

5. Zou F. et al., Dynamic hydrophobicity of superhydrophobic PTFE-SiO₂ electrospun fibrous membranes, *J. Memb. Sci.* 619 (2021) 118810.
6. Li J. et al. Electrochemical performance and thermal stability of the electrospun PTFE nanofiber separator for lithium-ion batteries, *J. Appl. Polym. Sci.* 135 (2018) 46508.
7. Kolesnik I. et al. Characterization and Determination of the Biocompatibility of Porous Polytetrafluoroethylene Membranes Fabricated via Electrospinning, *J. Fluor. Chem.* 246 (2021) 109798.
8. Puts G.J. et al. Polytetrafluoroethylene: Synthesis and Characterization of the Original Extreme Polymer, *Chem. Rev.* 119 (2019) 1763–1805.
9. Feng Y. et al. Mechanical properties and chemical resistance of electrospun polytetrafluoroethylene fibres, *RSC Adv.* 6 (2016) 24250–24256.

ТЕКСТИЛЬНЫЙ ЭЛЕКТРОД ИЗ ВОССТАНОВЛЕННОГО ОКСИДА ГРАФЕНА ДЛЯ ЭКГ

В.А. МЕНЗЕЛИНЦЕВ, М.И. ФАТКУЛЛИН, Е.С. ШЕРЕМЕТ, Р.РОДРИГЕС

Научный руководитель – Ph.D, профессор Е.С. Шеремет

Национальный исследовательский Томский политехнический университет

634050, г. Томск, пр. Ленина, 30

E-mail: vmenzelincev@tpu.ru

Умная одежда – это та самая вещь, что вскоре сможет поднять качество жизни человека на новый уровень. Спектр применений неограничен: развлечение, коммуникации и связь, медицина и здравоохранение, спорт, мода, обеспечение личной безопасности и пр. Начиная с простых вещей, как отсутствие необходимости залезать лишний раз в карман за кошельком, заканчивая постоянным мониторингом показателей жизнедеятельности человека или созданием интерфейсов удаленного управления имплантатами и другой электроникой. И все это без громоздких устройств, мешающих комфорту.

Обычные электроды нельзя использовать для решения представленных выше задач, так как они должны отвечать определенным требованиям. Они должны быть эластичными, механически стабильными, не смываться водой и не терять своих свойств в процессе работы. Также стоит отметить, что материал электродов не должен быть токсичным для организма человека [1].

В данной работе исследовалась возможность создания текстильного электрода из восстановленного оксида графена, который представляет из себя «сэндвич», состоящий из 3 слоев: ткань, полиэтилентерефталат (ПЭТ), оксид графена.

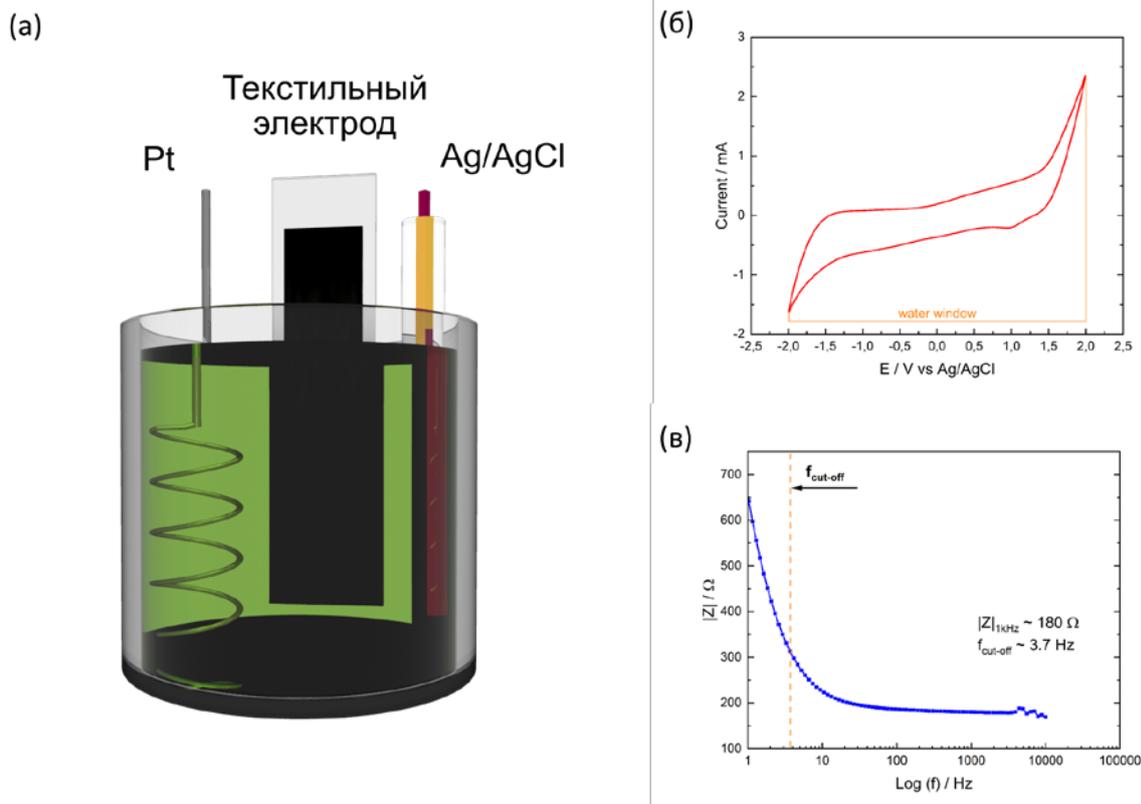


Рисунок 1 - Пример проводимых тестов: а) Схематическое изображение электрохимической ячейки, состоящей из рабочего электрода – ВОГ (круг диаметром 1 см), вспомогательного электрода – платиновый, электрода сравнения – хлорсеребряный, в фосфатно-буферном растворе; б); Циклическая вольтамперограмма с определенными границами гидролиза для образца P70 в) Электрохимическая импедансная спектроскопия с определенной частотой среза для образца P70

В ходе исследования проводился ряд тестов для выявления износостойкости электродов к бытовым условиям, а именно: тест на изгиб, выдержка в поте и стирка. Электроды показали свою стабильность, незначительно теряя в проводимости. Согласно статье, опубликованной в журнале *Nature Protocols* электрохимические характеристики электрода являются необходимыми для описания, при применении электродов в области “био”. Электрохимические свойства определяются с помощью методов измерения электрохимического импеданса, циклической вольтамперометрии и симуляции импульсной инъекции заряда[2]. Также, для сравнения с современными ЭКГ электродами, был проведен ряд тестов, описанных в *Encyclopedia of Medical Devices and Instrumentation* [3]. Выяснилось, что электроды не выдерживают тест на дефибрилляцию, но имеют низкий уровень шума, а качество кардиограммы сопоставимо с коммерческими электродами. Для определения токсичности был проведен эксперимент с выращиванием клеток фибробластов мыши на образцах. После 24-часового инкубирования выяснилось, что культура прижилась на поверхности электродов, а токсических изменений и гибели клеток не отмечено, что говорит о безопасности электродов и дает возможность приступить к следующим этапам определения токсичности.

Список литературы

1. Zhe Yin, Muqiang Jian, Chunya Wang, et al. Splash-Resistant and Light-Weight Silk-Sheathed Wires for Textile Electronics // *Nano Letters* 2018 18 (11), 7085-7091. – 2018. – Vol. 18. – № 11. – P. 7085–7091.

- Boehler C. et al. Tutorial: guidelines for standardized performance tests for electrodes intended for neural interfaces and bioelectronics // Nature protocols. – 2020. – Vol. 15. – №. 11. – P. 3557-3578.
- McAdams E. Bioelectrodes // Encyclopedia of Medical Devices and Instrumentation. – 2006. – Vol. 1. – № 4. – P. 120–164.

ФОТОКАТАЛИТИЧЕСКАЯ АКТИВНОСТЬ $\text{SiO}_2/\text{Bi}_2\text{WO}_6$ НА ОСНОВЕ БИОГЕННОГО КРЕМНЕЗЕМА, СИНТЕЗИРОВАННЫХ ЗОЛЬ-ГЕЛЬ МЕТОДОМ

П.И. МИТКИНА^{1,2}, А.И. ПИСАРЦЕВА¹, О.Д. АРЕФЬЕВА^{1,2}, М.С. ВАСИЛЬЕВА^{1,2}

¹ Дальневосточный федеральный университет

² Институт химии Дальневосточного отделения Российской академии наук

E-mail: mitkina.pi@students.dvfu.ru

На сегодняшний день фотокатализ рассматривается как эффективная технология очистки промышленных сточных от загрязнителей различной природы. Основная задача гетерогенного фотокатализа заключается в разработке новых полупроводниковых материалов чувствительных к видимому свету. Материалы на основе вольфрамата висмута (Bi_2WO_6) активно исследуются благодаря низкой токсичности, высокой стабильности, узкой ширине запрещенной зоны (2,8 эВ) и простым способам получения [1]. Модифицирование Bi_2WO_6 аморфным диоксидом кремния позволяет изменять морфологию поверхности, которая влияет на фотокаталитическую активность образца [2].

Цель настоящей работы – получение золь-гель методом фотокатализаторов $\text{SiO}_2/\text{Bi}_2\text{WO}_6$, модифицированных биогенным кремнеземом из плодовых оболочек риса, и исследование их фотокаталитической активности.

В данном исследовании образец фотокатализатора с мольным соотношением $\text{Si}/\text{Bi}/\text{W}=1:2:1$ синтезирован золь-гель методом на основе биогенного диоксида кремния, $\text{Bi}(\text{NO}_3)_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ и $\text{Na}_2\text{WO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ с последующим прокаливанием при 500 °С в течение 4 ч (образец Si-Bi-W). Кремнезем был получен из рисовой шелухи сорта риса «Долинный» (Приморский край, п. Тимирязевский) окислительным обжигом с предварительной обработкой 0,1 М раствором соляной кислоты [3]. Контрольный образец был синтезирован аналогично без добавления кремнезема (образец Bi-W). Для улучшения морфологии поверхности Si-Bi-W был протравлен в течение 1 часа согласно [4] (образец Si-Bi-W-1).

Полученные катализаторы были исследованы методами ИК-спектроскопии, сканирующей электронной спектроскопии, рентгенофазового, энергодисперсионного и рентгенофлуоресцентного анализов.

ИК- спектры всех образцов содержат полосы поглощения при 561 и 743 cm^{-1} , которые характерны для связей Bi-O и W-O в Bi_2WO_6 . В образцах, синтезированных с применением биогенного диоксида кремния, наблюдаются полосы поглощения при 474 и 1097 cm^{-1} , которые отвечают деформационным и валентным асимметричным колебаниям силоксановых связей Si-O-Si

Рентгенофлуоресцентным анализом установлено, что образец Si-Bi-W содержит в своем составе меньшее количество Bi_2O_3 и WO_3 по сравнению с Bi-W за счет введения в него кремнезема. После травления фотокатализатора Si-Bi-W содержание SiO_2 в нем уменьшается ~ в 3 раза. Согласно данным рентгенофазового анализа все образцы содержат орторомбический фотоактивный орторомбический Bi_2WO_6 .