Композитные материалы на основе многослойных углеродных нанотрубок и оксидов переходных металлов: синтез, структура и электрокаталитические свойства

<u>Голубцов Г.В.</u> 1 , Казакова М.А. 1 , Селютин А.Г. 1 , Morales D.M. 2 , Schuhmann W. 2 ggv@catalysis.ru

Разработка высокоактивных и стабильных бифункциональных электрокатализаторов, не содержащих драгоценных металлов, а также способных обратимо управлять реакциями выделения кислорода (РОВ) и восстановления кислорода (РВК), остается одной из ключевых задач при создании кислородных электродов для металл-воздушных батарей и обратимых топливных элементов.

В данной работе был предложен эффективный подход к улучшению бифункциональной РОВ/РВК активности катализатора, основанный на оптимизации, с одной стороны, состава и соотношения металлов в нанесенных оксидных Fe/Co/Ni/Mn наночастицах, а с другой стороны, функционального состава и структурных характеристик носителя на основе многослойных углеродных нанотрубок (МУНТ). Для этого осуществляли функционализацию МУНТ кислороди/или азотсодержащими группами [1]. Легирование азотом проводили в ходе синтеза МУНТ в присутствии различных концентраций аммиака в реакционной среде. Модификацию кислородсодержащими группами проводили путем их обработки в азотной кислоте. Моно-, би- и триметаллические Fe/Co/Ni/Mn/MУНТ композитные материалы с различным составом и соотношением металлов были получены методом пропитки по влагоемкости МУНТ [1, 2, 3]. Установлено, что окислительная обработка позволяет управлять дисперсностью и локализацией оксидных наночастиц в структуре МУНТ, тогда как оптимизация степени легирования азотом благоприятна для увеличения бифункциональной активности и стабильности в условиях РОВ и РВК. Объединение нескольких оксидных частиц в одном составе позволяет управлять как структурными, так и на электрокаталитическими характеристиками материала. Так, наиболее активный триметаллический $Mn_{0.5}Fe_{0.15}Ni_{0.35}/M$ УНТ катализатор продемонстрировал существенно более низкую разность перенапряжений РВК/РОВ (ДЕ = 0.73 В) и лучшую селективность в отношении 4-х электронного восстановления О2 до ОН- с выходом пероксидных частиц менее 10% [2]. Кроме того, оптимальная триметаллическая система показала высокую стабильность, что делает данный катализатор перспективным для кислородных электродов с потенциалом применения в металл-воздушных батареях и обратимых топливных элементах.

Работа выполнена при финансовой поддержке Министерства науки и высшего образования РФ в рамках государственного задания Института катализа СО РАН (проект FWUR-2024-0034).

Ссылки

- 1. Kazakova M.A., Koul A., Golubtsov G.V., Selyutin A.G., Ishchenko A.V., Kvon R.I., Kolesov B.A., Schuhmann W., Morales D.M., ChemElectroChem (2021), 8, 15, 2803.
- 2. Morales D.M., Kazakova M.A., Dieckhöfer S., Selyutin A.G., Golubtsov G.V., Schuhmann W., Masa J., Advanced Functional Materials (2020), 30, 6, 1905992:1.
- 3. Kazakova M.A., Morales D.M., Andronescu C., Elumeeva K., Selyutin A.G., Ishchenko A.V., Golubtsov G.V., Dieckhöfer S., Schuhmann W., Masa J, Catal. Today, (2020), 357, 259.

¹ ИК СО РАН, Новосибирск, Россия

² Ruhr University Bochum, Bochum, Germany