

**Протокол № 446**  
заседания диссертационного совета 24.2.288.04  
от 17.04.2025

Состав диссертационного совета утвержден в количестве 17 человек. Присутствовали на заседании 14 человек.

1.	Введенский Александр Викторович	д. х. н., 1.4.4
2.	Козадеров Олег Александрович	д. х. н., <b>1.4.6</b>
3.	Семенов Виктор Николаевич	д. х. н., 1.4.1
4.	Хохлова Оксана Николаевна	к. х. н., 1.4.4
5.	Бутырская Елена Васильевна	д. х. н., 1.4.4
6.	Васильева Вера Ивановна	д. х. н., <b>1.4.6</b>
7.	Завражнов Александр Юрьевич	д. х. н., 1.4.1
8.	Козадерова Ольга Анатольевна	д. х. н., <b>1.4.6</b>
9.	Кострюков Виктор Федорович	д. х. н., 1.4.1
10.	Кравченко Тамара Александровна	д. х. н., 1.4.4
11.	Овчинников Олег Владимирович	д. ф-м. н., 1.4.1
12.	Паршина Анна Валерьевна	д. х. н., <b>1.4.6</b>
13.	Селеменев Владимир Федорович	д. х. н., 1.4.4
14.	Хохлов Владимир Юрьевич	д. х. н., 1.4.4

Из 6 членов совета по специальности 1.4.6. Электрохимия присутствует 4.

**Повестка дня:** Принятие к защите диссертационной работы Папержа Кирилла Олеговича на тему «Повышение электрохимических характеристик платиноуглеродных катализаторов для катода водородо-воздушного топливного элемента путем управления их микроструктурой» на соискание ученой степени кандидата химических наук по специальности 1.4.6. Электрохимия. Диссертация выполнена в Федеральном государственном автономном образовательном учреждении высшего образования «Южный федеральный университет».

**Слушали:** Председателя экспертной комиссии, созданной для предварительного ознакомления с диссертационной работой диссертационной работы Папержа Кирилла Олеговича на тему «Повышение электрохимических характеристик платиноуглеродных катализаторов для катода водородо-воздушного топливного элемента путем управления их микроструктурой» на соискание ученой степени кандидата химических наук по специальности 1.4.6. Электрохимия.

Диссертационная работа К.О. Папержа посвящена установлению взаимосвязей между условиями синтеза поверхностно модифицированных наночастицами платины углеродных материалов (Pt/C), их микроструктурой, особенностями электрохимического поведения при электровосстановлении кислорода и устойчивостью к деградации. Актуальность работы обусловлена необходимостью создания высокоактивных и стабильных электрокатализаторов реакции электровосстановления кислорода для водородо-воздушных топливных элементов, чтобы не только улучшить их электрохимические и мощностные характеристики, но и продлить срок службы. Диссертационная работа направлена на решение важных задач современной электрохимии и электрохимической энергетики, связанных с развитием фундаментальных представлений о способах повышения активности металлоглеродных электрокатализаторов и о механизмах деградации металлических наночастиц и носителя в условиях их функционирования в топливных элементах.

В задачи работы входит:

– изучение влияния структурно-морфологических особенностей Pt/C электрокатализаторов на их каталитическую активность в реакции электровосстановления кислорода и устойчивостью к деградации;

- выявление условий жидкофазного синтеза Pt/C электрокатализаторов, влияющих на их микроструктуру и электрохимическое поведение;
- разработка способа синтеза Pt/C электрокатализаторов в условиях облучения реакционной среды ультрафиолетовым излучением;
- исследование особенностей деградации Pt/C электрокатализаторов при различных условиях их стресс-тестирования;
- проведение сравнительного тестирования синтезированного и коммерческого катализаторов в трехэлектродной ячейке и в составе мембранно-электродного блока топливного элемента.

Наиболее существенными научными результатами, представленными в диссертационной работе, могут считаться следующие:

1. Установлено, что воздействие ультрафиолетовым излучением на реакционную смесь в процессе синтеза Pt/C катализатора позволяет снизить дисперсию наночастиц Pt по размеру и повысить равномерность их распределения на поверхности углеродного носителя. Это приводит к увеличению площади электрохимически активной поверхности и активности катализаторов в реакции электровосстановления кислорода. Ультрафиолетовое облучение углеродных суспензий до начала или в процессе синтеза позволяет активировать имеющиеся или сформировать новые активные центры на поверхности носителя, являющиеся местами сорбции частиц и/или их нуклеации/роста в случае гетерогенного механизма фазообразования.

2. Найдено, что, несмотря на зависимость скорости деградации Pt/C электрокатализаторов от условий стресс-тестирования, каждый протокол таких испытаний позволяет корректно оценить их относительную стабильность. Доказано, что повышение однородности размерного и пространственного распределения наночастиц Pt на углеродном носителе приводит к замедлению процессов их переосаждения и агломерации, вследствие чего повышается устойчивость Pt/C электрокатализаторов к деградации.

3. Разработан оригинальный способ оценки равномерности распределения наночастиц металлов на поверхности углеродного носителя, основанный на учете числа пересечений наночастиц на изображениях, полученных методом просвечивающей электронной микроскопии. Предположено, что установленные линейные зависимости площади электрохимически активной поверхности, измеренной в процессе стресс-тестирования, от количества вольтамперометрических циклов стресс-теста имеют прогностическую способность для оценки скорости деградации катализатора. Предложен подход к оценке вклада различных механизмов в деградацию электрокатализатора, основанный на комплексном анализе изменений его структурно-морфологических и электрохимических характеристик.

Работа выполнена на высоком научном и методическом уровне с использованием комплекса современных физико-химических методов исследования, рентгеновской дифрактометрии и просвечивающей электронной микроскопии. Достоверность результатов подтверждается согласованием результатов, полученных разными методами, между собой и с результатами, известными из литературы.

Тема и содержание диссертации соответствует специальности 1.4.6. Электрохимия.

Текст диссертации, представленной в диссертационный совет, идентичен тексту диссертации, размещенной на сайте организации. Проверка текста по программе «Антиплагиат» показала с учетом самоцитирования высокий уровень оригинальности текста (78 %), выявленные совпадения не являются плагиатом. В работе нет заимствования материала без ссылки на первоисточники. В диссертации отсутствуют недостоверные сведения об опубликованных соискателем работах, в которых изложены основные научные результаты исследования. Соблюдены требования «Положения о порядке присуждения учёных степеней».

Полнота представления материалов диссертации в печати составляет 95%. Список работ, опубликованных по теме диссертации, включает 25 наименований, из них 6 статей, рекомендуемых ВАК и цитируемых в международных базах данных Scopus и Web of Science, 18 тезисов конференций всероссийского и международного уровней и 1 патент. Требования,

предусмотренные пунктами 11 и 13 «Положения о порядке присуждения ученых степеней», выполнены.

Результаты работы могут быть рекомендованы для использования в Южном федеральном университете (Ростов-на-Дону), Институте физической химии и электрохимии им. А.Н. Фрумкина РАН (Москва), Центре проблем химической физики и медицинской химии РАН (Черноголовка), Южно-Российском государственном политехническом университете (НПИ) имени М.И. Платова (Новочеркасск), Крыловском государственном научном центре (Санкт-Петербург), Национальном исследовательском университете «МЭИ» (Москва), а также в организациях и на предприятиях, работающих в области разработки и исследования электродных материалов для химических источников тока и электролизеров.

Рассмотрение диссертации К.О. Папержа входит в компетенцию диссертационного совета 24.2.288.04 при Воронежском государственном университете. Комиссия рекомендует принять ее к защите по специальности 1.4.6. Электрохимия.

В качестве официальных оппонентов предлагаются:

- **Добровольский Юрий Анатольевич**, доктор химических наук, профессор, ООО «Центр водородной энергетики», генеральный директор;
- **Куриганова Александра Борисовна**, доктор технических наук, федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Южно-Российский государственный политехнический университет (НПИ) имени М.И. Платова», кафедра «Химические технологии», профессор.

В качестве ведущей организации рекомендуется федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт физической химии и электрохимии имени А.Н. Фрумкина Российской академии наук, г. Москва.

#### **Постановили:**

- Принять к защите диссертацию Папержа К.О. «Повышение электрохимических характеристик платиноуглеродных катализаторов для катода водорода-воздушного топливного элемента путем управления их микроструктурой» на соискание ученой степени кандидата химических наук по специальности 1.4.6. Электрохимия.

- Утвердить официальными **оппонентами**:

**Добровольского Юрия Анатольевича**, доктора химических наук, профессора, ООО «Центр водородной энергетики», генеральный директор;

**Куриганову Александру Борисовну**, доктора технических наук, федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Южно-Российский государственный политехнический университет (НПИ) имени М.И. Платова», кафедра «Химические технологии», профессор.

- Утвердить в качестве **ведущей организации** федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт физической химии и электрохимии имени А.Н. Фрумкина Российской академии наук, г. Москва.

- Назначить дату защиты на 26 июня 2025 г.

- Разрешить опубликование автореферата диссертации на правах рукописи и утвердить список его рассылки.

Результаты голосования: «за» – 14, «против» – нет, «воздержался» – нет.

Председатель  
диссертационного совета

Ученый секретарь  
диссертационного совета



/ Введенский А.В. /

/ Хохлова О.Н. /