**Изучение процессов, происходящих на границе катод-электролит, при изготовлении твердотельных аккумуляторов на основе LLZO**

***Чистякова Д.Р., Голубничий А.А.***

*Студент, 1 курс магистратуры*

*Сколковский институт науки и технологий, Москва, Россия*

*E-mail: Daria.Chistiakova*[*@skoltech.ru*](mailto:ivanov@yandex.ru)

Следующее поколение полностью твердотельных литий-ионных аккумуляторов основано на использовании твердых электролитов, что приводит к увеличению плотности энергии и безопасности аккумулятора. Одним из перспективных материалов для использования в твердотельных аккумуляторах является Li7La3Zr2O12 (LLZO) со структурой кубического граната. Данное соединение обладает высокой ионной проводимостью (до 10-3 См/см), широким диапазоном стабильности рабочих потенциалов (0,05 – 6 В), невоспламеняемостью [1].

Однако существует ряд сложностей, препятствующий их практическому применению, например, высокое сопротивление границы раздела катод-электролит. В некоторых работах было установлено, что для уменьшения импеданса необходимо максимизировать площадь интерфейса [2]. Улучшение контакта между катодным и электролитным слоями достигается путем совместного спекания при повышенных температурах. В то же время высокие температуры спекания могут способствовать химическому взаимодействию материалов электрода и твердого электролита, вызывая образование Li-дефицитных фаз (La2Zr2O7, LaNiO3 и другие), затрудняющих движение ионов Li. В связи с этим, изучение влияния параметров синтеза на межфазную границу катод-твердый электролит необходимо для создания полностью твердотельного аккумулятора.

Недавно были предложены новые синтетические подходы к формированию тонких пленок LLZO. Одним из таких подходов является синтез последовательного осаждения, заключающийся в распылении раствора нитратов лития, лантана и циркония на нагретую подложку и последующем высокотемпературном синтезе LLZO в атмосфере кислорода [3]. Использование этого метода позволяет получать пленки толщиной 10 мкм и понизить температуры синтеза кубической фазы LLZO с 1200 до 750 °С. Другой подход заключается в распылении суспензии предварительно синтезированной фазы LLZO и последующем сверхбыстром высокотемпературном спекании при температуре 1500 °C [4]. Комбинируя высокие температуры и скорости нагрева, можно получить пленки высокой плотности при сохранении содержания лития в LLZO.

В работе была исследована химическая совместимость между Al-допированным LLZO твердым электролитом и основными коммерческими катодными материалами со слоистой структурой. Для получения тонкой пленки твердого электролита были применены методы синтеза, представленные выше, и изучено влияние параметров синтеза на состав и морфологию границы раздела катод-твердый электролит. Варьируя параметры осаждения и отжига, в данной работе удалось подавить негативные эффекты, связанные со взаимодействием катода и электролита при высоких температурах.

**Литература**

1. Kravchyk K.V. On the feasibility of all-solid-state batteries with LLZO as a single electrolyte //Scientific Reports. – 2022. – Т. 12. – №. 1. – С. 1177.
2. Demuth T. Influence of the sintering temperature on LLZO-NCM cathode composites for solid-state batteries studied by transmission electron microscopy //Matter. – 2023. – Т. 6. – №. 7. – С. 2324-2339.
3. Hood Z.D. A sinter-free future for solid-state battery designs //Energy & Environmental Science. – 2022. – Т. 15. – №. 7. – С. 2927-2936.
4. Wang C. A general method to synthesize and sinter bulk ceramics in seconds //Science. – 2020. – Т. 368. – №. 6490. – С. 521-526.