**Визгалов, Виктор Анатольевич.**

## Твердые электролиты Li1+xAlxGe2-x(PO4)3 со структурой NASICON для литиевых химических источников тока : диссертация ... кандидата химических наук : 02.00.21 / Визгалов Виктор Анатольевич; [Место защиты: Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова (МГУ)]. - Москва, 2019. - 134 с. : ил.

## Оглавление диссертациикандидат наук Визгалов Виктор Анатольевич

ВВЕДЕНИЕ

1. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

1.1. Твердые электролиты в электрохимических накопителях энергии

1.2. Литий-проводящие электролиты и их классификация

1.2.1. Полимерные твердые электролиты

1.2.2. Аморфные твердые электролиты

Твердые электролиты типа LiPON

Твердые электролиты на основе сульфидных стекол

1.2.3. Поликристаллические твердые электролиты

Твердые электролиты типа LiзN

Твердые электролиты со структурой типа антиперовскит

Керамические твердые электролиты на основе сульфидов

Твердые электролиты на основе структуры типа аргиродит

Твердые электролиты на основе перовскитоподобных структур

Твердые электролиты на основе структуры типа гранат

1.3. Системы со структурой NASICON

1.3.1. Ионная проводимость в различных NASIШN-шдобных материалах (объемная проводимость)

1.3.2. Ионный транспорт в системах со структурой NASICON. Объемная и зернограничная проводимость

1.4. Метод кристаллизации стекла и его применение для создания однородной керамики. Методы модификации стекла с целью обеспечить равномерное протекание процесса кристаллизации стекла во всем объеме

1.5. Выводы из обзора литературы

2. ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ЧАСТЬ

2.1. Исходные вещества и методики синтеза

Синтез керамических мембран твердого электролита

Синтез мембран по технологии пленочного литья

Синтез графена и его перенос на мембраны твердого электролита

2.2. Методы анализа материалов, использованные в работе

2.2.1. Исследование термических характеристик систем

2.2.2. Электронная микроскопия и микроанализ

2.2.3. Дифракционные методы

2.2.4. Малоугловое рассеяние нейтронов

2.2.5. Спектроскопия ядерного магнитного резонанса

2.2.6. Рентгеновская фотоэлектронная спектроскопия

2.2.7. Спектроскопия комбинационного рассеяния

2.2.8. Электрохимические методы

Спектроскопия импеданса

Измерения электрохимической устойчивости

Сборка и тестирование электрохимических ячеек с твердыми электролитами

2.2.9. Измерения газопроницаемости и проницаемости для жидкостей

3. СИНТЕЗ И СТРУКТУРА КЕРАМИКИ НА ОСНОВЕ LI^.sALo.sGE^.s(PO4)■з

3.1. Синтез твердых электролитов путем кристаллизации стекол

3.1.1. Разработка методики получения керамики со структурой NASICON

3.1.2. Модификация микроструктуры материалов путем введения добавок

3.1.3. Влияние условий кристаллизации на функциональные свойства керамики

3.2. Использование пленочного литья для получения литий-проводящих мембран--------93

3.2.1. Перспективы использования тонких мембран в химических источниках тока. Подходы к получению тонких ион-проводящих материалов

3.2.2. Использования пленочного литья для получения керамических мембран

3.2.3. Влияние времени кристаллизации исходной керамики на функциональные свойства тонких мембран на ее основе

3.2.4. Влияние условий пленочного литья и спекания на функциональные свойства

3.2.5. Оптимальные параметры синтеза тонких мембран для достижения наилучших функциональных свойств

4. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТВЕРДЫХ ЭЛЕКТРОЛИТОВ НА ОСНОВЕ КЕРАМИКИ LAGP В ЛИТИЕВЫХ ИСТОЧНИКАХ ТОКА

4.1. Исследование функциональных характеристик твердых электролитов

4.1.1. Окна электрохимической стабильности керамических электролитов LAGP

4.1.2. Исследование газопроницаемости и проницаемости для жидкостей

4.2. Использование керамических электролитов на основе LAGP в ХИТ

4.2.1. Использование твердых электролитов LAGP в литиевых и литий-ионных ячейках-------113

4.2.2. Использование керамических электролитов LAGP в литий-воздушных аккумуляторах

5. ВЫВОДЫ

6. СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

СОКРАЩЕНИЯ

БЛАГОДАРНОСТИ