



## Разупорядоченные углеродные материалы для высокомоощных литий-ионных аккумуляторов

Корнеева Е.Ю.<sup>1</sup>, Бобылёва З.В.<sup>2</sup>, Дрожжин О.А.<sup>2</sup>

Студент, 1 курс магистратуры

<sup>1</sup>Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, факультет наук о материалах, Москва, Россия

<sup>2</sup>Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, химический факультет, Москва, Россия

E-mail: [catherina.korneeva@student.msu.ru](mailto:catherina.korneeva@student.msu.ru)

С момента патентования первых литий-ионных аккумуляторов (ЛИА) компанией Sony прошло более 30 лет, однако научное развитие этой тематики продолжается до сих пор и направлено на улучшение электрохимических характеристик катодных и анодных материалов. Одной из областей работы является поиск и разработка анодных материалов на основе неграфитизируемой формы углерода (*hard carbon*). Примечательно, что разработка ЛИА начиналась именно с неграфитизируемого углерода, но самым распространенным анодным материалом, представленным в ЛИА, стал графит, что связано с его более высокой кулоновской эффективностью и меньшим рабочим потенциалом. Тем не менее, неграфитизируемый углеродный материал обладает более высокой емкостью и отличается способностью работать на более высоких плотностях тока [1], то есть материал способен быстрее заряжаться и разряжаться.

Настоящая работа посвящена исследованию работы разупорядоченного углерода на высоких плотностях тока в литий-ионных аккумуляторах, а также рассмотрению работы композитного материала с графитом, перспективность которого показана в статье [2]. В рамках работы были получены и электрохимически протестированы неграфитизируемый углерод и композитный материал на основе графита и неграфитизируемой формы углерода. Полученный материал был исследован следующими физико-химическими методами: КР-спектроскопия и сканирующая электронная микроскопия.

Образцы были получены гидротермальной карбонизацией раствора глюкозы (с добавлением графита в случае композита) с последующим высокотемпературным (900-1300 °С) отжигом в атмосфере аргона. Для электрохимической аттестации материала была проведена сборка полужеек типа «coin-cell» с литием в сухом боксе, в качестве электролита был использован 1М LiPF<sub>6</sub> в растворе состава ЕС(этиленкарбонат):DEC(диэтилкарбонат):DMC(диметилкарбонат)=1:1:1.

Электрохимическое тестирование ячеек при плотности тока 250 мА/г (1С) в режиме гальваностатического заряда-разряда показало лучшую кулоновскую эффективность на первом цикле у композитного материала (81,6%) по сравнению с неграфитизируемым углеродом (75%), а также более высокую разрядную емкость: 204 мАч/г против 187 мАч/г на первом цикле.

### Литература

1. Gianfranco Pistoia. Lithium-Ion Batteries: Advances and Applications. 2014.
2. Chen K.H. et al. Enabling 6C Fast Charging of Li-Ion Batteries with Graphite/Hard Carbon Hybrid Anodes // Adv. Energy Mater. 2021. Vol. 11, № 5. P. 1–12.

