**Выявление микроструктурных особенностей неграфитизируемого углерода из фенолформальдегидной смолы и глюкозы для натрий-ионных аккумуляторов Фефелов М.А.1, Лакиенко Г.П.2, Бобылёва З.В.3, Дрожжин О.А.3**

*Студент, 4 курс бакалавриата*

*Факультет наук о материалах МГУ имени М.В. Ломоносова,  
Москва, Россия*

*Центр энергетических наук и технологий, Сколковский институт науки и технологий,  
Москва, Россия*

*3 Химический факультет МГУ имени М.В. Ломоносова,  
Москва, Россия*

*E-mail: fefelovm19@gmail.com*

Натрий-ионные аккумуляторы (НИА) – одна из самых перспективных пост-литиевых альтернатив на сегодняшний день. Так, например, НИА более экологичные и менее дорогие, за счет большей распространенности натрия в земной коре. В качестве анодного материала наибольший интерес представляет неграфитизируемый углерод, разновидность аморфного углерода, которая состоит из разупорядоченных графеноподобных слоев. Этот материал демонстрирует высокую электрохимическую емкость в отличие от графита, в структуру которого практически не внедряются ионы натрия.

Существует множество методов синтеза неграфитизируемого углерода, часть из которых направлена на увеличение удельной емкости данного анодного материала. Одним из подходов является синтез материала с большим количеством микропор, что способствует образованию нанокластеров металлического натрия внутри микропор при заряде электрохимической ячейки. Например, метод темплатного синтеза, при котором задается морфология, или сольвотермальный метод синтеза, в котором за счет перехода спирта в газообразное состояние формируется морфология с большим количеством пор [1].

Построение универсальной структурной модели неграфитизируемого углерода по-прежнему остается сложной задачей. Трудности возникают из-за зависимости микроструктуры неграфитизируемого углерода от выбора прекурсора и температуры синтеза. Поэтому основной целью данного исследования является выявление микроструктурных особенностей неграфитизируемого углерода из различных источников, таких как фенолформальдегидная смола (ФФС) и глюкоза.

Для получения неграфитизируемого углерода был использован сольвотермальный метод синтеза смеси EtOH и ФФС с последующим высокотемпературным отжигом. ФФС смешивалась с этиловым спиртом в объемной соотношении 2:1 и отжигалась при температуре 1300 ºC в инертной атмосфере. Образцы были проанализированы с помощью методов низкотемпературной адсорбции, гальваностатического циклирования, спектроскопии комбинационного рассеяния и растровой электронной микроскопии. Полученные образцы показывают разрядную емкость 400 мАч/г и кулоновскую эффективность на первом цикле 83%. Неграфитизируемый углерод, синтезированный из ФФС, выделяется своей высокой удельной емкостью по сравнению с образцами из глюкозы (300 мАч/г) [2]. В дальнейшем мы планируем выявить, какие именно микроструктурные различия приводят к такой разнице в электрохимическом поведении образцов неграфитизируемого углерода из ФФС и глюкозы.

**Литература**

1. Meng, Qingshi, et al. "Tuning the closed pore structure of hard carbons with the highest Na storage capacity." ACS Energy Letters 4.11 (2019): 2608-2612.

2. Bobyleva, Zoya V., et al. "Caramelization as a Key Stage for the Preparation of Monolithic Hard Carbon with Advanced Performance in Sodium-Ion Batteries." ACS Applied Energy Materials 6.1 (2022): 181-190.