ОСОБЕННОСТИ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ЛАЗЕРНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ С LiFePO_4 ПРИ ИЗМЕРЕНИИ СПЕКТРОВ КОМБИНАЦИОННОГО РАССЕЯНИЯ СВЕТА

Рябин А.А., Пелегов Д.В.

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

В течение последнего десятилетия рынок литиевых батарей процветает благодаря устойчивому спросу со стороны автомобильной и энергетической промышленности. Эта фаза развития сильно нуждается в увеличении масштаба производства и снижении цены на литиевые ячейки. Годовые объемы производства литиевых батарей выросли с 10 ГВт · ч в 2016 году до более 250 ГВт · ч в 2019 году и продолжают расти. Цена на ячейки устойчиво снижается, и на данный момент она упала значительно ниже 200 долларов за кВт · ч. Обе тенденции увеличивают роль инструментов контроля качества, особенно подходящих для промышленного применения.

Спектроскопия комбинационного рассеяния света (СКРС) является одним из наиболее многообещающих кандидатов для промышленного инструмента контроля качества из-за относительно низкого времени измерений, недорогого оборудования и возможности встроить его на производственную линию. Идея использования статистической спектроскопии комбинационного рассеяния света (сСКРС) для контроля качества электродных материалов была впервые предложена для LiCoO_2 в 2001 году, но после этого была забыта почти на два десятилетия. Недавно мы продемонстрировали возможности сСКРС для структурной и морфологической характеристики как титаната лития $\text{Li}_4\text{Ti}_5\text{O}_{12}$ (LTO), так и LTO/C. Теперь мы планируем применить этот подход для более популярного LiFePO_4 (LFP).

Фактически, в то время как СКРС является довольно популярным инструментом для структурной характеристики, есть еще несколько вопросов, на которые нужно ответить. В этой работе мы попытаемся ответить (по крайней мере, частично) на три из них: 1) Можем ли мы рассматривать СКРС как не повреждающий метод контроля качества? 2) Можем ли мы измерить глубину проникновения лазера при проведении измерений СКРС? 3) Можем ли мы исследовать структуру под углеродным покрытием?

Также в этой работе мы опровергаем ошибку о малой глубине проникновения лазерного излучения СКРС и демонстрируем, что спектр комбинационного рассеяния содержит отклик не только от верхнего слоя частиц в исследуемых образцах порошка, но и от второго. Для этого мы получили спектры отдельных частиц LFP на кремниевой подложке. В качестве основного характеристического параметра использовалось отношение интенсивности пика кремния около 520 см^{-1} к интенсивности основного пика LFP около 950 см^{-1} .