

## Список литературы

1. L. Ge, W. Wei, P. Ziling, T. Fatang, W. Xinyun, C. Jianguo, Q. Xueliang // *Powder Technology*, 2018.– V.326.– P.393–401.
2. Y. Ziyin, Q. Chengcheng, Z. Xiaohui, Z. Jianbin // *Journal of Electroanalytical Chemistry*, 2015.– V.754.– P.138–142.
3. M.I. Lerner, A.V. Pervikov, E.A. Glazkova, N.V. Svarovskaya, A.S. Lozhkomoev, S.G. Psakhie // *Powder Technology*, 2016.– V.288.– P.371–378.
4. A.S. Lozhkomoev, A.V. Pervikov, O.V. Bakina, S.O. Kazantsev, I. Gotman // *RSC Advances*, 2018.– V.8.– №63.– P.36239–36244.

## МОДИФИКАЦИЯ УГЛЕРОДНОГО МАТЕРИАЛА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ИОДОНИЕВЫХ СОЛЕЙ ДЛЯ СОЗДАНИЯ СУПЕРКОНДЕНСАТОРОВ

Е.В. Свиридова

Научный руководитель – к.х.н., доцент П.С. Постников

Национальный исследовательский Томский политехнический университет  
634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина 30, lizasvir@mail.ru

Материалы на основе углерода (графен, оксид графена и его восстановленная форма, углеродные нанотрубки и т.д.) в настоящее время имеют широкое распространение в различных областях, таких как сенсорика, электроника, батарейки и т.д. Благодаря своим уникальным свойствам, такими как большая площадь поверхности, высокая термо- и электропроводимость, низкая стоимость и т.д., материалы на основе углерода являются наиболее перспективными для применения их в качестве электродного материала для суперконденсаторов [1].

Однако применение углеродных наноматериалов требует специальных методов функционализации поверхности для обеспечения определенных свойств поверхности, в данном, для увеличения удельной емкости материала.

В данной работе исследован метод модификации восстановленной формы оксида графена (rGO) производными иодониевых солей (рис. 1). Несмотря на невысокую реакционную способность, такие производные иодониевых солей являются одним из наиболее стабильных источников бензина, способных реагировать с поверхностью графена [2].

Нами были проведены эксперименты по нахождению оптимального соотношения между rGO и иодониевым компонентом.

Для всех полученных модифицированных образцов наноматериал был охарактеризован методами ультрафиолетовой/видимой (УФ) спектроскопии, инфракрасной спектроскопии, Рамановской спектроскопии, термогравиметрическими методом и методом рентгеновской

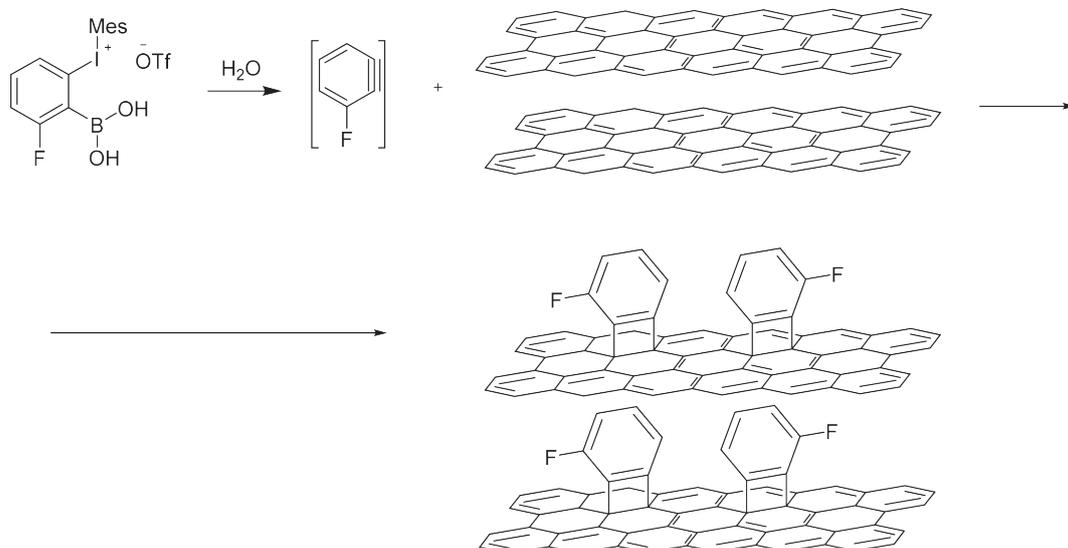


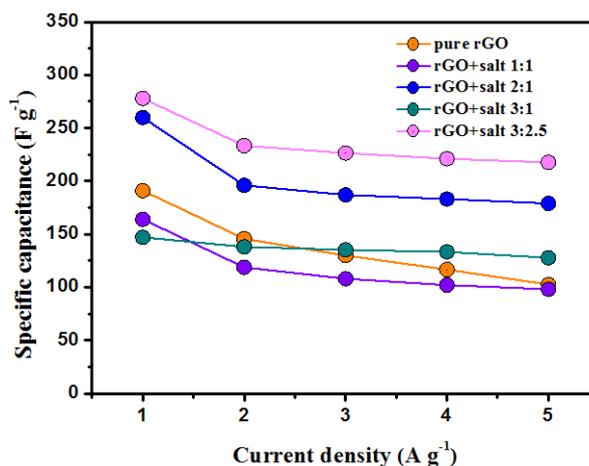
Рис. 1. Схема модификации rGO производными иодониевых солей

фотоэлектронной спектроскопией (XPS). По полученным данным можно сказать, что модификация идет не селективно и наличие фторбензольных групп в модифицированных образцах крайне мало, что доказывается спектрами XPS [3].

Электрохимические свойства образцов оценивали в классической трехэлектродной конфигурации в водном электролите 2 М КОН с помощью тестов циклической вольтамперометрии (CV), режим гальваностатического заряда-разряда (GCD) и методом электрохимической импедансной спектроскопией (EIS).

По полученным данным, было вычислено, что модификация rGO иодониевым компонентом в соотношении 1–0,833 (3–2,5) показывает увеличение удельной емкости материала в 1,5 раза с  $200 \text{ F g}^{-1}$  до  $290 \text{ F g}^{-1}$  при плотности тока  $1 \text{ A g}^{-1}$ .

Полученные результаты свидетельствуют о том, что модификация улучшает электрохими-



**Рис. 2.** График зависимости удельной емкости rGO и модифицированных образцов при различных плотностях тока, полученный из кривых гальваностатического заряда-разряда. Исходные электрохимические свойства материала, таким образом, электроды на основе данного материала имеют потенциальную перспективу применения в гибких накопителях энергии.

### Список литературы

1. Wang Y., Song Y., Xia Y // *Chem. Soc. Rev.*, 2016.– V.45.– P.5925–5950.
2. Yoshimura A., Fuchs J.M., Middleton K.R., Maskaev A.V., Rohde G.T., Saito A., Postnikov P., Yusubov M., Nemykin V., Zhdankin, V.V. // *Chem. Eur. J.*, 2017.– V.23.– P.16738–1674.
3. Magedov I.V., Frolova L.V., Ovezmyradov M., Bethke D., Shaner E.A., Kalugin N.G. // *Carbon*, 2013.– V.54.– P.192–200.

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ОТХОДОВ PET, ОДНОВРЕМЕННО В КАЧЕСТВЕ ИСТОЧНИКА И ПОДЛОЖКИ, ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ MOFs НА PET

О.В. Семёнов

Научные руководители – к.х.н. П.С. Постников; д.х.н. М.С. Юсубов

Национальный исследовательский Томский политехнический университет  
634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина 30, Oleg.v.semyonov@gmail.com

Полиэтилентерефталат (PET) – является одним из самых потребляемых пластиков. Его производство растёт с каждым годом, несмотря на очевидные для всех проблемы с его разложением, вызывая таким образом загрязнение окружающей среды.

Существует множество решений этой проблемы, в том числе сжигание отходов, вторичная их переработка, или деполимеризация полиэтилентерефталата с получением мономеров. Однако качество переработанного PET ухудшается

от стадии к стадии, а стоимость переработки существенно возрастает. Деполимеризация на данный момент тоже не является экономически выгодной.

Одним из интересных вариантов является одностадийная переработка PET с получением ценных продуктов [1]. Полиэтилентерефталат на 85% состоит из терефталевой кислоты, которая является одним из главных прекурсоров металлоорганических каркасов (MOFs), представляющих собой пористые соединения с ши-