**Плазмоэлектрохимическая переработка использованных электродных материалов литий-ионных аккумуляторов для повторного применения в энергозапасающих устройствах**

***Белецкий Е.В., Савельев Е. П., Левин О.В.***

*Аспирант 3-го года обучения*

*Санкт-Петербургский государственный университет, Институт химии,*

*Санкт-Петербург, Россия*

*E-mail: st803431@spbu.ru*

Увеличение производства литий-ионных аккумуляторов в конечном итоге приводит к образованию токсичных отходов. Сегодня утилизация использованных литий-ионных аккумуляторов становится чрезвычайно важной, при этом большое внимание уделяется переработке материалов катодов [1,2]. Извлечению графита уделяется значительно меньше внимания из-за низких экономических выгод, высоких затрат на очистку материала и низкой циклической стабильности. На самом деле переработка графита с помощью недорогой технологии имеет большое значение в рамках решения проблемы утилизации отработанного графита и загрязнения окружающей среды [3].

Для решения вышеупомянутых проблем нами был предложен вариант переработки графита с использованием дешевой обработки плазменным раствором (менее   
28 кВтч·кг графита-1), что приводит к получению материала с высокими емкостными и мощностными характеристиками. Результаты подтверждены циклированием ячеек на основе обработанного графита в течение 500 циклов при 0,3 А·г-1 с отличной стабильностью и высокой емкостью (392 мА·ч·г-1), которая превышает теоретическую емкость графита за счет образования оксида графена из поверхностных слоев графита. Также наблюдается высокая скорость заряда-разряда. Продолжительность обработки не влияет на межплоскостное расстояние полученных графитов. Длительное циклирование показывает изменение формы кривых заряда с увеличением доли графена. Для всех образцов также оценивались кинетические характеристики: зависимость коэффициента диффузии, сопротивления SEI (solid electrolyte interphase) и сопротивления переносу заряда от потенциала и константы скорости интеркаляции.

Таким образом, медная фольга и графитовое покрытие из использованного аккумулятора были успешно отделены промывкой дистиллированной водой. Реакция интеркалированного лития с водой приводит к обильному газовыделению и отделению покрытия от меди. Простая и малозатратная плазменно-электрохимическая обработка в растворе перекиси водорода позволила очистить и модифицировать полученный графитовый порошок от продуктов разложения электролита.

Учитывая полученные в ходе исследования показатели, можно утверждать, что предложенный вариант регенерации графита с помощью малозатратной плазменной обработки растворов перспективен как для дальнейшей проработки, так и для потенциальной реализации.

*Работа была выполнена при финансовой поддержке стипендии президента Российской Федерации № СП-1045.2022.1.*

**Литература**

1. D.L. Thompson, J.M. Hartley, S.M. Lambert, M. Shiref, G.D.J. Harper, E. Kendrick, P. Anderson, K.S. Ryder, L. Gaines, A.P. Abbott, The importance of design in lithium ion battery recycling – a critical review // Green Chem. 22 (2020) 7585–7603.

2. Y. Bai, N. Muralidharan, Y.-K. Sun, S. Passerini, M. Stanley Whittingham, I. Belharouak, Energy and environmental aspects in recycling lithium-ion batteries: Concept of Battery Identity Global Passport // Mater. Today. 41 (2020) 304–315.

3. Q. Chen, L. Huang, J. Liu, Y. Luo, Y. Chen, A new approach to regenerate high-performance graphite from spent lithium-ion batteries // Carbon N. Y. 189 (2022) 293–304.