

«Материаловедение»

**Цель дисциплины** – является формирование у будущего бакалавра знаний и умений основ материаловедения, знаний о наиболее важных физико-механических, химических, технологических и других свойств материалов, их строение, структура, принципов выбора конструкционных материалов, представления о достижениях научно-технического прогресса в области создания новых материалов, совершенствование технологических процессов.

**Задачи дисциплины:**

- обоснованный выбор студентом конструкционного материала для производства конкретного изделия с оптимальным уровнем эксплуатационных и технологических свойств;
- обоснованный выбор методов упрочнения (разупрочнения) материала с учетом технологических свойств и экономической целесообразности;
- обоснованный выбор методов воздействия на структуру и свойства материала и др.

**ФОРМИРУЕМЫЕ КОМПЕТЕНЦИИ И ИНДИКАТОРЫ ИХ ДОСТИЖЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

<b>Коды компетенции</b>	<b>Содержание компетенций</b>	<b>Код и наименование индикатора достижения компетенции</b>
ОПК-2	способность использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования	ОПК-2.1. Знает основные законы естественнонаучных дисциплин, используемые при изучении физико-механических, химических, технологических и других свойств материалов, их строения, структуры. ОПК-2.2. Умеет использовать знания закономерностей естественнонаучных дисциплин при изучении физико-механических, химических, технологических и других свойств материалов, их строения, структуры. ОПК-2.3. Владеет методами математического анализа, теоретического и экспериментального исследования при изучении физико-механических, химических, технологических и других свойств материалов, их строения, структуры
ПК-1	способность применять процессный подход в практической деятельности, сочетать теорию и практику	ПК-1.1. Сопоставляет технологию проведения типовых экспериментов на стандартном оборудовании в лаборатории и на производстве ПК-1.2. Обрабатывает результаты научно-исследовательской деятельности, используя стандартное оборудование, приборы и материалы ПК-1.3. Владеет техникой экспериментирования с использованием пакетов программ
ПК-3	способность эксплуатировать и обслуживать технологическое оборудование, используемое при	ПК-3.1. Знает основные закономерности подбора материалов при эксплуатации и обслуживании технологического оборудования, используемого при строительстве, ремонте, реконструкции и восстановлении нефтяных и газовых скважин, добыче нефти и газа, сборе и подготовке

	строительстве, ремонте, реконструкции и восстановлении нефтяных и газовых скважин, добыче нефти и газа, сборе и подготовке скважинной продукции, транспорте и хранении углеводородного сырья	скважинной продукции, транспорте и хранении углеводородного сырья. ПК-3.2. Умеет использовать знания закономерностей подбора материалов при эксплуатации и обслуживании технологического оборудования, используемого при строительстве, ремонте, реконструкции и восстановлении нефтяных и газовых скважин, добыче нефти и газа, сборе и подготовке скважинной продукции, транспорте и хранении углеводородного сырья. ПК-3.3. Владеет способностью подбора материалов при эксплуатации и обслуживании технологического оборудования, используемого при строительстве, ремонте, реконструкции и восстановлении нефтяных и газовых скважин, добыче нефти и газа, сборе и подготовке скважинной продукции, транспорте и хранении углеводородного сырья
ПК-7	способность обслуживать и ремонтировать технологическое оборудование, используемое при строительстве, ремонте, реконструкции и восстановлении нефтяных и газовых скважин, добыче нефти и газа, сборе и подготовке скважинной продукции, транспорте и хранении углеводородного сырья	ПК-7.1. Знает основные закономерности подбора материалов при обслуживании и ремонте технологическое оборудование на этапах нефтяного производства. ПК-7.2. Умеет использовать знания закономерностей подбора материалов при обслуживании и ремонте технологическое оборудование на этапах нефтяного производства. ПК-7.3. Владеет способностью подбора материалов при обслуживании и ремонте технологическое оборудование на этапах нефтяного производства

## СОДЕРЖАНИЕ РАЗДЕЛОВ ДИСЦИПЛИНЫ

### РАЗДЕЛ 1. Физико-химические основы материаловедения

#### **Тема 1. Агрегатное состояние вещества, кристаллическое строение твердых тел, дефекты кристаллического строения.**

Агрегатное состояние вещества: газ, жидкость, твёрдое тело. Гибридизация связей в металлах. Строение твёрдых тел: аморфные, стеклоподобные, кристаллические. Кристаллическая решетка, ее типы и параметры. Обозначения плоскостей и направлений. Поли и изоморфизм. Классификация дефектов кристаллического строения (точечные, линейные, двумерные, и объёмные), их влияние на свойства твёрдых тел. Разновидности дефектов каждого вида, их природа и источники образования. Вектор Бюргерса дислокаций. Строение реальных материалов. Понятие микро- и макроструктуры.

#### **Тема 2. Строение сплавов. Виды диаграмм состояния.**

Представления о компонентах и фазовых составляющих сплавов. Типы фаз двойных сплавов: механические смеси, твёрдые растворы и химические соединения. Разновидности твёрдых растворов (растворы замещения, внедрения и вычитания) и химических соединений (электронные соединения, фазы Лавеса, упорядоченные твёрдые растворы, фазы внедрения, сфазы). Основные типы диаграмм состояния двойных сплавов, построенные с учётом изменения свободной энергии Гиббса при понижении температуры от точки плавления – для системы с неограниченной растворимостью компонентов в жидком и твёрдом состоянии, для системы с ограниченной взаимной растворимостью компонентов в твёрдом состоянии (диаграммы эвтектического и перитектического типов), для системы с промежуточными фазами (химическими соединениями) и для системы с превращением в твёрдом состоянии. Определение числа степеней свободы из правила фаз, количества жидкой и твёрдой фазы в двухфазных областях по правилу рычага. Диаграммы состояния трехкомпонентных систем.

### **Тема 3. Кристаллизация металлов и сплавов.**

Кристаллизация как фазовый переход. Механизмы зарождения и роста кристаллов, параметры процесса. Изменение свободной энергии Гиббса. Понятие о критическом зародыше, его размер с учётом переохлаждения расплава для случая гомогенного образования. Факторы, влияющие на процесс гетерогенного зародышеобразования (степень переохлаждения и перегрев расплава, колебания в затвердевающей жидкости, наличие макропотоков, сильные электрические или магнитные поля) и роста. Представление о двумерном зародыше. Влияние размера зерен на электрические и механические свойства металлов и сплавов, модифицирование их структуры, разновидности модификаторов. Дендритный рост; факторы, влияющие на макроструктуру слитков. Перераспределение примесей при затвердевании, коэффициент распределения. Зональная и обратная ликвация; факторы, влияющие на степень проявления последней. Способы устранения ликвации: нормальная кристаллизация и зонная плавка.

### **Тема 4. Методы исследования кристаллического строения материалов**

Классификация методов исследования структуры кристаллических материалов. Оптическая и электронная микроскопия. Дифрактометрические методы исследования структуры: интерферометрия в оптическом диапазоне, рентгено- и электронография. Основные разновидности рентгенографических методов, представление об обратной решетке, системы фокусировки отраженного рентгеновского пучка, возможности современных рентгеновских дифрактометров. Представления о спектроскопических методах анализа химического строения (по ИК-спектрам поглощения, Оже-электронный анализ, методы спектроскопии вторичных ионов, резерфордовского обратного рассеяния ионов гелия).

### **Тема 5. Испытания механических свойств материалов в условиях статического, динамического и циклического нагружения.**

Перечень характеристик механических свойств, зависящих от состава и структуры материала и определяющих его технологические свойства. Связь между напряжением и деформацией металлических конструкционных материалов в условиях растяжения. Основные характеристики: предел прочности, модуль нормальной упругости, коэффициент удлинения, модуль сдвига, модуль объёмного сжатия, относительное изменение объёма, коэффициент Пуассона. Обобщённый закон Гука, связь между упругими константами. Виды нагружения материалов: растяжение, сдвиг, кручение, изгиб.

Классификация методов механических испытаний. Основы статических методов испытаний: на растяжение, сжатие, изгиб, кручение; измерение твёрдости и др. Схемы испытаний, применяемые образцы, источники погрешностей. Определяемые характеристики упругости и пластичности материалов, в том числе при испытаниях на двухосное растяжение. Границы применения методов измерения твердости по Бринелю,

Мейеру, Виккерсу, Роквеллу, царапанием, по Шору. Динамические методы испытания: ударные испытания на маятниковых и крутильных копрах (представление о критической температуре хрупкости), на усталостную выносливость. Определение механических напряжений в плёночных покрытиях.

### **Тема 6. Пластическая деформация и рекристаллизация.**

Пластическая деформация и её механизмы на стадиях легкого скольжения дислокаций, стадии упрочнения и стадии возврата. Перемещение дислокаций при деформации материалов и их взаимодействие между собой и с другими видами дефектов. Изменение структуры и свойств поликристаллических материалов при пластической деформации. Образование полос деформации и текстуры. Механизм упрочнения при пластической деформации. Наклеп. Виды отжига наклепанных металлических материалов: предрекристаллизационный и рекристаллизационный отжиг. Процессы, протекающие на стадиях возврата, полигонизации и роста субзерен, а также на стадиях первичной, собирательной и вторичной рекристаллизации. Диаграмма рекристаллизации. Холодное и горячее деформирование.

### **Тема 7. Электрические свойства материалов.**

Классификация материалов по электрическим свойствам на основе зонной теории на проводники, полупроводники и диэлектрики. Электропроводность металлов и собственных полупроводников, влияние подвижности носителей заряда. Электросопротивление на низкой и высоких частотах. Удельная электропроводность и электросопротивление; температурный коэффициент сопротивления, удельное поверхностное и контактное сопротивление. Поведение материалов во внешних электрических полях. Явление электромиграции в металлах. Поляризация в диэлектриках. Диэлектрическая восприимчивость и диэлектрическая проницаемость, поляризация в сегнетоэлектриках. Диэлектрические потери (обусловленные сквозным током и током абсорбции): величина потерь, связь с  $\tan \delta$ . Виды и механизмы пробоя в диэлектриках (теплового, электрического, поверхностного, ионизационного, электрохимического). Влияние на электрические свойства материалов их строения —дефектов в полупроводниках и диэлектриках, электронной структуры в металлах. Свойства сверхпроводников, понятие о двухжидкостной модели сверхпроводников. Размерные эффекты при протекании тока в твердотельных структурах.

### **Тема 8. Теплофизические и магнитные свойства материалов.**

Теплофизические свойства материалов: жаростойкость, характеризуемая температурой размягчения и температурой вспышки; жаропрочность (предел длительной прочности), хладоломкость (порог хладоломкости и температурный запас вязкости), тепловое расширение, теплоемкость, тепло- и температуропроводность.

Основные магнитные свойства материалов: намагниченность (момент в единице объёма), магнитная восприимчивость. Классификация материалов по магнитным свойствам на диа , пара , ферро , антиферро- и ферримагнетики. Примеры, влияние температуры. Величина магнитной индукции для магнитных и немагнитных материалов. Магнитные потери и механизм намагничивания ферромагнитных материалов по мере роста величины напряженности внешнего магнитного поля. Особенности магнитных плёнок.

## **РАЗДЕЛ 2. Металлические конструкционные материалы**

### **Тема 9. Фазы, структуры и превращения в системе железо-углерод.**

Фазы, структуры и превращения в системе железо-углерод (2 часа)

Общая характеристика сплавов железа. Диаграмма состояния железо-углерод в областях перитектического, эвтектоидного и эвтектического превращения. Основные фазы: феррит, аустенит, цементит, ледебурит и структуры, образующиеся в сталях при

изотермическом превращении аустенита: перлит, сорбит, тростит, бейнит; мартенсит и условия их формирования.

#### **Тема 10. Основы термической и химико-термической обработки.**

Основные виды термической обработки: отжиг, закалка, отпуск, старение. Достижимые свойства конструкционных материалов при термической обработке. Сущность и особенности химико-термических методов обработки —цементации, азотирования, нитроцементации, борирования и др., включая проведение процессов обработки материалов в плазме.

#### **Тема 11. Стали и чугуны.**

Классификация и маркировка сталей. Углеродистые конструкционные стали (обычного качества, качественные, специальные). Влияние примесей на прочность и ударную вязкость легированных сталей, а также на их устойчивость к коррозии. Применение сталей в конструкциях РЭС.

Классификация и маркировка чугунов. Структура и свойства серого, белого, высокопрочного, ковкого и легированного чугунов.

#### **Тема 12. Конструкционные материалы на основе цветных и благородных металлов. Композиционные и порошковые материалы.**

Алюминий и его сплавы: деформируемые (дюралюмины) и литейные (силумины). Процесс дисперсионного твердения. Сплавы меди: деформируемые (латуни) и литейные (бронзы). Сплавы титана, магния, лития и бериллия. Композиционные и порошковые материалы.

Золото и серебро. Легирующие компоненты в драгметаллах различных проб и влияние на основные свойства. Металлы платиновой группы, сплавы и химические соединения на их основе. Тонкоплёночные покрытия. Текстурированные материалы и монокристаллы.

### **РАЗДЕЛ 3. Электро, радиотехнические и неметаллические конструкционные материалы**

#### **Тема 13. Диэлектрические материалы, полимеры и пластмассы на их основе.**

Классификация диэлектрических и неметаллических конструкционных материалов. Газообразные диэлектрики: свойства и применение. Жидкие диэлектрики – трансформаторное, конденсаторное нефтяные масла; синтетические масла – совол, совтол, фторорганические жидкости, органические эфиры, полисилоксановые жидкости: свойства и применение. Твёрдые органические, неорганические и элементоорганические диэлектрики. Сегнетоэлектрики.

Полимеризация и поликонденсация, линейные и пространственные полимеры. Однокомпонентные неполярные (полиэтилен, фторопласт 4 и др.), полярные пластмассы (лавсан, полихлорвинил, полиамиды и др.) и смолы (эпоксидные, фенолоальдегидные и др.). Композиционные порошковые, волокнистые, слоистые пластмассы.

Каучуковые материалы. Лаки, эмали, смолы. Основные свойства, особенности нанесения покрытий и их применение.

#### **Тема 14. Неорганические конструкционные материалы.**

Классификация и основные физико-химические свойства, особенности их использования. Стекло и стеклокристаллические материалы. Керамика: свойства, классификация, особенности технологии деталей из керамики. Композиционные материалы на неорганической матрице.

#### **Тема 15. Проводниковые, тензометрические, резистивные и другие материалы с особыми свойствами. Припой.**

Классификация и основные свойства технических проводниковых материалов. Материалы высокой проводимости, сплавы высокого сопротивления, проводящие модификации углерода, тензометрические сплавы, контактные материалы, сплавы для нагревательных элементов, термопар и терморезисторов. Материалы для вакуумной и криогенной техники с особыми физико-химическими свойствами. Припой и флюсы.

#### **Тема 16. Полупроводниковые материалы.**

Классификация и основные свойства полупроводников. Элементарные полупроводники: кремний, германий, селен. Эпитаксиальные структуры на основе кремния: получение, маркировка и использование. Полупроводниковые соединения различных типов и твёрдые растворы на их основе; особенности и применение для изготовления светоизлучающих диодов и фотопреобразователей. Поликристаллические, аморфные и органические полупроводниковые материалы. Кремний солнечного качества.

#### **Тема 17. Магнитные материалы.**

Классификация и особенности строения магнитных материалов. Магнитомягкие материалы: технически чистое железо и низкоуглеродистые стали, электротехническая сталь, пермаллой, альсиферы, магнитодиэлектрики, ферриты СВЧ- и с прямоугольной петлей гистерезиса. Магнитострикционные металлы и сплавы. Магнитотвёрдые материалы: легированные мартенситные стали, литые высококоэрцитивные сплавы, магниты и порошков, магнитотвёрдые ферриты. Термомагнитные материалы. Магнитные плёнки, особенности технологии.