

Аннотация дисциплины Б.1.1.23 Дисциплина. Физика и химия материалов и покрытий

Дисциплина "Физика и химия материалов и покрытий" изучается обучающимися по основной профессиональной образовательной программе "Материаловедение и технология материалов в атомной энергетике" направления подготовки "22.03.01 Материаловедение и технологии материалов".

Дисциплина изучается в 5, 6 семестре. Общая трудоемкость дисциплины составляет 156/6 часов/з.ед. Самостоятельная работа заключается в выполнении работ, указанных в разделе 4.

В ходе изучения дисциплины осуществляется текущий контроль в форме технологии рейтингового контроля в соответствии с технологической карты дисциплины, размещенной на электронном курсе, а также промежуточный контроль в форме зачет, экзамен.

Целью изучения дисциплины является формирование следующих компетенций:

1. ОПК-6 Способен принимать обоснованные технические решения в профессиональной деятельности, выбирать эффективные и безопасные технические средства и технологии
2. ПК-1 Способен использовать знания о методах исследования, анализа, диагностики и моделирования свойств веществ (материалов), физических и химических процессах, протекающих в материалах при их получении, обработке и модификации

В ходе изучения дисциплины последовательно рассматриваются темы:

1. Введение. Основные определения и терминология, цель и задачи лекционного курса, основные разделы.
Атомы, химические и физические связи в элементах и соединениях, расчеты связей методами валентных схем и атомных (молекулярных) орбиталей, поверхностные связи. Строение атомных решеток, молекул и надмолекулярных образований.
2. Формы и характеристики теплового движения в материалах. Электронная теория конденсированных сред, элементы зонной теории, зоны Бриллюэна, энергетические зоны, различия в зонной структуре металлов (проводников), полупроводников и диэлектриков. Диаграммы фазового равновесия (состояния) однокомпонентных систем, диффузионные и бездиффузионные фазовые и релаксационные переходы, стеклование, температуры переходов. Основные типы и характеристики структуры неорганических и органических аморфных и кристаллических состояний. Структурные дефекты и примеси. Особенности структуры материалов в форме мелкодисперсных частиц, тонких плёнок и покрытий, наноструктуры, поверхностные структуры. Современные методы описания структуры неупорядоченных систем и структурных превращений в них, теория перколяции, геометрия фрактальных кластеров, скейлинг.
3. Диффузия и проницаемость низкомолекулярных веществ в материалах и покрытиях. Модели диффузии, зависимость коэффициента диффузии от природы, структуры и состояния материала и покрытия. Молекулярная (фииковская) и фазовая (кнудсеновская и пуазейлевская) проницаемость свободных пленок (мембран) и покрытий для низкомолекулярных веществ, неустановившееся и установившееся потоки время задержки и коэффициент проницаемости, их связь с коэффициентом диффузии применительно к основным типам и состояниям материалов.
4. Термодинамика растворов, твердые растворы. Основные типы фазовых равновесий в 2-х и многокомпонентных системах: аморфное расслоение, кристаллическое, мезофазное (жидкокристаллическое) и сложное равновесие. Правило фаз Гиббса и принцип соответствия.
5. Основные типы и характеристики диаграмм фазового равновесия, расчетные и экспериментальные методы их построения для двух- и трехкомпонентных

металлических, неорганических неметаллических, углеродных и полимерных систем. Процессы разделения фаз, спинодальный распад, формирование фазовой структура, ее особенности в тонких пленках и покрытиях. Методы легирования.

6. Классификация гетерогенных систем по природе компонентов (фаз), форме и характеру их распределения (фазовой структуре). Способы и закономерности формирования гетерогенных систем направленным разделением фаз и их искусственным сочетанием (соединением по границе раздела, нанесением на поверхность, смачиванием поверхности и пропиткой пористых систем). Влияние природы и объемного соотношения фаз на физико-механические свойства композиционных материалов.
7. Основные типы и характеристики фазовой структуры слоистых систем, матричных дисперсий, систем со взаимопроникающими фазами. Роль поверхностных свойств фаз и поверхностных явлений в формировании и стабилизации фазовой структуры композитных материалов и покрытий. Адгезия и ее роль в гетерогенных системах
8. Сорбция. Зависимость механизма и кинетики сорбции (адсорбции, капиллярной конденсации и растворимости) газов и паров в материалах и покрытиях от природы сорбента, структуры и состояния сорбата. Равновесные изотермы и коэффициент сорбции, закон Генри, уравнения Лэнгмюра и БЭТ. Кинетические изотермы сорбции, расчет коэффициента диффузии по кинетике сорбции.
9. Теплофизические свойства материалов и покрытий. Плотность и удельный объем, тепловое расширение, теплоемкость, изменение объема, энтальпии и энтропии при фазовых и релаксационных переходах, молярные и удельные параметры, их зависимость от структуры и состояния материала. Методы расчета показателей свойств гетерогенных систем по свойствам, объемному соотношению, форме, характеру распределения и взаимодействия по границе раздела фаз. Коэффициенты тепло- и температуропроводности композитных материалов в зависимости от механизма теплопроводности (электронной или фононной), структуры и состояния.
10. Механические свойства материалов и покрытий. Основы механики материалов: теория упругости, распространение упругих волн; теория пластичности, предельные состояния, критерии и механизмы пластичности, сверхпластичность. Вязкое течение жидкостей, закон вязкости Ньютона, неньютоновское течение, теории вязкости, зависимость вязкости от температуры и давления. Вязко-упругое и упруго-вязкое поведение тел, линейные модели, законы и параметры.
11. Линейная упругая механика разрушения материалов, энергетические, силовые и деформационные критерии инициирования и роста дефектов (трещин), параметры трещиностойкости, роль неупругих деформаций, квази-упругая механика трещин, докритический рост трещин, кинетические теории прочности; теории долговечности и усталостной выносливости материалов; возможности и особенности применения теорий и методов механики разрушения к композитным материалам и покрытиям, роль адгезионной прочности и трещиностойкости, микро и макромеханические подходы.
12. Механизм, теории и параметры трения и фрикционного износа материалов и покрытий. Основные параметры деформационно-прочностных свойств, трещиностойкости, демпфирующей способности, длительной и ударной прочности, усталостной выносливости, триботехнических и других свойств металлических, неметаллических неорганических, углеродных и полимерных материалов, композитов и покрытий на их основе в зависимости от условий нагружения, структуры и состояния фаз, характера их распределения и взаимодействия по границе раздела.
13. Электрические свойства материалов и покрытий. Особенности электрического поля и процессов, протекающих в материалах и покрытиях при его воздействии. Металлическая электропроводность: зонная структура металлов, концентрация и

подвижность носителей; удельная объемная и поверхностная проводимость, зависимость от температуры; эффект Холла; термоэлектрические явления; механизм проводимости в неметаллических неорганических, углеродных и органических проводниках, комплексы с переносом заряда.

Сверхпроводимость: природа и основы теории сверхпроводимости 1-ого и 2-ого рода, высокотемпературная сверхпроводимость.

Полупроводимость: зонная структура полупроводников, энергетические и вырожденные зоны, дефекты; собственная и примесная полупроводимость в слабом и сильном электрическом поле; гальваномагнитные, фото- и термоэлектрические эффекты, эффект Холла в полупроводниках; p-n переход; особенности структуры и свойств неорганических и органических полупроводников; полупроводимость жидкостей и стекол.

14. Электрическая поляризация диэлектриков (изоляторов): деформационная (атомная и электронная) и ориентационная (дипольная) поляризация; поляризация на границе раздела фаз, напряженность внешнего и локального поля, электрическая индукция, диэлектрическая проницаемость и восприимчивость, комплексные параметры, их реальная и мнимая составляющие (диэлектрические потери), температурно-частотные зависимости. Сегнетоэлектрические, электретные, пьезо- и термоэлектрические эффекты в неорганических и органических материалах, в том числе композитных материалах и покрытиях; эффекты электрострикции. Статическая электризация диэлектриков, их ионная поверхностная и объемная проводимость. Поведение диэлектриков в сильном электрическом поле, электрический пробой.

15. Магнитные свойства материалов и покрытий.
Особенности магнитного поля и его воздействия на материалы и покрытия, магнитный момент (намагниченность), магнитная индукция, восприимчивость и проницаемость; магнитные моменты ядер и электронных оболочек атомов (орбитальные и спиновые), обменное взаимодействие; диа-, пара-, ферро-, антиферро- и ферримагнитные эффекты; магнитные металлические и неметаллические керамические (ферритные) материалы, особенности их кристаллической структуры, точка Кюри, первичное намагничивание и гистерезис; теория доменов, границы доменов и их подвижность; однодоменные суперпарамагнитные частицы; эффект саморазмагничивания, магнитострикция; магнитные жидкости (дисперсии), магнитонаполненные полимеры, спиновые стекла; особенности магнитных свойств тонких пленок и покрытий.

16. Взаимодействие материалов различной природы, структуры и состояния с ЭМИ: поглощение, пропускание, рассеяние, отражение и преломление в радиочастотном, ИК, видимом, УФ и рентгеновском диапазонах длин волн, основные параметры и закономерности, физические и химические эффекты; нелинейные оптические эффекты; воздействие лазеров на материалы.

Взаимодействие металлических, неметаллических неорганических, углеродных и полимерных материалов с электронными пучками, потоками ионов и нейтронов физические и химические эффекты.

17. Химическая стойкость, коррозия и старение материалов и покрытий.
Химические превращения и химическая стойкость основных типов материалов и покрытий в жидких и газообразных агрессивных средах и при повышенной температуре.

Коррозия и коррозионная стойкость неорганических (металлических и неметаллических) материалов и покрытий, особенности их коррозии в электролитических средах, анодные и катодные процессы; специфические виды коррозии и способы защиты от нее. Старение полимерных материалов и покрытий, механизм и кинетика процессов старения. Коррозионное растрескивание материалов и покрытий, роль остаточных напряжений и поверхностных явлений.

Основными стратегическими образовательными технологиями являются: лекционные занятия, практические занятия, процедуры самообучения.

В рамках указанных технологий применяются тактические образовательные технологии: классическая лекция, проблемная лекция.