

**Отзыв на автореферат диссертации Голубцова Георгия Викторовича
«Синтез, структура и электрокаталитические свойства композитных материалов на
основе многослойных углеродных нанотрубок и оксидов переходных металлов»,
представленной на соискание ученой степени кандидата химических наук
по специальности 1.4.14 - Кинетика и катализ**

Диссертационная работа Голубцова Г.В. посвящена разработке материалов для технологий преобразования и хранения возобновляемой электрохимической энергии, водородной энергетики и других технологий. Актуальность процессов электровосстановления кислорода и электроокисления водорода связана с потенциалом получения и хранения энергии, а также с улучшением эффективности энергетических процессов. Также эти процессы помогут решить проблему снижения вредной нагрузки на окружающую среду. Структурированные углеродные носители перспективны для использования в этой реакции благодаря своим уникальным свойствам, в частности, химической устойчивости и высокой удельной поверхности.

В диссертационной работе Голубцова Г.В. стояла задача выявления закономерностей формирования одно-, двух- и трехкомпонентных композитных материалов на основе оксидов переходных металлов (Fe, Co, Ni, Mn) и многослойных углеродных нанотрубок, функционализированных кислород- и/или азотсодержащими группами, и установление зависимостей «строение – электрокаталитические свойства» полученных материалов. Такие корреляции для перечисленных систем установлены впервые. Новизна работы обеспечивается также рядом результатов, также полученных впервые: систематические данные о бифункциональной электрокаталитической активности и селективности оксидных образцов Fe, Co, Ni, Mn, нанесенных на многослойные углеродные нанотрубки; взаимосвязь между условиями синтеза оксидных наночастиц, их фазовым составом, строением, размером и расположением в структуре углеродных нанотрубок и их электрокаталитическими свойствами. Установлено, что электрокаталитическая эффективность многокомпонентных систем обусловлена присутствием высоко дефектных моно оксидных и шпинельных фаз с размером частиц менее 3 нм. Полученный в работе катализатор $\text{Fe}_{0.4}\text{Co}_{0.6}/\text{МУНТ-Ох}$ показал долговременную циклическую стабильность в условиях работы Zn-воздушных батарей (6 М КОН) без изменения потенциала РОВ и РВК после 400 циклов заряда/разряда.

Нужно отметить высокий научный уровень проведенной работы. Привлеченный набор физико-химических методов исследования вполне обоснован и обеспечивает достоверность полученных результатов. Материал автореферата дает представление о проделанной работе, а также об обоснованности сформулированных выводов.

В качестве замечаний следует отметить:

1. Из приведенных данных (Таблица 1 и текст автореферата) не совсем ясно, почему образец 40% $\text{Fe}_2\text{Co}/\text{Al}_2\text{O}_3$ выбран в качестве оптимального.
2. В тексте автореферата не приведены данные о том, на сколько существенно происходит рост вклада кислородсодержащих групп и перераспределение поверхностных форм азота при окислительной обработке.
3. Происходит ли изменение структуры образцов после проведения электрокаталитических испытаний?

Указанные замечания не уменьшают ценность и научную значимость работы и носят дискуссионный характер. По актуальности решенных вопросов, новизне и полученным результатам работа полностью соответствует требованиям пп.9-14 «Положения о порядке присуждения ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства РФ от 24.09.2013 № 824 (в действующей редакции), предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор, Голубцов Георгий Викторович, заслуживает присуждения ученой степени кандидата химических наук по специальности 1.4.14 – Кинетика и катализ.

Профессор кафедры физической химии Химического факультета МГУ имени М.В.Ломоносова, доктор химических наук по специальности 1.4.14 Кинетика и катализ 119991, Москва, Ленинские горы 1, стр.3, Химического факультета МГУ имени М.В.Ломоносова, тел:

Голубина Елена Владимировна

10.06.25

