**Новый подход in situ контроля синтеза наночастиц платины и свойства полученных Pt/C катализаторов**

***Канцыпа И.В., Паперж К.О.***

*Студент, 4 курс специалитета*

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

*E-mail:* [*kantsypa@sfedu.ru*](mailto:kantsypa@sfedu.ru)

В последние годы наиболее высокий интерес проявляется к платиносодержащим наночастицам (НЧ) и материалам на их основе, что связано с высокой каталитической активностью Pt во многих реакциях [1]. Микроструктура получаемых Pt/C катализаторов (средний размер НЧ, их размерное и пространственное распределения) зависит от условий и методов их получения [2]. Отметим, что именно микроструктура определяет каталитическую активность Pt/C материалов в химических реакциях, например, в реакции восстановления кислорода. Наиболее распространенными считаются методы жидкофазного синтеза, в основе которых лежит восстановление платиносодержащих прекурсоров из их растворов. Для контроля состава реакционной среды используют большое число методов, среди которых: ядерный магнитный резонанс (ЯМР), просвечивающая электронная микроскопия (ПЭМ), рентгеновская абсорбционная спектроскопия (РАС), UV-vis спектроскопия и многие другие [3]. Данные дорогостоящие методы применяют для изучения разбавленных растворов, что далеко от коммерческого производства, где работа ведется в концентрированных средах и в условиях газопропускания и перемешивания реакционной среды. Таким образом, поиск оптимальной технологии производства Pt/C катализаторов ведется преимущественно путем подбора разных условий синтеза для получения материала с желаемыми свойствами, которые определяются уже после получения продукта [3].

Целью данного исследования является апробация простых и недорогих методов контроля за состоянием реакционной системы для изучения кинетики превращения прекурсора Pt (IV) в НЧ в условиях полиольного синтеза. В качестве методов использованы: непрерывный контроль за изменениями интенсивности окраски раствора и электродного потенциала раствора или суспензии в процессе фазообразования. Данные методы применены для исследования концентрированных растворов или суспензий в условиях газопропускания и непрерывного перемешивания реакционной среды.

Данными методами удалось установить момент начала формирования НЧ Pt в растворах, приближенно определить общую продолжительность синтеза, продолжительность индукционного периода, предшествующего нуклеации металлической Pt, и стадии нуклеации НЧ. Возможность достоверной идентификации этих характерных этапов превращения была подтверждена методом UV-vis спектроскопии разбавленных растворов. Методом полиольного синтеза при разных соотношениях S=[NaOH]/[H2PtCl6] были получены 7 Pt/C катализаторов с массовым содержанием металла около 40 %. Электрокатализаторы, синтезированные с высокими значениями S, заметно превосходят по своим функциональным характеристикам коммерческий аналог HiSPEC4000 (Johnson Matthey).

*Исследование выполнено в ЮФУ в рамках Программы стратегического академического лидерства Южного федерального университета ("Приоритет 2030").*

**Литература**

1. S. Sui, X. Wang, X. Zhou, Y. Su, S. B. Riffat and C. Liu, J. Mater. A comprehensive review of Pt electrocatalysts for oxygen reduction reaction: nanostructure, activity, mechanism and carbon support in PEM fuel cells // Chem. A. 2016. Vol. 5. P. 1808-1825.

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 and Surfaces A. 2021. Vol. 630(6):127525

3. Quinson J, Kunz S, Arenz M Surfactant-Free Colloidal Syntheses of Precious Metal Nanoparticles for Improved Catalysts // ACS Catal. 2023. Vol. 13: 4903–37.