**Электрохимические свойства неграфитизируемого углерода на основе растительной биомассы для натрий-ионных аккумуляторов**

***Султанова Я.В.1, Бобылёва З.В. 1, Дрожжин О.А. 1, Антипов Е.В.1,2***

*1 Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, Химический факультет, Москва, Россия*

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

*Email: yana.sultanova2016@yandex.ru*

Неграфитизируемый углерод (*hard carbon*, HC) является наиболее востребованным и перспективным анодным материалом для натрий-ионных аккумуляторов (НИА). HC обладает высокой удельной ёмкостью, демонстрирует циклируемость, отличается простотой синтеза и обширным выбором источников [1]. Перспективным источником для синтеза материала может служить вторичная биомасса – побочные продукты и отходы агрокомплексов и производств [2]. Ежегодно на территории Российской Федерации образуется более 7 тысяч тонн отходов масложировой промышенности (лузга, жмых), не имеющих рационального способа утилизации. В связи с этим, целью данной работы является разработка технологии синтеза неграфитизируемого углерода на основе биомассы.

В качестве исходного сырья были выбраны биоотходы масложировой промышленности (подсолнечные лузга и жмых) и широко используемая микрокристаллическая целлюлоза (МКЦ) в качестве образца для сравнения. Были предложены различные методики предобработки исходного сырья, изучено их влияние на состав, микроструктуру и электрохимические свойства неграфитизируемого углерода.

Материалы на основе МКЦ ожидаемо показали впечатляющие электрохимические характеристики (разрядная ёмкость 305 мАч/г и кулоновская эффективность первого цикла (КЭ) выше 90 %). Материалы на основе подсолнечной лузги продемонстрировали приемлемые для промышленного использования характеристики: разрядную емкость 248 мАч/г и КЭ – 85 %. Среди образцов на основе подсолнечного жмыха наибольшую разрядную ёмкость (222 мАч/г) продемонстрировал образец, полученный путём двухстадийного синтеза с температурой предварительной карбонизации 150 °C и с последующим отжигом при 1300 °C. При повышении температуры предварительной обработки до 250 °C для образцов неграфитизируемого углерода наблюдалось значительное снижение ёмкости, что можно объяснить повышением содержания неорганических примесей в предобработанном сырье.

Проведенное исследование показало, что предварительная обработка источников является необходимой стадией для получения неграфитизируемого углерода на основе биомассы с удовлетворительными электрохимическими свойствами. Стадия предобработки биомассы должна обязательно включать в себя промывку раствором кислоты. Также было исследовано влияние неорганических примесей на электрохимические свойства материалов. Полученные результаты крайне важны для дальнейшей разработки подходов к использованию биомассы в качестве источника углеродных анодных материалов для натрий-ионных аккумуляторов.

Список литературы:

1. Xie F. et al. Hard carbons for sodium-ion batteries and beyond //Progress in Energy. – 2020. – Т. 2. – №. 4. – С. 042002.
2. Jin Y. et al. From Waste Biomass to Hard Carbon Anodes: Predicting the Relationship between Biomass Processing Parameters and Performance of Hard Carbons in Sodium-Ion Batteries //Processes. – 2023. – Т. 11. – №. 3. – С. 764.