

## Углеродный материал на основе крахмала для электродов суперконденсаторов с высокой ресурсной стабильностью

© Берестов<sup>1+</sup> Валентин Викторович, Кречетов<sup>1\*</sup> Илья Сергеевич,  
Лепкова<sup>1</sup> Татьяна Львовна, Стаханова<sup>2\*</sup> Светлана Владленовна

<sup>1</sup> Кафедра физической химии. Национальный исследовательский технологический университет «МИСИС». Ленинский пр-т, д.4, стр.1. г. Москва, 119049. Россия. Тел.: +7 (916) 747-92-44.

E-mail: vberestov@misis.ru

<sup>2</sup> Кафедра аналитической химии. Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева". Миусская площадь, 9. г. Москва, 125047. Россия.

\*Ведущий направление; +Поддерживающий переписку

**Ключевые слова:** углеродный материал, суперконденсатор, крахмал.

### Аннотация

В работе произведена апробация возможностей карбонизации и активации сырья без предварительной химической обработки для получения активированных углеродных материалов на основе крахмала для электродов электрохимических суперконденсаторов с высокой ресурсной стабильностью. Углеродные материалы получены методом пиролиза крахмала в инертной газовой среде при температуре 900 °С с последующей активацией поверхности полученного углеродного материала в атмосфере CO<sub>2</sub> при этой же температуре. Исследование морфологии поверхности полученных углеродных материалов методом растровой электронной микроскопии показало наличие как крупных пор диаметром около 20 мкм, так и пор диаметром 50 нм и менее. Анализ результатов низкотемпературной адсорбции азота показал, что синтезированный материал обладает высокой удельной поверхностью до 1024 м<sup>2</sup>/г и большим количеством микропор. Электродные материалы, полученные из синтезированных углеродных материалов, были охарактеризованы методами циклической вольтамперометрии и гальваностатического заряда-разряда в кислотном (3М H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) и нейтральном (1М KNO<sub>3</sub>) водных электролитах. Материал показал удельную ёмкость до 135 Ф/г в кислотном электролите и до 67 Ф/г в нейтральном. В электролите на основе 1М раствора KNO<sub>3</sub> материал сохраняет 80% ёмкости после ресурсного испытания, состоящего в 900 000 циклов заряда-разряда удельным током 1.22 А/г, при котором ячейка полностью заряжается за примерно 13.8 с и за такое же время полностью разряжается. При этом с одной стороны падение характеристик после ресурсного испытания носит более выраженный характер для высоких токов (падение ёмкости с 49 до 30 Ф/г и отдачи по энергии – с 38 до 15% при удельном токе 2.45 А/г), а с другой стороны не существенна для малых токов (падение ёмкости с 67 до 66 Ф/г при неизменной отдаче по энергии 91% при 0.024 А/г).

### Выходные данные для цитирования русскоязычной печатной версии статьи:

Берестов В.В., Кречетов И.С., Лепкова Т.Л., Стаханова С.В. Углеродный материал на основе крахмала для электродов суперконденсаторов с высокой ресурсной стабильностью. *Бутлеровские сообщения*. 2024. Т.79. №9. С.25-32. DOI: 10.37952/ROI-jbc-01/24-79-9-25

### Выходные данные для цитирования русскоязычной электронной версии статьи:

Берестов В.В., Кречетов И.С., Лепкова Т.Л., Стаханова С.В. Углеродный материал на основе крахмала для электродов суперконденсаторов с высокой ресурсной стабильностью. *Бутлеровские сообщения В*. 2024. Т.8. №3. Id.6. DOI: 10.37952/ROI-jbc-01/24-79-9-25/ROI-jbc-RB/24-8-3-6

### The output for citing the English online version of the article:

Valentine V. Berestov, Ilya S. Krechetov, Tatiana L. Lepkova, Svetlana V. Stakhanova. Starch-based carbon material for supercapacitor electrodes with high cyclic stability. *Butlerov Communications B*. 2024. Vol.8. No.3. Id.6. DOI: 10.37952/ROI-jbc-01/24-79-9-25/ROI-jbc-B/24-8-3-6