

кислорода и водорода при положительных и отрицательных импульсах соответственно.

Получен ряд композиционных материалов, содержащих наночастицы металлов или оксидов металлов: Pt/C и Pt/Al₂O₃; SnO₂ и Pt/SnO₂/C; NiO/C и Pt/NiO/C; CuO_x. Методами РФА, СЭМ, ПЕМ, БЭТ, ТГ-ДСК и др. исследованы структурные характеристики материалов, их химические и электрохимические свойства для различных приложений. Показано, что состав, структура и функциональные свойства продуктов электролиза под действием переменного тока зависят от свойств металлов, природы электролита, температуры, плотности тока.

Работа выполнена при финансовой поддержке Российского научного фонда (проект 14-23-00078).

ЛИТЕРАТУРА

1. D.V. Leontyeva, I.N. Leontyev, M.V. Avramenko, Yu.I. Yuzuk, Yu.A. Kukushkina, N.V. Smirnova // *Electrochimica Acta.* – 2013. V. 114. – PP. 356–362 :
2. Alexandra B. Kuriganova, Codruta A. Vlaic, Svetlozar Ivanov, Daria V. Leontyeva, Andreas Bund, Nina V. Smirnova // *J. Appl. Electrochem.* – 2016. V. 46. – PP. 527–538
3. A.B. Kuriganova, N.V. Smirnova // *Mendeleev Communications* 24 (6). – PP. 351–352
4. Leontyev I., Kuriganova A., Kudryavtsev Yu., Dkhil B., Smirnova N. // *Applied Catalysis A: General.* – 2012. – Т.431-432. – PP.120–125.
5. D.E. Doronkin, A.B. Kuriganova, I.N. Leontyev, S. Baier, H. Lichtenberg, N.V. Smirnova, J.-D. Grunwaldt // *Catalysis Letters.* – 2016. V. 46 (5), – PP. 527–538

УДК 544.653

Н.В. Смирнова, д-р хим. наук, доц.;
А.Б. Куриганова, канд. техн. наук; Е.А. Попова, магистрант
(ЮРГПУ(НПИ), Новочеркасск, Россия)

И.Н. Леонтьев, канд. физ.-мат. наук (ЮФУ, Ростов-на-Дону, Россия)

ПОЛУЧЕНИЕ ГРАФЕНА МЕТОДОМ ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКОГО ДИСПЕРГИРОВАНИЯ

Среди различных углеродных структур (аморфный углерод, углеродные нанотрубки, фуллерены, и т.д.) графен, благодаря своим уни-

кальным электрохимическим характеристикам является перспективным электродным материалом для Li-ионных аккумуляторов, суперконденсаторов, а также носителем электрокатализаторов.

В настоящее время методы получения графена представлены механическим отщеплением слоев от графита, химическим осаждением из газовой фазы с разложением углеводородов, органическим синтезом и подробно рассмотрены в обзоре [1]. Все больший интерес исследователей привлекают электрохимические методы получения графеновых структур как на постоянном, так и на переменном токе.

В настоящей работе для получения графена использовали метод электрохимического диспергирования электродов, изготовленных из фольги терморасширенного графита (ТРГ). Процесс вели при переменном импульсно токе, источником которого послужил потенциостат-гальваностат ПИ-50-Pro (Elins), форма импульсов – прямоугольная. Электролит - водный раствор NaOH концентрацией 2 моль/л. Под действием чередующихся анодных, катодных импульсов происходило внедрение катионов и анионов электролита между слоями ТРГ, что приводило к отслаиванию от электрода графеновых слоев. Варьируя продолжительность импульса и паузы между импульсами в пределах 5-50 мс, получали суспензию графеновых структур в растворе электролита, которую затем фильтровали, промывали бидистиллированной водой до установления нейтрального значения pH фильтрата и сушили при 80 °С.

Методами спектроскопии комбинационного рассеяния, просвечивающей электронной микроскопии (ПЭМ) было установлено, что полученный в результате электролиза продукта представляет собой многослойные графеновые структуры, количество слоев в которых $2 \div 5$ зависело как от длительности катодных, анодных импульсов так и длительности пауз. Латеральные размеры образовавшихся структур, оцененные с помощью ПЭМ, составили 0,5-2 мкм

*Работа выполнена при финансовой поддержке Российского Фонда
Фундаментальных исследований (Грант № 16-29-06409 офи_м).*

ЛИТЕРАТУРА

1. Grayfer E.D., Makotchenko V.G., Albert S.N., Kim S.J. and Vladimir E.F., *Russian Chemical Reviews*, 2011, 80, 751.