

## LiFePO<sub>4</sub> В ЯКОСТІ КАТОДНОГО МАТЕРІАЛУ В ЛІА

Студ. В.В. Мухін, гр.МгТЕ-17<sup>1</sup>  
Студ. М.М. Суслов, гр.МгТЕ-17<sup>1</sup>  
Науковий керівник Потапенко О.В<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Київський національний університет технологій та дизайну  
<sup>2</sup>Міжвідомче відділення електрохімічної енергетики НАН України

**Мета і завдання.** Метою роботи є вивчення електродного матеріалу LiFePO<sub>4</sub>, отриманого з LiClO<sub>4</sub> – вмісних електролітів з використанням гальваностатичного методу, а також проведення порівняльного аналізу отриманих результатів.

**Завдання.** Зібрати та проаналізувати наукову літературу, провести досліди та обробити їх результати.

**Об'єкт дослідження.** LiFePO<sub>4</sub>, отриманий з LiClO<sub>4</sub> – вмісних електролітів.

**Методи та засоби дослідження.** Використання гальваностатичного методу, а також проведення порівняльного аналізу отриманих результатів.

**Результати дослідження.** Літований фосфат заліза LiFePO<sub>4</sub> є перспективним компонентом літій-іонних акумуляторів [1,2]. До його переваг можна віднести низьку собівартість, сумісність з більшістю анодних матеріалів, високу питому ємність ( $Q_{\text{теор.}} = 170 \text{ мА}\cdot\text{год/г}$ ) і ступінь стабільності, що дозволяє витримувати значну кількість заряд/разрядних циклів без значної зміни питомих характеристик.

Катодні маси для електрохімічних досліджень готували, змішуючи композит LiFePO<sub>4</sub>/C, карбонізовану сажу і полівінілідендіфторид, взятий у співвідношеннях 0,8:0,1:0,1.

Аналіз морфології поверхні композита LiFePO<sub>4</sub>/C по даним СЕМ приведений на рис. 1. Як можна спостерігати, при температурі отжига 650°C відбувається агрегування часточок за рахунок спікання. Неоднорідність розміру частинок, відповідно зображенню, становить 0,1 ÷ 1,0 мкм. Така відмінність в розмірі частинок може служити обмеженням для реалізації великого струменевого навантаження при роботі літій іонного акумулятора.

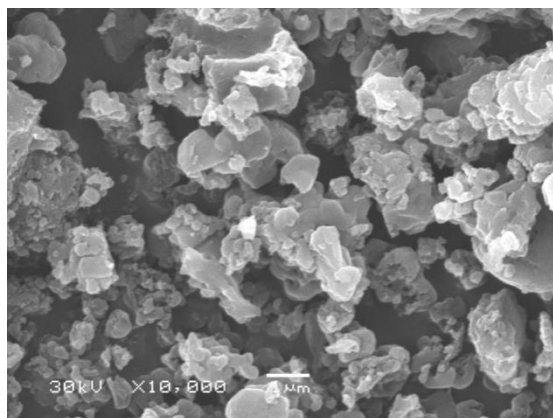


Рисунок 1 – Мікрофотографія зразка LiFePO<sub>4</sub>/C

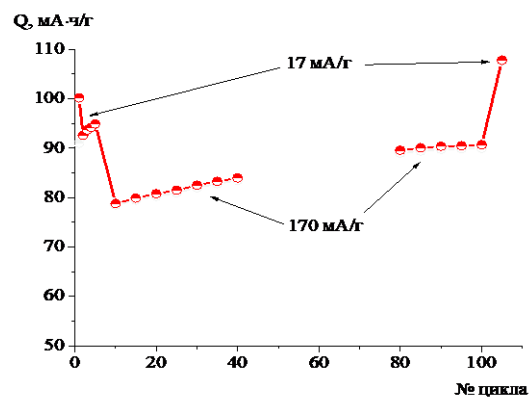


Рисунок 2 – Зміна питомої ємності при циклюванні композиту LiFePO<sub>4</sub>/C

При циклюванні композита LiFePO<sub>4</sub>/C протягом 100 циклів спостерігається збільшення питомої ємності матеріалу (рис. 2), що свідчить про його поступову проробку при інтеркаляції/деінтеркаляції літія, яка в більшій мірі пов'язана з неоднорідністю синтезованого матеріалу. При збільшенні густини розрядного струму

від 0,1 С до 10 С спостерігається зниження питомої ємності зразка від 110 до 40 мА·год/г (рис. 3).

Також було відмічено, що в процесі інтеркаляції іонів літію спостерігається збільшення супротиву переносу  $\text{Li}^+$  через твердофазно-електролітну границю розділу (SEI) «електрод/електроліт», що чітко спостерігається на спектрах імпедансу (рис.4). Найбільший супротив фіксується при ступені інтеркаляції  $\text{Li}_{0,5}\text{FePO}_4$ , що відповідає мінімуму на рис.4.

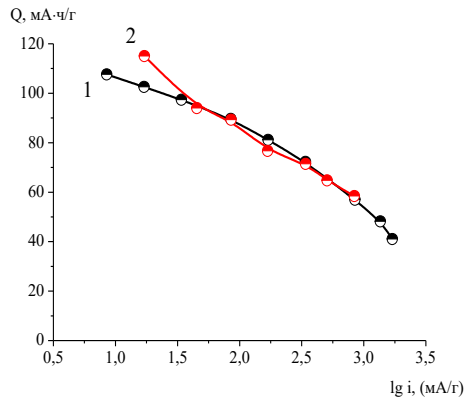


Рисунок 3 – Зміна питомої ємності  $\text{LiFePO}_4/\text{C}$  в залежності від густини розрядного струму

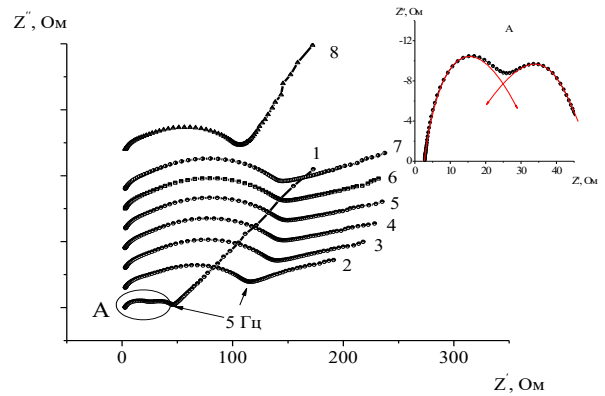


Рисунок 4 – Спектри імпедансу, отриманні при різному ступені інтеркаляції літія в структуру  $\text{Li}_x\text{FePO}_4$

### Висновки.

– При твердофазному синтезі композиту  $\text{LiFePO}_4/\text{C}$  спостерігається неоднорідність розміру часточок, що може служити обмеженням для реалізації великого струменевого навантаження при роботі літій-іонного акумулятора.

– При збільшенні густини розрядного струму в 100 разів спостерігається трикратне зниження питомої ємності для  $\text{LiFePO}_4/\text{C}$ .

– Зміна опору переносу іонів літію через границю розділу «електрод/електроліт» характеризується мінімумом при ступені інтеркаляції  $\text{Li}_{0,5}\text{FePO}_4$ .

**Ключові слова:** літій-іонні акумулятори, літований фосфат заліза, спектри імпедансу.

### ЛІТЕРАТУРА

1. Бурмистрова Н.А., Сычева В.О., Чуриков А.В. и др. Фосфат лития-железа  $\text{LiFePO}_4$  как катодный материал для литий-ионного аккумулятора / Электрохимическая энергетика, 2009. – Т.9. – №4. – с.188-198.

2. Zhang W.-J. Structure and performance of  $\text{LiFePO}_4$  cathode materials: A review/ J. Power Soc. – 2011. – V.196. – p. 2962-2970.