

ПРОГРАММА №4

Наноматериалы в современных химических источниках тока; Метод спектроскопии импеданса для исследования электрофизических свойств материалов.

Общая трудоемкость 72 ч.

НАНОМАТЕРИАЛЫ В СОВРЕМЕННЫХ ХИМИЧЕСКИХ ИСТОЧНИКАХ ТОКА

Авторы: **А.М. Скундин** (доктор химических наук, профессор, ИФХЭ РАН),
О.А. Брылев (кандидат химических наук, старший преподаватель, факультет наук о материалах МГУ)

Количество академических часов: 36

Знакомство с устройством и принципом работы литий-ионных аккумуляторов, с их местом среди других химических источников тока, с применением и основными характеристиками, с активными и вспомогательными материалами для таких аккумуляторов, а также с особенностями наноматериалов в сравнении с традиционными материалами.

План лекций:

Химические источники тока как преобразователи химической энергии в электрическую.

Изложены принцип работы, классификация и основные процессы, протекающие в химических источниках тока. Даны определения основных количественных характеристик, описывающих функционирование химических источников тока.

Литий-ионные аккумуляторы: принцип работы и особенности устройства.

Рассмотрены токообразующие процессы, протекающие в ходе работы литий-ионных аккумуляторов, их основные функциональные характеристики в сравнении с другими автономными источниками питания.

Материалы для литий-ионных аккумуляторов: анодные материалы и электролиты.

Рассмотрены особенности интеркаляция литии и роль диффузии в функционировании литиевых аккумуляторов, даны характеристики современных анодных материалов (графит, переходные металлы), а также различных типов электролитов (жидкие и полимерные).

Материалы для литий-ионных аккумуляторов: катодные материалы.

Дан обзор свойств, особенностей кристаллической структуры и электрохимических характеристик катодных материалов. Рассмотрены основные методы синтеза катодных материалов.

Побочные процессы при работе литий-ионных аккумуляторов

Рассмотрены факторы, влияющие на ухудшение электрохимических характеристик литиевых источников тока (пассивация, фазовые переходы в активных материалах, переразряд и т.д.).

Наноматериалы для отрицательных электродов.

Рассмотрены особенности наноматериалов, применяемых в электродах литий-ионных аккумуляторов (влияние размерные эффектов, а также особого кристаллического и электронного строения нанообъектов). Будет приведено сравнение свойств нано- и микроструктурных оксидов, используемых в качестве анодных материалов, на примере диоксида олова.

Наноматериалы для положительных электродов литий-ионных аккумуляторов.

Дан обзор свойств катодных наноматериалов ($\text{LiNi}_{0.5}\text{Mn}_{1.5}\text{O}_4$, V_2O_5 , $\text{Li}_{1+x}\text{Mn}_{2-x}\text{O}_4$, LiFePO_4), применяемых в современных литиевых источниках тока. Проведено сравнение свойств нано- и микроструктурных материалов.

Роль наноматериалов в полимерных электролитах.

Рассмотрено влияние ультрапористых и ультрадисперсных добавок на свойства полимерных электролитов, используемых в литиевых аккумуляторах

МЕТОД СПЕКТРОСКОПИИ ИМПЕДАНСА ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ЭЛЕКТРОФИЗИЧЕСКИХ СВОЙСТВ МАТЕРИАЛОВ

Авторы: **Р.Б. Васильев** (кандидат химических наук, доцент, факультет наук о материалах МГУ)

Количество академических часов: 36

Обсуждается использование метода спектроскопии импеданса при исследовании электрофизических свойств материалов. Рассматриваются теоретические основы метода спектроскопии импеданса с акцентом на применение метода эквивалентных схем, приводится пример анализа спектров импеданса для реальных объектов. Практическая часть содержит описание проведения экспериментов на электрохимическом комплексе SOLARTRON, касающееся программного управления комплексом и обработки экспериментальных данных.

План лекций:

Принципы спектроскопии импеданса

Показаны общие принципы анализа частотного отклика систем на гармонический сигнал в электрофизических измерениях

Общая схема метода. Метод эквивалентных схем

Обсуждается применение метода эквивалентных схем для описания частотного отклика материалов. Рассмотрены основные элементы, используемые для метода эквивалентных схем

Искажения полуокружности на спектрах импеданса

Рассмотрены основные причины отклонения экспериментальных годографов импеданса от идеального поведения. Обсуждаются распределенные элементы.

Описание процессов диффузии

Рассмотрено проявление процессов диффузии в спектрах импеданса. Анализируются применение элемента Варбурга для описания спектров импеданса.

Управление электрохимическим комплексом Solartron. Основные типы экспериментов

Обсуждаются основные возможности электрохимического комплекса Solatron. Рассмотрен программный интерфейс zplot управления прибором.

Обработка данных. Графическое представление. Моделирование и аппроксимация

Рассмотрен пакет программ zview для анализа экспериментальных данных.