

АНАЛИЗ РАСПАДА LiFePO_4 МЕТОДОМ СТАТИСТИЧЕСКОЙ КРС-СПЕКТРОСКОПИИ

Рябин А.А., Махмутов А.Р., Слаутин Б.С., Пелегов Д.В.

Уральский федеральный университет
620002, г. Екатеринбург, ул. Мира, д. 19

Железософосфат лития LiFePO_4 (LFP) со структурой оливина - один из самых популярных электродных материалов для литий-ионных аккумуляторов, который применяется для электрического транспорта и возобновляемой энергетики. Основные преимущества LFP заключаются в низкой стоимости, как материала, так и производства, его максимальная безопасность, а также возможности его использования в аккумуляторах с повышенными требованиями к мощности и числу циклов заряда-разряда (хорошей циклируемостью).

За последние несколько лет рост мировых объемов производства тяговых и стационарных литий-ионных аккумуляторов составил от примерно десяти ГВт*ч в 2016 году до более 100 ГВт*ч в 2018 году. Однако наращивание производственных мощностей и оптимизация производства для снижения стоимости конечного продукта могут сказаться на качестве аккумуляторов, и качестве электродных материалов в том числе. Потому становится актуальной задача контроля качества производимой продукции и совершенствования методов структурных исследований соответственно.

Один из самых популярных методов структурных исследований - спектроскопия комбинационного рассеяния света (СКРС) - сочетает в себе такие ключевые характеристики, как малое время, необходимое для получения спектров, дешевое оборудование, возможность встроить его в производственную линию, и, с другой стороны, чувствительность к присутствию ионов лития в кристаллической решетке и возможность широко исследовать фазовую и структурную неоднородность.

Однако использование СКРС для исследования LFP затрудняется из-за процесса деградации LFP в следствие локального перегрева под воздействием лазерного излучения по формуле: $6 \text{LiFePO}_4 + 3 \text{O}_2 \rightarrow 2 \text{Li}_3\text{Fe}_2(\text{PO}_4)_3 + 2 \text{Fe}_2\text{O}_3$. Данная проблема уже была рассмотрена некоторыми исследователями, однако процесс распада был изучен локально и преимущественно для малых мощностей и большого времени регистрации излучения.

В своей работе мы использовали метод статистической СКРС для количественного и качественного описания нестехиометрии LFP. Данный подход позволяет рассмотреть вероятность процессов деградации и на основании больших данных выявить морфологические, фазовые и структурные особенности разложения, а именно локальность формирующейся фазы оксида железа, анализ фазового состава и структурные особенности исходного материала и продуктов разложения.