



Научно-практическая конференция  
«ФТОРИДНЫЕ МАТЕРИАЛЫ И ТЕХНОЛОГИИ»  
15 – 19 апреля 2024 | Москва ИОНХ РАН

---

# СБОРНИК ТЕЗИСОВ

# МЕХАНОХИМИЧЕСКИЙ СИНТЕЗ ФТОР-ПРОВОДЯЩИХ ТВЕРДЫХ ЭЛЕКТРОЛИТОВ СО СТРУКТУРОЙ ФЛЮОРИТА

**Цзи Ц., Мельникова Н.А., Глумов О.В., Мурин И.В.**

Институт Химии Санкт-Петербургского государственного университета,  
г. Санкт-Петербург  
*jiqianlong@yandex.ru*

Фторпроводящие суперионные проводники обладают большим потенциалом для практического применения в различных областях науки и техники, в частности, альтернативной энергетики, химической сенсорики, оптики и т.п. Флюоритовая матрица дифторида свинца представляет несомненный интерес в силу возможности получения на ее основе сильно нестехиометрических твердых растворов с высокой изоморфной емкостью путем замещения ионов свинца практически любыми гомо- и гетеровалентными катионами. Твердый раствор  $\beta\text{-Pb}_{0.95}\text{K}_{0.05}\text{F}_{1.95}$  имеет одно из самых высоких значений электропроводности среди известных фтор-ионных проводников. Однако,  $\text{Pb}_{0.95}\text{K}_{0.05}\text{F}_{1.95}$ , как и дифторид свинца при комнатной температуре кристаллизуется в орторомбической модификации и для перехода в суперионную флюоритовую фазу требуются повышенные температуры. Целью данной работы было изучение возможности получения высокопроводящих твердых электролитов в системах  $\text{PbF}_2\text{-MF}_2$  ( $\text{M}=\text{Ca}, \text{Sr}, \text{Ba}$ ) и  $\text{PbF}_2\text{-MF}_2\text{-KF}$  ( $\text{M}=\text{Ca}, \text{Sr}, \text{Ba}$ ) в условиях механохимического синтеза и исследование их физико-химических свойств. Механохимический синтез твердых электролитов в системах  $\text{PbF}_2\text{-MF}_2$  ( $\text{M}=\text{Ca}, \text{Sr}, \text{Ba}$ ) и  $\text{PbF}_2\text{-MF}_2\text{-KF}$  ( $\text{M}=\text{Ca}, \text{Sr}, \text{Ba}$ ) был выполнен с использованием планетарной шаровой мельницы РМ100 Retsch. Характеризация фазового состава, структуры и морфологии полученных твердых электролитов проведена с использованием методов рентгенофазового анализа, сканирующей электронной микроскопии, просвечивающей электронной микроскопии и термического анализа. Температурные зависимости электропроводности твердых электролитов исследованы методом импедансной спектроскопии. Электропроводность твердого электролита  $\beta\text{-Pb}_{0.75}\text{Sr}_{0.20}\text{K}_{0.05}\text{F}_{1.95}$ , полученного механохимическим синтезом без отжига, при 20°C имеет значение  $4.70 \times 10^{-4}$  См/см. Электропроводность твердого электролита  $\beta\text{-Pb}_{0.75}\text{Ca}_{0.20}\text{K}_{0.05}\text{F}_{1.95}$  после отжига при 350°C, при 20°C имеет значение  $1.46 \times 10^{-3}$  См/см, что на четыре порядка выше электропроводности  $\beta\text{-PbF}_2$ , и позволяет в настоящее время отнести этот материал к лучшим фтор-ионным проводникам. Таким образом, полученные данные демонстрируют принципиальную возможность синтеза новых суперионных проводников с ультравысокой подвижностью ионов фтора в системах  $\text{PbF}_2\text{-MF}_2\text{-KF}$  ( $\text{M}=\text{Ca}, \text{Sr}, \text{Ba}$ ).

*Работа выполнена при финансовой поддержке гранта РНФ № 22-23-00465. Исследования проводились с использованием оборудования Ресурсных центров СПбГУ «Инновационные технологии композиционных наноматериалов», «Рентгенодифракционные методы исследования», «Термогравиметрические и калориметрические методы исследования» и «Нанотехнологии».*