

## Отзыв

на автореферат диссертации Мауэра Дмитрия Константиновича «Платиносодержащие катализаторы на основе композитных носителей, полученных методами электроосаждения», представленной на соискание степени кандидата химических наук по специальности 1.4.6. Электрохимия

В настоящее время низкотемпературные топливные элементы (НТЭ), благодаря высокому КПД, надежности и экологической безопасности рассматриваются в качестве перспективных источников тока для целого ряда применений в различных диапазонах мощности, включая источники для портативной электроники, беспилотных летательных аппаратов, энергоустановки автомобилей, системы резервного питания и т.д. Работа НТЭ основана на реакциях окисления водорода (метанола, этанола) на аноде и восстановления кислорода на катоде. Протекание этих реакций обеспечивается катализаторами, как правило, на основе нанесенных наночастиц Pt. При этом одна из ключевых и нетривиальных проблем состоит в том, чтобы одновременно обеспечивалась высокая активность и высокая стабильность (ресурс работы) катализатора, причем при минимальном содержании платины. В этой связи разработка способов синтеза новых структур катализаторов для НТЭ, обладающих улучшенными электрохимическими характеристиками, является, несомненно, актуальной задачей. Решению именно этой задачи посвящена диссертационная работа Д.К. Мауэра.

Основная идея рассматриваемой диссертационной работы состоит в разработке методов электролитического синтеза композитных носителей  $MO_x/C$  (где M- переходной металл) для платиновых катализаторов и изучении их электрохимического поведения в реакциях НТЭ. Один из композитных носителей -  $SnO_2/C$ , был получен методом электроосаждения олова на диспергированный углерод. В качестве интересного и важного результата работы в этой части следует отметить, что, как показано автором, добавление капролактама в раствор при электроосаждении олова приводит к уменьшению размера кристаллитов оксида олова и в последующем к более равномерному покрытию платиной поверхности носителя. Как следствие, катализаторы на основе такого носителя имеют увеличенную активную поверхность платины и проявляют более высокую активность в реакции восстановления кислорода (РВК) по сравнению с аналогами, полученными без добавления капролактама. В работе методом электроосаждения получены

также композитные носители, содержащие в качестве металла смесь олова и никеля. Показано, что платиновые катализаторы на основе таких бинарных носителей имеют значительные преимущества по сравнению с аналогами в реакциях окисления спиртов, что является важным результатом работы. Еще один важный результат работы необходимо отметить в связи с синтезом и изучением свойств катализатора PtCo/C. Несмотря на сравнительно небольшую величину электрохимически активной поверхности платины в образцах PtCo/C, удельная массовая (по Pt) активность таких катализаторов в РВК оказалась примерно в 1.5 раза выше по сравнению с коммерческим Pt/C материалом (372 против 224 А/г(Pt)). Кроме того, ряд синтезированных образцов PtCo/C показали отличные результаты в плане стабильности: в них величина активной поверхности Pt после 2000 циклов составила ~ 86% от начальной величины, что значительно превышает результаты для одного из лучших коммерческих Pt/C катализаторов.

Анализ связи микроструктуры катализаторов на основе наночастиц Pt с их электрохимической активностью представляет собой сложную многоплановую научную задачу. Эту задачу автор успешно решает с использованием тщательно разработанных методов синтеза структур, комплекса современных методов диагностики, включая рентгеноструктурный анализ, просвечивающую электронную микроскопию, классические методы электрохимических исследований. Судя по автореферату, автор в полной мере владеет перечисленными методами, что убедительно свидетельствует о достоверности полученных результатов.

**В качестве замечания** можно отметить, что в автореферате следовало бы, на наш взгляд, уделить больше внимания обоснованию актуальности и перспективы использования композитных MeOx/C носителей для Pt-содержащих катализаторов. Также, в тексте автореферата нет обоснования выбора конкретных металлов для композитных катализаторов.

Отмеченные недостатки автореферата ни в коей мере не влияют на общую положительную оценку работы.

Судя по автореферату, работа выполнена на высоком научном и методическом уровне. В работе получены новые научные результаты, имеющие большое практическое значение. Результаты работы многократно представлены на Всероссийских конференциях, опубликованы в рецензируемых журналах, в том числе журналах из перечня ВАК.

Выполненная работа соответствует всем требованиям пп. 9-11, 13, 14, Положения о присуждении ученых степеней, утвержденного постановлением Правительства РФ от 24.09.2013 № 842 (со всеми изменениями и дополнениями), а ее автор Д.К. Мауэр заслуживает присуждения ученой степени кандидата химических наук по специальности 1.4.6. Электрохимия.

Отзыв составил:

зав. лабораторией

ФТИ им. А.Ф. Иоффе РАН

доктор физ.-мат наук (специальность 01.04.10)

Почтовый адрес: 191024, г. Санкт-Петербург,

ул. Политехническая д. 26

тел.: +7(812) 297 2245

эл. почта: [post@mail.ioffe.ru](mailto:post@mail.ioffe.ru)

Гуревич Сергей Александрович

20 марта 2023 г.



Подпись Гуревича С.А. удостоверяю  
зав. отделом кадров ФТИ им.А.Ф.Иоффе

Н.С. Бусыгина

Н.С. Бусыгина