

УДК 544.478-03

## СИНТЕЗ КОМПОЗИТНЫХ НАНОМАТЕРИАЛОВ ИЗ ОКСИДОВ МЕТАЛЛОВ VIB ПОДГРУППЫ И МЕТАЛЛИЧЕСКИХ Pt И Pd И ИССЛЕДОВАНИЕ ИХ ЭЛЕКТРОКАТАЛИТИЧЕСКИХ СВОЙСТВ

© Морозов Р.А., Ахтямов Т.Р., Платонов И.А., Тупикова Е.Н.

*Самарский национальный исследовательский университет  
имени академика С.П. Королева, г. Самара, Российская Федерация*

e-mail: r.morozov1@gmail.com

Свойства комбинации платиновых металлов и металлов шестой группы, таких как хром (Cr), молибден (Mo), вольфрам (W), и их соединений исследуют в различных электрокаталитических реакциях, включая выделение водорода, окисление различных органических соединений, восстановление кислорода и другие. Например, комбинация Pt-Mo проявляет большую каталитическую активность по сравнению с чистой платиной. Это связано с электронным взаимодействием между благородным металлом и молибденом, которое способствует электронной передаче и повышению каталитических свойств [1].

Целью нашей работы была разработка методов синтеза различных комбинаций оксид металла VIB подгруппы Pt (Pd), нанесенных на углеродный носитель, и исследование их электрокаталитических свойств.

В основу синтеза были положены различные процессы:

- превращение комплексных соединений  $[Pt(NH_3)_4]MO_4$  и  $[Pd([NH_3)_4]MO_4]$ , где  $M = Cr, Mo, W$  в гидротермальных условиях;
- растворный самораспространяющийся высокотемпературный синтез (СВС) из аммониевых солей металлов Cr, Mo, W и нитратов Pt и Pd с использованием различных восстановителей.

Гидротермальный синтез из комплексных соединений проводили во фторопластовых вкладышах, куда помещали навеску УНТ производства «Сорбенты Кузбаса» и комплексные соединения в количестве 20 % по металлу от массы УНТ, и заливали водой. Раствор деаэрировали, вкладыши герметизировали в стальных патронах. При непрерывном перемешивании нагревали при 190°C в течение 2 ч.

Для метода растворного СВС в качестве соединений-предшественников были использованы:  $(NH_4)_6Mo_7O_{24} \cdot 4H_2O$ ,  $(NH_4)_{10}W_{12}O_{41} \cdot 12H_2O$ ,  $(NH_4)_2CrO_4$  и нитраты Pt(IV) и Pd(II). Были исследованы свойства лимонной и щавелевой кислоты, глицина и карбамида в качестве восстановителей. Навеску солей металлов, восстановитель и нитрат аммония растворяли в воде в различных мольных соотношениях, выпаривали, затем ставили в муфельную печь при температуре 500–600°C. Продукты реакции были охарактеризованы различными физико-химическими методами. По результатам исследований были выбраны оптимальные соотношения топлива и окислителя и получены образцы электрокатализаторов на углеродных носителях.

Электрокаталитические свойства Pt-MO<sub>x</sub>/УНТ и Pd-MO<sub>x</sub>/УНТ (M = Cr, Mo, W) оценивали в реакции восстановления кислорода из щелочных растворов методом циклической вольтамперометрии.

### Библиографический список

1. Sarkar A., Vadivel Murugan A., and Manthiram A. Synthesis and Characterization of Nanostructured Pd-Mo Electrocatalysts for Oxygen Reduction Reaction in Fuel Cells // J. Phys. Chem. 2008. № 112. С. 12037–12043.