

Отзыв

на автореферат диссертации Алексеенко Анастасии Анатольевны «Оптимизация состава и микроструктуры Pt/C и Pt-Cu/C электрокатализаторов с низким содержанием платины», представленной на соискание ученой степени кандидата химических наук по специальности 02.00.05 – электрохимия

В настоящее время низкотемпературные топливные элементы (ТЭ), 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 низкотемпературных ТЭ основана на реакциях окисления водорода (или метанола) и восстановления кислорода, достаточно высокая скорость протекания которых 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 низкотемпературных ТЭ с низким содержанием платины, обладающих улучшенными электрохимическими характеристиками, является, несомненно, актуальной задачей. Решению именно этой задачи посвящена диссертационная работа А.А. Алексеенко.

Автором разработаны эффективные методы синтеза различных структур Pt-содержащих нанокатализаторов, характеристики которых значительно превосходят характеристики аналогов. В первой части работы это достигнуто в результате анализа влияния условий синтеза, в том числе типа восстанавливающего агента на процесс получения катализаторов Pt/C. В этой части важным новым результатом является выявление влияния состава атмосферы при синтезе катализатора на характер формирования зародышей и дальнейшую эволюцию размеров наночастиц Pt. В практическом плане в результате этих исследований автору удалось получить катализаторы с малой дисперсией размеров наночастиц Pt, увеличенной удельной активной поверхностью, и, как следствие, с высокой активностью и пониженной скоростью деградации. В последующих разделах значительный интерес представляют результаты по получению и исследованию свойств биметаллических

катализаторов Pt-Cu/C, отличающихся низким содержанием Pt. Автором разработаны методы получения таких катализаторов двух типов: со структурой наночастиц ядро (Cu)-оболочка (Pt), а также с градиентной структурой, когда содержание Pt плавно возрастает по мере удаления от центра частиц. В первой группе структур, применяемый комбинированный метод синтеза позволил контролировать толщину оболочки из атомов Pt с точностью до одного монослоя. Измерения активности таких катализаторов в катодной реакции электровосстановления кислорода (ключевой для низкотемпературных ТЭ) показали их исключительно высокую активность (рис. 6а автореферата), значительно превышающую активность коммерческих аналогов. Такие катализаторы имеют также значительное преимущество в активности по сравнению с аналогами в реакции окисления метанола (рис. 6в). Относительно второй группы катализаторов, с градиентным изменением содержания Pt в объеме наночастиц Pt-Cu, детальная информация о структуре таких частиц была получена методом элементного картирования. Показано, что градиентные катализаторы, также как и структуры ядро-оболочка, характеризуются более высокими значениями потенциала полуволн и обеспечивают существенно более высокие кинетические токи в реакции восстановления кислорода по сравнению с коммерческими аналогами.

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 современные модификации метода просвечивающей электронной микроскопии высокого разрешения и классически методов 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 приведенное на стр. 11 автореферата обоснование выбора меди в качестве «сопутствующего» металла в биметаллических частицах исследуемых катализаторов, не представляется убедительным. По-видимому, выбор такого металла следует рассматривать с точки зрения влияния его электронных свойств, кристаллической структуры и

химической активности на каталитические свойства системы в целом. Отмеченный недостаток ни в коей мере не влияет 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 и международных конференциях, опубликованы в рецензируемых журналах, в том числе журналах из перечня ВАК.

По нашему мнению, диссертационная работа А.А. Алексеенко является законченным научным исследованием и отвечает всем требованиям, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата химических наук, а ее автор несомненно заслуживает присуждения искомой степени.

Зав. лабораторией
ФТИ им. А.Ф. Иоффе РАН
доктор физ.-мат. наук

20.11.2017



С.А.Гуревич

Ученый Секретарь
ФТИ им. А.Ф. Иоффе РАН
доктор физ.-мат. наук



А.П. Шергин

Физико-технический институт им. А. Ф. Иоффе РАН,
194021, г. Санкт-Петербург, Политехническая ул., 26
Тел.: +7 (812) 247 10 17
e-mail: gurevich@quantel.ioffe.ru