

Отзыв

на автореферат диссертации Папержа Кирилла Олеговича «Повышение электрохимических характеристик платиноуглеродных катализаторов для катода водородо-воздушного топливного элемента путем управления их микроструктурой», представленной на соискание ученой степени кандидата химических наук по специальности - 1.4.6. Электрохимия.

Водородо-воздушный топливный элемент с протонообменной мембраной (ПОМТЭ) – один из вариантов топливных элементов с нулевым выбросом вредных веществ в атмосферу. Для эффективного функционирования ПОМТЭ необходимо применение электрокатализаторов. Применяемый в современных топливных элементах с протонообменной мембраной катализатор представляет собой наночастицы платины (реже би- и триметаллические частицы), осажденные на поверхность углеродного носителя (УН). В связи с этим, разработка электрохимических катализаторов, характеризующихся высокой производительностью и устойчивостью к деградации в процессе использования, является **актуальной научной задачей**.

Цель диссертационной работы Папержа К.О. заключалась в выявлении связи между методом синтеза наночастиц платины и Pt/C материалов, их микроструктурой, особенностями электрохимического поведения в реакции электровосстановления кислорода и устойчивости к деградации.

В соответствии с поставленной целью, диссертационная работа направлена на выявление зависимости размеров частиц платины, дисперсности и их распределения на поверхности УН, устойчивости к деградации и особенностями электрохимического поведения в реакции электровосстановления от условий синтеза катализаторов. Особое внимание автор уделил разработке синтеза катализаторов, позволяющего повысить равномерность распределения наночастиц Pt по носителю и снижению их размера. Показано, что совместное применение в качестве восстановителя формальдегида и УФ-облучения реакционной смеси позволяет получить катализаторы с средним размером частиц Pt, 90% которых имеют размер 2.0 ± 0.5 нм, и наиболее равномерным пространственным распределением по поверхности углеродного носителя.

Синтезированные таким образом образцы обладают большей устойчивостью к деградации и каталитической активностью в реакции электровосстановления кислорода по сравнению с Pt/C коммерческими аналогами.

Кроме того, автором предложен способ оценки равномерности пространственного распределения нанесенных частиц Pt по поверхности УН, базирующийся на учете числа пересечений наночастиц.

Научная новизна и достоверность представленных результатов не вызывает сомнения. По теме диссертации опубликовано 25 печатных работ, в том числе: 6 статей в журналах, индексируемых в базах данных Scopus и Web of Science, входящих в Перечень ВАК, 1 патент и 18 тезисов докладов на научных конференциях.

Автореферат диссертации хорошо оформлен, выводы полностью соответствуют экспериментальному материалу, поставленным целям и задачам работы. Положения, выносимые на защиту хорошо обоснованы и не вызывают сомнений. При прочтении автореферата появились следующие вопросы:

1. Из-за ограниченного объема автореферата усеченное описание методик синтеза катализаторов вызывает ряд вопросов. Например, какой источник УФ-облучения был использован в работе? Какая длина волны? Из чего состоит «реакционная среда», которую подвергают УФ-облучению?

2. Паперж К.О. связывает снижение активности катализатора с деградацией, протекающей по механизмам переосаждения Pt и агломерации НЧ. К сожалению, отсутствуют снимки ПЭМ образцов после реакции или стресс-тестирования, подтверждающие данное заключение. Происходят ли при этом изменения с носителем?

3. На странице 13 автор пишет: «Отметим, что использованный метод синтеза Pt/C электрокатализаторов на основе моноразмерных и упорядоченно распределенных НЧ, связан с использованием опасного для здоровья вещества – СО.» И далее предлагает применять для синтеза Pt/C электрокатализаторов в качестве восстановителей формальдегид, муравьиную и молочную кислоты? Какой класс токсичности у СО и формальдегида? Мне кажется, это не совсем удачное обоснование выбора данного восстановителя.

Сделанные замечания носят частный характер и не снижают высокой оценки выполненной Кириллом Олеговичем диссертационной работы. Представленная работа является завершенным научным исследованием, которое по своей актуальности, научной новизне, объёму и практической значимости результатов соответствует критериям пп. 9-11, 13, 14 Положения о присуждении ученых степеней, утвержденного постановлением Правительства РФ от 24 сентября 2013 г. № 842 (со всеми изменениями и дополнениями, в текущей редакции), а ее автор, Паперж Кирилл Олегович, безусловно, заслуживает присуждения искомой ученой степени «кандидат химических наук» по специальности 1.4.6. Электрохимия.

Кандидат химических наук (02.00.15 – Кинетика и катализ)

Старший научный сотрудник Отдела материаловедения и функциональных материалов
Федерального государственного бюджетного учреждения науки «Федеральный
исследовательский центр «Институт катализа им. Г.К. Борескова Сибирского отделения
Российской академии наук»,

Дата: 12.05.2025

Бауман Юрий Иванович

Почтовый адрес: 930090, Новосибирск, пр. Академика Лаврентьева 5, Институт катализа
СО РАН

Тел.: +7-913-959-24-48

Адрес электронной почты: bauman@catalysis.ru

Я, Бауман Юрий Иванович, даю свое согласие на включение моих персональных данных в
документы, связанные с работой диссертационного совета, и их дальнейшую обработку.

Ю.И. Бауман

Подпись Баумана Ю.И. заверяю:
Ученый секретарь ИК СО РАН, к.х.н.



/Ю.В. Дубинин/