

**ПРОГРАММА
ВСТУПИТЕЛЬНЫХ ИСПЫТАНИЙ
ПО НАПРАВЛЕНИЮ ПОДГОТОВКИ КАДРОВ ВЫСШЕЙ КВАЛИФИКАЦИИ
2.6. «ХИМИЧЕСКИЕ ТЕХНОЛОГИИ, НАУКИ О МАТЕРИАЛАХ, МЕТАЛЛУРГИЯ»**

Программа вступительного испытания в аспирантуру по направлению подготовки кадров высшей квалификации 2.6. Химические технологии, науки о материалах, металлургия; по научной специальности 2.6.17. Материаловедение содержит разделы:

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЯ. Основные понятия кристаллохимии. Факторы, определяющие строение неорганических соединений: стехиометрия, природа химической связи и размеры атомов (ионов). Типы химической связи в твердом теле. Методы валентных усилий и валентности связи. Плотнейшие упаковки и типы пустот. Дефекты кристаллических твердых тел: типы дефектов, взаимодействие дефектов. Анизотропия свойств кристаллов. Зонная структура кристаллов, образование зон в результате перекрывания орбиталей. Заселенность зон, ее влияние на электрофизические свойства кристаллов. Фазовые диаграммы, фазовые переходы. Основные типы конденсированных Т-Х фазовых диаграмм двухкомпонентных систем (с простой эвтектикой, с образованием промежуточных соединений постоянного и переменного состава, с неограниченными и ограниченными твердыми растворами, с полиморфизмом компонентов и соединений). Основные невариантные равновесия эвтектического типа (эвтектика, эвтектоид, монотектика, монотектоид). Нонвариантные равновесия перитектического типа (перитектика, перитектоид, синтектика). Термодинамическая классификация фазовых переходов. Стабильные и метастабильные фазы. Конденсированные системы. Кинетика фазовых переходов. Зародышеобразование, критический размер зародыша, рост зародышей. Диаграммы температура-время-превращение. Мартенситные превращения. Переходы типа порядок-беспорядок. Методы синтеза твердых тел. Прямой синтез соединений из простых веществ. Твердофазный синтез и его особенности. Использование механохимической активации. Химические методы гомогенизации. Золь-гель метод. Реакции в газовой фазе, водных и неводных растворах, расплавах. Метод химического осаждения из газовой фазы. Химические транспортные реакции для синтеза и очистки веществ. Гидротермальный синтез. Синтез с использованием сверхкритических растворителей. Самораспространяющийся высокотемпературный синтез. Применение вакуума, высоких давлений в синтезе. Электрохимические методы синтеза. Способы получения твердых аморфных веществ и стекол. Методы получения твердых фаз в наноразмерном состоянии. Функциональные материалы. Керамика. Основные закономерности, механизмы и способы спекания. Методы получения плотной и пористой керамики. Свойства, определяемые микроструктурой и структурой границ зерен керамики. Металлы и диэлектрики. Общие свойства металлов. Понятие о сплаве. Собственные и примесные полупроводники. Ионная проводимость и твердые электролиты. Суперионные проводники с катионной, кислород-ионной и галогенид-ионной проводимостью. Смешанные ионно-электронные проводники. Применение твердых электролитов и смешанных проводников в электрохимических устройствах (источники тока, топливные элементы, химические датчики, селективные мембраны). Магнитные свойства твердых тел и магнитные материалы. Фундаментальные и функциональные параметры. Структурная чувствительность магнитных свойств. Классификация магнитных материалов, основные структуры и свойства. Сверхпроводники.

Понятие критической температуры, критического тока, критического магнитного поля. Сверхпроводники I и II рода. Низкотемпературные и высокотемпературные сверхпроводники, их критические характеристики, сферы применения. Монокристаллические материалы, их роль в науке и технике. Методы получения монокристаллов. Аморфные материалы и стекла. Факторы, влияющие на стеклообразование. Оксидные и халькогенидные стекла. Электропроводящие стекла. Металлические стекла. Стеклокерамика. Ситаллы, возможности управления их структурой и свойствами. Различные области применения стекол.

Список рекомендованной литературы:

1. Груздев В.С. Материаловедение: Учебник / В.С. Груздев. - М.: Academia, 2019. - 432 с.
2. Адашкин А.М. Материаловедение и технология металлических, неметаллических и композиционных материалов: учебник / А.М. Адашкин, А.Н. Красновский. — М.: Форум, 2018. — 592 с.

МЕТОДЫ ИЗУЧЕНИЯ СОСТАВА И СТРУКТУРЫ ТВЕРДЫХ ТЕЛ. Методы исследования структуры и фазового состава. Металлографические и фрактографические методы исследования, оптическая и электронная, в том числе дифракционная микроскопия (просвечивающий и сканирующий электронные микроскопы). Рентгеновские методы исследования: структурный и спектральный методы анализа. Методы исследования физических свойств и фазовых превращений в металлах и сплавах. Магнитный и электрический методы анализа фазовых и структурных превращений. Метод термо-ЭДС. Метод ядерного магнитного резонанса. Метод ядерного гамма-резонанса. Физические методы неразрушающего контроля дефектов материалов Ультразвуковая дефектоскопия. Рентгеновская и гамма-дефектоскопия. Метод вихревых токов. Магнитная и тепловая дефектоскопия. Механические свойства материалов и методы их определения. Схемы напряженного и деформированного состояния материалов Плоское и объемное напряженные состояния. Плоская деформация. Концентрация напряжений. Остаточные напряжения, определение, классификация. Упругие свойства материалов Модуль упругости и его зависимость от кристаллической структуры материала. Упругое последствие, упругий гистерезис, внутреннее трение. Пластическая деформация и деформационное упрочнение Процессы скольжения и двойникования. Краевые, винтовые и смешанные дислокации. Скольжение и переползание дислокаций. Взаимодействие дислокаций между собой и с примесями. Особенности деформации моно- и поликристаллов. Влияние границ зерен на пластическую деформацию поликристаллов. Дисклинации. Сверхпластичность. Влияние пластической деформации на структуру и свойства материалов. Механизм упрочнения. Деформационное упрочнение. Упрочнение твердых растворов при взаимодействии дислокаций с примесями внедрения. Дисперсионное твердение. Разрушение материалов Виды разрушения материалов. Механизмы зарождения трещин. Силовые, деформационные и энергетические критерии локального разрушения. Трещиностойкость. Подходы механики разрушения к выбору конструкционных материалов, расчету размера допустимого дефекта и прогнозированию долговечности. Механические свойства материалов и методы их определения Классификация методов механических испытаний. Значение механических характеристик в материаловедении. Механические свойства, определяемые при статическом нагружении. Испытания на растяжение, сжатие, изгиб, кручение, трещиностойкость. Влияние легирования, структуры концентраторов напряжений и масштабного фактора на характеристики механических свойств. Механические свойства, определяемые при динамическом нагружении. Влияние скорости деформирования на характеристики прочности и пластичности. Динамические испытания на изгиб образцов.

Ударная вязкость. Методы определения ударной вязкости и ее составляющих. Механические свойства, определяемые при циклическом нагружении. Усталость, диаграммы усталости, предел выносливости. Малоцикловая и многоцикловая усталость. Природа усталостного разрушения. Влияние различных факторов на сопротивление усталости. Испытания на твердость вдавливанием и царапанием. Триботехнические испытания.

Список рекомендованной литературы:

1. Бондаренко Г.Г. Основы материаловедения: учебное пособие / Г.Г. Бондаренко, Т.А. Кабанова, В.В. Рыбалко. — 3-е изд. — Москва: Лаборатория знаний, 2020. — 763 с.
2. Матюнин В.М. Механические и технологические испытания конструкционных материалов: учебное пособие для вузов / В.М. Матюнин, А.Ю. Марченков, М.А. Каримбеков. – М.: Издательский дом МЭИ, 2018. – 192 с.