма актуальным является не только разработка способов формирования покрытий с заданными свойствами, но и методов мониторинга их состояния в условиях организма.

Диссертационная работа Макринского Кирилла Игоревича посвящена разработке электрохимических методов нанесения модельных биоактивных покрытий на основе хитозана, содержащего фактор роста эндотелия сосудов (VEGF), на сплавы титана и методов *in vivo* контроля их состояния с применением вычислительных подходов для оптимизации параметров.

В работе был предложена оригинальная комплексная методология на основе электрохимический подхода, затрагивающая все стадии получения и контроля покрытий: подбор параметров электросинтеза → непосредственное электроосаждение композитных биоактивных покрытий → контроль их деградации *in vivo* в реальном времени. При этом автором подчеркивает необходимость использования пассивных электрохимических методов мониторинга (в частности, спектроскопии электрохимических шумов Чебышёва) вместо активных методов из-за риска необратимого повреждения покрытий.

В работе выбраны условия электроосаждения покрытия на основе хитозана и гидроксиапатита на сплаве Ti6Al4V с последующим включением VEGF. Биологические свойства поверхности оценены in vitro по адгезии мезенхимальных стволовых клеток, активности щелочной фосфатазы и доле VEGFR-положительных клеток.

Особый интерес представляет регистрация токовых флуктуаций без внешней поляризации с применением спектроскопии электрохимических шумов Чебышёва. Такой подход позволяет исследовать динамику барьерных свойств покрытий без дополнительного поляризующего воздействия. Вычислительная модель BioElectroSynth учитывает сердечные, мышечные и приборные помехи и позволяет оценивать обнаружимость дефектов при заданных параметрах электрода и покрытия.

В пилотном эксперименте с подкожной имплантацией магниевых электродов показана возможность повторных измерений *in vivo*. За четверо суток парциальная дисперсия шума снижалась у непокрытых образцов и возрастала у покрытых хитозаном. Результаты согласуются с предложенной автором интерпретацией процессов пассивации сплава и изменения защитных свойств покрытия. Следует положительно отметить контроль приборного шума с использованием прецизионного резистора, необходимый для оценки достоверности регистрации исследуемых флуктуаций.

Достоинством работы является сочетание электрохимического эксперимента, моделирования и биологических испытаний. Полученные результаты представляют интерес для биоэлектрохимии и разработки медицинских материалов.

Выводы полностью отражают основные результаты проведенной работы. По материалам диссертационного исследования опубликована 6 печатных работ, в том числе

4 публикации в рецензируемых научных изданиях, индексируемых базами Scopus, Web of Science и RSCI, получено 2 патента РФ.

К изложению материала в автореферате имеется следующее замечание. Представлены результаты четырёхсуточного мониторинга in vivo, однако не вполне ясно, чем обусловлена выбранная продолжительность наблюдения и какие факторы могут ограничивать дальнейшую регистрацию сигнала. Краткое пояснение этого вопроса позволило бы полнее представить временные границы применимости метода. Замечание касается полноты изложения и не снижает общей положительной оценки работы.

Исходя из приведенных в автореферате данных, можно заключить, что по актуальности темы, научной новизне и практической значимости диссертационная работа Макринского Кирилла Игоревича «Электрохимические способы нанесения и in vivo контроля биоактивных покрытий на медицинских изделиях» отвечает требованиям Положения о присуждении учёных степеней, утверждённого постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. № 842, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а её автор заслуживает присуждения учёной степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.4.6 — Электрохимия.

Ведущий научный сотрудник научно-исследовательского отдела (защита органов)
Государственного бюджетного учреждения здравоохранения
города Москвы «Научно-исследовательский институт скорой
помощи им. Н.В. Склифосовского Департамента здравоохранения
города Москвы»,
доктор химических наук
129090, Москва, Большая Сухаревская пл., д. 3, корп. 1
Тел. +7 (926) 258-26-94;
e-mail: EvseevAK@sklif.mos.ru

Евсеев А.К.
19.10.26

Подпись руки Евсеева Анатолия Константиновича заверяю.

Ученый секретарь
Государственного бюджетного учреждения здравоохранения
города Москвы «Научно-исследовательский институт скорой
помощи им. Н.В. Склифосовского Департамента здравоохранения
города Москвы»,
кандидат медицинских наук

Шахова О.Б.