**Синтез новых Pt/C катализаторов в условиях «кинетического контроля» процесса**

***Худолей А.В.1, Зайцева Э.А.1,2***

*Студент, 4 курс специалитета*

*1Южный федеральный университет,
химический факультет, Ростов-на-Дону, Россия*

*2Федеральный исследовательский центр «Южный научный центр Российской академии наук», Ростов-на-Дону, Россия*

*E-mail:* *khudolei@sfedu.ru*

Наночастицы благородных металлов широко используются в самых разных областях. Особенно широко находят свое применение Pt/C катализаторы – наночастицы платины, нанесенные на электропроводящий углеродный носитель. Ключевым фактором для повышения эффективности подобных катализаторов является контроль их микроструктуры: размера и дисперсности наночастиц платины, а также их пространственного распределения по поверхности углеродного носителя, которая определяет их электрохимическое поведение (значения площади активной поверхности и каталитическую активность в реакции восстановления кислорода (РВК)) [1]. Поэтому большое внимание уделяется возможности управления этими структурно-морфологическими параметрами в процессе синтеза. Для направленного получения Pt/C катализаторов необходимо понимание того, как происходит процесс восстановления платины и как им можно управлять, изменяя различные условия. Для исследования были выбраны методы жидкофазного синтеза, как самые распространенные не только в лабораторных, но и в промышленных условиях [2]. Их достоинства определяются простотой использования, энергоэффективностью, наличием большого количества факторов, позволяющих оказать влияние на размер наночастиц и структуру катализатора.

Цель работы состоит в изучении влияния восстанавливающих агентов на кинетику образования наночастиц Pt, структурно-морфологические характеристики и электрохимическое поведение полученных на их основе Pt/C катализаторов с массовой долей Pt около 40 %. В качестве восстановителей для получения наночастиц Pt и Pt/C материалов были выбраны три карбоновые кислоты: муравьиная (FA), лимонная (CA) и аскорбиновая (AA), использование которых приближает синтез к экологически чистому. Для исследования кинетики были использованы методы непрерывного измерения интенсивности трех компонент окраски раствора (красный, синий и зеленый) и измерения потенциала индикаторного электрода – редокс потенциала реакционной среды, меняющегося во времени [1, 2]. Определенная этими методами продолжительность стадии нуклеации/роста НЧ оказалась наименьшей для материала AA и наибольшей для CA. При этом средние размеры наночастиц Pt, определенные методом просвечивающей электронной микроскопии, уменьшаются в ряду AA>FA>CA. Площадь электрохимически активной поверхности платины и активность в РВК увеличиваются в ряду AA < FA < CA. Pt/C образец CA, полученный с использованием лимонной кислоты в качестве восстановителя, характеризуется массовой активностью в РВК около 470 А/г(Pt), что практически в 2 раза выше по сравнению с активностью коммерческого аналога HiSpec4000.

*Это исследование было профинансировано в рамках программы стратегического академического лидерства Южного федерального университета (Приоритет 2030).*

**Литература**

1. V. Guterman, K. Paperzh, I. Novomlinskaya, I. Kantsypa, A. Khudoley, Y. Astravukh, I. Pankov, A. Nikulin, Advances in Liquid-Phase Synthesis: Monitoring of Kinetics for Platinum Nanoparticles Formation, and Pt/C Electrocatalysts with Monodispersive Nanoparticles for Oxygen Reduction, Catalysts 14 (2024) 728.

2. M. V. Danilenko, V.E. Guterman, E. V. Vetrova, A. V. Metelitsa, K.O. Paperzh, I. V. Pankov, O.I. Safronenko, Nucleation/growth of the platinum nanoparticles under the liquid phase synthesis, Colloids Surf. A: Physicochem. Eng. Asp. 630 (2021) 127525.