**Композитные гель-полимерные электролиты на основе поливинилиденфторида и Li1.4Al0.4Ti1.6(PO4)3 для применения в литий-ионных аккумуляторах**

**Яковлев И.И.1 , Зимбовский Д.С.2, Кирьянова А.В.1,2, Капитанова О.О.2**

*Аспирант, 2 года обучения*

*1Факультет наук о материалах МГУ имени М.В. Ломоносова, Москва, Россия*

*2* *Химический факультет МГУ имени М.В. Ломоносова, Москва, Россия*

*E-mail:* *ilyakovlev02@gmail.com*

Применение гель-полимерных электролитов позволяет решить одну из ключевых проблем современных литий-ионных аккумуляторов – предотвратить утечку жидкого электролита из электродного блока, что значительно повышает безопасность батарей. Включение в состав неорганических добавок, таких как Al2O3, SiO2 и других, способствует увеличению механической прочности и термостабильности гель-полимерных мембран, а также улучшает их ионную проводимость [1]. В рамках данной работы были разработаны композитные мембраны на основе поливинилиденфторида (PVDF) и литий-проводящих частиц состава Li1.4Al0.4Ti1.6(PO4)3 (LATP). Полученные образцы были испытаны в качестве гель-полимерных электролитов в литий-ионных аккумуляторах.

В качестве модифицирующего компонента использовали нано- и субмикронные частицы LATP. Для синтеза наночастиц разработан гель-полимерный подход, позволяющий получить преимущественно однофазные образцы. Субмикронные частицы получены твердофазным методом синтеза. Установлено, что добавление частиц LATP в матрицу PVDF способствует повышению пористости, термической стабильности, механической прочности и улучшению ионного транспорта композитной мембраны. Согласно результатам компьютерного моделирования добавление частиц LATP позволяет повысить прочность на разрыв, а также обеспечить более равномерный поток катионов лития через объем мембраны, что согласуется с экспериментальными данными. Показано, что использование наночастиц позволяет значительно улучшить ключевые характеристики электролитных систем по сравнению с субмикронными частицами. По результатам гальваностатического циклирования полученных электролитов в электродной системе «LTO-NCM811» в ячейках типа CR2032 отмечено, что использование наночастиц LATP позволяет улучшить разрядную емкость при циклировании аккумулятора по сравнению с элементами, в которых использовали коммерческий полиолефиновый сепаратор в процессе токового циклирования в диапазоне от 0.1 до 4С, а таже обеспечить стабильное циклирование на токах от 1 до 4С на протяжении 1000 циклов. Полученные результаты открывают возможности использования разработанных композитных электролитов в литий-ионных перезаряжаемых системах с улучшенными емкостными характеристиками и повышенной безопасностью.

*Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда (№ 24-79-10126)*

**Литература**

1. Liu Q. et al. Enhanced ionic conductivity and interface stability of hybrid solid-state polymer electrolyte for rechargeable lithium metal batteries // Energy Storage Mater. 2019. Vol. 23. P. 105–111.