

**Применение метода вращающегося дискового электрода для тестирования
фотоэлектрокатализаторов восстановления молекулярного кислорода на основе
производных фуллерена**

Малкин Н.А.

Аспирант, 2 год обучения

*Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова,
химический факультет, Москва, Россия*

E-mail: maalkinn@mail.ru

Реакция восстановления молекулярного кислорода (РВК) находит широкое применение в современной энергетике (топливные элементы), а также в аналитических приложениях (кислородные сенсоры, устройства для измерения содержания кислорода). В мире активно ведется научно-исследовательская работа, направленная на поиск дешевых и, при этом, эффективных катализаторов для восстановления молекулярного кислорода. Ожидается, что разработка эффективных каталитических систем позволит перейти к повсеместному использованию топливных элементов как наиболее перспективных современных устройств для преобразования энергии.

Наименее исследованными в данной области являются металл-несодержащие электрокатализаторы восстановления молекулярного кислорода, применение которых позволило бы, помимо удешевления производства, уменьшить загрязнение окружающей среды за счет использования доступного экологически чистого и биосовместимого сырья. Основная идея данной работы заключается в использовании производных фуллерена, хорошо зарекомендовавших себя в качестве катализаторов РВК в составе композита с донорным полупроводниковым полимером. Благодаря формированию объемного гетероперехода «полимер/фуллереновое производное» при облучении светом увеличивается концентрация фуллереновых анион-радикалов, что приводит к улучшению эффективности работы катализаторов РВК [1].

Ранее в нашей работе была изучена каталитическая активность ряда производных фуллерена в РВК и установлены ключевые факторы эффективности работы данных систем [2]. Однако, тестирование данных соединений проводили в кинетической области, а также на стационарном электроде (стекло со слоем FTO). В литературе имеются лишь единичные публикации, где описаны методики тестирования фотоэлектрокатализаторов с использованием вращающегося дискового электрода (ВДЭ) [3], в связи с этим, тестирование фуллереновых производных в РВК с применением метода ВДЭ позволило бы получить гораздо большее количество ценной экспериментальной информации, а также сформировать более совершенные протоколы тестирования такого рода систем.

В рамках данной работы с применением метода ВДЭ была протестирована система РЗНТ:PCBM в РВК в нейтральной ($\text{pH} = 7.4$) и щелочной ($\text{pH} = 13$) средах. Впервые были определены предельные диффузионные плотности тока ($1 - 1.5 \text{ mA} \cdot \text{cm}^{-2}$). С использованием уравнения Коутецкого-Левича было определено общее число электронов, протекающих в реакции (4 – в нейтральной среде; 2 и 4 – в щелочной). Кроме того, в щелочной среде было экспериментально показано, что перенапряжение для процесса фотоэлектрокаталитического восстановления кислорода оказывается меньше 50 мВ.

Литература

1. María Girón R. et al. Synthesis of modified fullerenes for oxygen reduction reactions // J. Mater. Chem. A. 2016. Vol. 4. P. 14284–14290.
2. Malkin N.A. et al. Metal-free oxygen reduction photoelectrocatalyst based on $\text{C}_{60}(\text{CF}_3)\text{H}$ // Electrochimica Acta. 2024. Vol. 477. P. 143720.
3. Liu Y.-H. et al. A rotating ring disc electrode study of photo(electro)catalyst for nitrogen fixation // Faraday Discuss. 2023. Vol. 243. P. 378–387.