

ВВЕДЕНИЕ

Теоретические и практические основы материаловедения и технологии материалов развиваются в практике конструирования, производства, эксплуатации, ремонта и технического обслуживания летательных аппаратов (ЛА) и наземного оборудования. Без современных материалов невозможна ни одна конструкция, в том числе самолётов, вертолётов и двигателей к ним. Наблюдаются явно прослеживаемые взаимосвязи эффективности и надежности работы отдельных узлов и конструкций в целом от научно выбранных материалов и научно обоснованных условий эксплуатации, ремонта и технического обслуживания. Без знания основ науки о материалах нельзя глубоко понять устройство, принцип действия и особенности эксплуатации современной сложной авиационной техники.

Материаловедение – это наука о формировании эксплуатационных свойств в материалах путём научного выбора химического состава, типа межатомных связей, электронной структуры и создания управляемой микроструктуры.

При эксплуатации, ремонте и техническом обслуживании ЛА необходимо помнить и представлять, что в любом материале помимо физического износа в той или иной степени протекают процессы вырождения как микроструктуры, так и его состава, следовательно, ресурс деталей ограничен и последние требуют ремонта или полной замены.

Цель данных методических указаний – оказание помощи заочно обучающимся студентам по направлениям 162300, 25.03.01 и 190700, 23.03.01 в изучении дисциплины «Материаловедение».

1. УЧЕБНЫЙ ПЛАН ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина изучается в соответствии с государственными требованиями и к минимуму содержания и уровню подготовки выпускника по направлениям 162300, 25.03.01 на втором курсе по заочной форме обучения.

Лекции – 6 час., лабораторные работы – 6 час., контрольная работа – 1, самостоятельная работа – 80 час., ‘.

По направлениям 190700, 23.03.01 на первом курсе по заочной форме обучения.

Лекции – 6 час., практических занятий – 2 час., контрольная работа – 1 час., самостоятельная работа – 64 час., ‘.

2. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ, ЕЕ МЕСТО В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ

2.1. Цель преподавания дисциплины

Дисциплина «Материаловедение» - базовая инженерная дисциплина в системе подготовки бакалавров по направлениям 162300, 25.03.01 и 190700,

23.03.01 с университетским образованием.

Целью изучения дисциплины является формирование у будущих специалистов необходимого комплекса знаний, умений и навыков в области материаловедения, современных конструкционных материалов; основных групп электрорадиоматериалов (ЭРМ); превращениях, протекающих в материалах при длительной эксплуатации авиационной техники (АТ), а также в нестандартных (экстремальных) условиях

2.2. Задачи изучения дисциплины

2.2.1 **Иметь представление** о современных проблемах создания, применения и эксплуатации в ЛА и авиационных двигателях (АД) основных конструкционных материалов и ЭРМ. Иметь понятие о перспективах развития материаловедения применительно к новым машинам АТ.

2.2.2. **Знать:**

- фундаментальные основы теории современных конструкционных материалов (металлически и неметаллических) и критерии оценки их свойств;
- фундаментальные основы теории ЭРМ и критерии оценки их свойств;
- физическую сущность протекающих процессов в материалах при их работе в условиях комплексного воздействия эксплуатационных факторов, приводящих к изменению характеристик и отказам работы АТ;
- методы выбора авиаматериалов для обеспечения работоспособности изделий;
- эксплуатационные свойства и характеристики конструкционных материалов;
- основные методы измерения параметров материалов;
- технические средства измерения параметров материалов и их метрологические характеристики;
- методы обеспечения взаимозаменяемости деталей и узлов механизмов.

2.2.3. **Уметь:**

- обеспечивать грамотную эксплуатацию и ремонт ЛА и АД на основе полученных знаний об авиационных материалах;
- анализировать причины отказов АТ по причине изменения свойств материалов;
- работать со специальной и справочной литературой, связанной с материалами, используемыми в АТ.

2.2.4. **Иметь опыт:**

самостоятельно исследовать свойства материалов и определять их характеристики, прогнозировать их работоспособность;
управлять параметрами формирования свойств материалов путём воздействия на них тепловых и силовых полей.

2.3. Перечень базовых дисциплин, связанных с изучением разделов дисциплины «Материаловедение»

Физика; Химия; Математика; Сопротивление материалов; Введение в специальность.

2.4 Перечень дисциплин, в которых используется дисциплина «Материаловедение»

Конструкция АД; Конструкция ЛА; Техническая эксплуатация ЛА и АД, Ремонт ЛА и АД.

3. СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРА

1. **Материаловедение и технология материалов.** Под редакцией Арзамасова В.Б. – М. : Издательский центр «Академия», 2009.
2. **Материаловедение и технология металлов.** Под редакцией Фетисова Г.П. – М.: Высшая школа 2006.
3. **Абраимов Н.В., Елисеев Ю.С., Крымов В.В** **Авиационное материаловедение и технология металлов.** – М.: Высшая школа, 2009
4. **Гуляев А.П.** **Металловедение.** – М.: Металлургия 1986.
5. **Лахтин Ю.М., Леонтьева В.П.** **Материаловедение** – М. : Машиностроение, 1996
6. **М.Е. Дриц, М.А. Москалев.** **Технология конструкционных материалов** М.В. 1990

4. СТРУКТУРА КУРСА И ОБЩИЕ МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

Раздел 1. Связь между составом, структурой и свойствами материалов. Роль материалов в проблеме безопасности полётов и эксплуатационной надёжности летательных аппаратов и двигателей. Важнейшие критерии оценки и выбора материалов для авиационной техники. Влияние технологии обработки материалов на их свойства. Кристаллическое строение металлов. Механизм пластической деформации.

Раздел 2. Строение металлических сплавов

Раздел 3. Термическая и химико-термическая обработка сплавов.

Раздел 4. Стали и сплавы на основе железа, никеля, вольфрама, молибдена, ниобия

Раздел 5. Конструкционные сплавы на основе магния, алюминия, титана, бериллия, олова и меди. Легкоплавкие и тугоплавкие припои.

Раздел 6. Неметаллические материалы. Композиционные материалы.

Раздел 7. Электротехнические и радиотехнические материалы.

Основной формой изучения курса является самостоятельная, творческая работа над учебным материалом программы по рекомендуемой литературе, приводимой в конце каждой темы. Прежде чем приступить к изучению курса, нужно ознакомиться с программой данного курса. При проработке отдельных тем программы надо учесть нижеприведенные методические рекомендации. Проработанный материал рекомендуется конспектировать. Изучив отдельную тему, надо проверить свои знания, ответить на вопросы самопроверки. Для усвоения курса в соответствии с учебным планом необходимо выполнить контрольную работу.

Современное развитие науки о материалах (металлических и неметаллических) характеризуется возрастанием роли физических представлений. Поэтому при проработке курса большое внимание должно быть уделено изучению физического материаловедения, предшествующего изучению эксплуатационных характеристик авиационных материалов, включающих темы 3.1.8 – 3.1.13, посвященных конкретным авиационным сплавам и материалам (металлическим и неметаллическим) их составу, физико-химическим и эксплуатационным свойствам, технологии обработки, области применения в авиации, технико-экономическим показателям.

Изучающий курс «материаловедение» должен научиться самостоятельно и творчески подходить к анализу эксплуатационных свойств материалов, исходя из того что, химический состав и структура существенно и необратимо изменяются и, как следствие необратимо изменяются эксплуатационные характеристики материала. Поэтому изучению роли эксплуатационных факторов, влияющих на перерождение металлов и сплавов, должно быть уделено особое внимание, поскольку они определяют надежность и ресурс летательных аппаратов.

В помощь самостоятельно изучающим курс в период экзаменационной сессии по стрелковым вопросам курса читается обобщенная лекция.

После зачёта контрольных работ для закрепления материала необходимо выполнить лабораторный практикум и получить по нему зачёт. Лабораторный практикум ставит своей целью ознакомить студентов со свойствами основных групп современных материалов, применяемых для летательных аппаратов, ознакомить студентов с современными методами исследования материалов, одновременно развивая у студентов навыки к самостоятельной работе в лаборатории.

5. ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ И МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К ИЗУЧЕНИЮ РАЗДЕЛОВ ПРОГРАММЫ

5.1 Программа дисциплины

Содержание и задачи курса. Роль материалов в производстве и эксплуатации ЛА и АД. Влияние материалов на повышение безопасности полётов ЛА гражданской авиации (ГА). Изменение структуры и свойств

авиационных материалов в процессе эксплуатации лётной техники. Рассмотрение авиационных материалов с энергетической точки зрения (как системы, развивающейся, самовосстанавливающейся и со временем разрушающейся).

Материаловедение – наука о взаимосвязи между составом, структурой и свойствами материалов.

Основные этапы развития авиационного материаловедения.

Важнейшие критерии оценки и выбора материалов для АТ. Экономическая эффективность применения различных материалов и технологических методов их обработки при производстве, эксплуатации и ремонте АТ.

Место и значение дисциплины «Материаловедение» в системе подготовки специалистов по направлениям 162300, 25.03.01 и 190700, 23.03.01.

Раздел 1. Связь между составом, структурой и свойствами материалов

Основная методология изучения учебного материала формируется на принципе взаимодействия химического состава взаимодействия материалов.

Назначение материалов в работе деталей, Узлов и конструкций летательных аппаратов и авиационных двигателей. Пассивная и активная роль материалов.

Превалирующая роль требований самолётостроения, выражающаяся через определённые критерии характеристик материала.

Таблица 1

Требования	Характеристики материалов
1. Нагрузка	Прочность.
2. Вибрация	Усталость, фреттинг, испарение.
3. Температура	Ползучесть, длительная прочность, окисление, коррозия, тепловое расширение, теплопроводность.
4. Окружающая среда	Общая коррозия, коррозия под напряжением, давление паров.
5. Масса	Плотность.
6. Жёсткость	Модуль упругости, пластичность.
7. Стабильность	Все характеристики (изменения численных показателей во времени эксплуатации АТ)
8. Безопасность	Удлинение, Вязкость, однородность свойств, надёжность.
9. Живучесть	Безопасность работы поврежденной конструкции.
10. Экологичность	Влияние на окружающую среду.
11. Экономичность	Стоимость материалов, производство, технического обслуживания, сроки эксплуатации.

Эксплуатационные свойства конструкционных материалов и методы их оценки.

Прочность, надежность и долговечность летательных аппаратов и двигателей.

Определение основных механических характеристик материалов при растяжении – ГОСТ 1497-84 и кручении – ГОСТ 3565-58. Предел временной прочности, упругости и текучести материалов. Модуль нормальной упругости. Модуль сдвига.

Усталость (выносливость) материалов при циклических нагрузках. Предел выносливости материалов и методы его определения – ГОСТ 2860-85. Механизм усталого разрушения.

Свойства металлов в условиях динамического нагружения. Ударная вязкость и методы ее определения - гост 9454-84. Зависимость работы разрушения от температуры.

Твердость и микротвердость металлов. Методы определения твердости по Бринелю – ГОСТ 9012-59, по Виккерсу – ГОСТ 2999-75 и по Роквеллу – ГОСТ 9013-59, измерение микротвердости (НВ, НРС, НV, Н).

Характеристики прочности металлов при высоких температурах. Предел длительной прочности и его зависимость от температуры и времени нагружения. Предел ползучести. Термическая усталость.

Трение и изнашивание деталей машин. Методы испытания на трение и износ.

Конструкционная прочность (масштабный фактор, влияние концентраторов и др.)

Метрологическое обеспечение определения основных физико-механических свойств материалов при испытаниях по ГОСТу.

Коррозионная стойкость. Методы оценки коррозии ГОСТ – 6032-75, 5949-75, 7350-77, 5582-75.

Структурно-зависимые и структурно-независимые свойства материалов.

Основные элементы микроструктуры металлических материалов сведены в табл.2.

Таблица 2

Тип элемента	Вариантность реализации
1.Нульмерный	Вакансии, растворенные атомы.
2.Одномерный	Дислокации.
3.Двумерный	Границы между зернами и между фазами.
4.Трехмерный	Частицы.
5.Внутрикристаллическая анизотропия	Текстура в поликристаллах, монокристаллы.
6.Внутриструктурная анизотропия	Вытянутые зерна и частицы.

Кристаллическое строение материалов.

Строение твердого тела. Аморфное и кристаллическое состояние материалов. Природа сил, связывающих атомы в материале. Энергия межатомного сцепления.

Атомное строение металлов. Металлический тип связи. Кристаллические решетки идеальных металлов. Полиморфизм. Важнейшие свойства металлов.

Идеальная и реальная структура металлов. Дефекты кристаллического строения. Точечные, линейные и поверхностные дефекты в кристаллах. Вакансии и примесные атомы. Дислокации. Моно и поликристаллические материалы. Субструктура зерен.

Диффузия в кристаллах. Механизм диффузии. Влияние температуры на диффузионные процессы.

Формирование кристаллического твердого тела. Кристаллизация из жидкого состояния и ее закономерности.

Методы исследования структуры кристаллов (металлографический, электронно-микроскопический, рентгеноструктурный, электронно-графический).

Пластическая деформация, упрочнение и разрушение металлов.

Упругая и пластическая деформация моно и поликристаллов. Истинная и условная диаграмма растяжения. Характеристика свойств металлов в области упругих и пластических деформаций. Хрупкие и пластичные металлы.

Дислокационная теория пластической деформации и упрочнения металлов. Связь прочности с дислокационной структурой. Зависимость прочности металлов от количества дефектов кристаллического строения. Бездефектные структуры (нитевидные кристаллы).

Разрушение металлов Механизм разрушения для хрупких и пластичных материалов. Влияние температуры и скорость деформации на пластичность кристаллических твердых тел. Горячая и холодная пластическая деформация. Влияние холодной пластической деформации на структуру и свойства материалов. Наклеп. Текстура деформации. Технологическое значение деформации. Влияние нагрева на структуру и свойства холодного деформированного металла. Возраст. Рекристаллизация и ее основные закономерности.

Пластическая деформация при повышенных температурах. Ползучесть металлов и разрушение при ползучести. Влияние структуры металлов на характеристики ползучести. Физическая природа жаропрочности металлов. Пластическая деформация и разрушение металлов при криогенных температурах. Пути формирования определенных структур путем легирования, термической обработке и пластической деформации.

Центральные вопросы раздела

1. Основная методология курса «Материаловедение»
2. Основные требования самолетостроения к материалам.
3. Основные критерии характеристик прочности, надежность и долговечности работы материалов.
4. Формирование структурных факторов металлических материалов.
5. Элементы структурных факторов.
6. Типы атомных связей и диффузия в кристаллической структуре.
7. Горячая и холодная пластическая деформация. Упрочнение и разупрочнение материала при пластической деформации.

Вопросы для самопроверки

1. В чем сущность в металлической, ионной, ковалентной связей атомов в твердых телах; как рассчитывается энергия связи между атомами?
2. Кристаллическое тело и его отличие от аморфного.
3. Виды пространственных атомно-кристаллических решеток.
4. Что называется полиморфизмом металлов? Какие полиморфные модификации можно назвать для железа, титана и олова?
5. Какие дефекты строения наблюдаются в реальных кристаллах и как они влияют на свойства кристаллов?
6. Что такое дислокации; влияние температуры нагрева и пластической деформации на их количество? Энергия дислокации. Формула расчета Паерлса.
7. Виды диффузии и ее закономерности.
8. Какова физическая природа вязкого и хрупкого разрушения?
9. Что такое термомеханическая обработка?
10. Что такое жаропрочность и какие существуют методы ее повышения?

Раздел 2. Строение металлических сплавов

Основы теории сплавов. Взаимодействие элементов при образовании сплавов. Понятие о компонентах и фазах. Механические смеси, твердые растворы (замещения, внедрения, вычитания) и промежуточные фазы. Фазовый состав и структура сплава.

Диаграмма фазового равновесия (диаграмма равновесия) сплавов и методы их построения. Правило фаз (закон Гиббса). Основные диаграммы фазового равновесия двойных систем. Диаграмма состав-свойства или закономерности Н.С. Курнакова. Диаграмма фазового равновесия «железо-углерод».

Центральные вопросы раздела

1. Взаимодействие компонентов в твердом состоянии.
2. Варианты продуктов взаимодействия компонентов. Типы сплавов.
3. Правило фаз
4. Твердые растворы (типы твердых растворов), металлические соединения, механические смеси.
5. Понятия - система, фаза, компоненты, диаграмма состояния.
6. Диаграмма состояния, взаимодействие компонентов. Типы диаграмм состояния.
7. Правило отрезков (рычага).
8. Диаграмма железо-углерод(цементит).
9. Анализ диаграммы железо-углерод.
10. Правило Н.С. Курнакова.

Вопросы для самопроверки

1. Что такое компонент, фаза, система?
2. Что такое диаграмма состояния и как она строится?
3. Что такое правило фаз и для чего оно нужно?
4. Что такое правило рычага и для чего оно нужно?
5. Начертите диаграмму «железо-углерод», укажите температуру и содержание углерода всех особенных точек на ней.
6. Назовите основные критические точки железа и сплавов железо-углерод.
7. Что такое аустенит, феррит, цементит, ледебурит, перлит?
8. Что такое техническое железо, сталь, чугун?
9. Чем отличается первичный, вторичный, и третичный цементит в условиях их кристаллизации.
10. Какие превращения протекают в железе, стали (0,05; 0,5; 1,2; 2,5%С) и чугуне при охлаждении их с жидкого состояния до комнатной температуры?

Раздел 3. Термическая химико-термическая обработка сплавов.

Термическая обработка сплавов

Элементы теории термической обработки сплавов. Природа превращений, происходящих в сплавах с переменной растворимостью компонентов при нагреве и охлаждении. Зависимость структурного состояния сплавов от скорости охлаждения (переохлаждения). Равновесное и неравновесное состояние сплава. Физические основы основных видов термической обработки сплавов. Теория термической обработки стали. Превращения стали при нагреве. Зависимость зернистости стали от температуры.

Фазовые превращения при охлаждении аустенита. Диаграммы изотермического превращения аустенита и методы их построения. Превращения аустенита при непрерывном охлаждении. Физический смысл критической скорости заковки. Остаточный аустенит в закалочных структурах. Распад метастабильных структур. Превращения мартенсита и остаточного аустенита при нагреве.

Технология термической обработки стали. Классификация видов термической обработки. Отжиг стали и его значение. Виды отжига. Нормализация. Заковка стали и ее виды. Закалка и прокаливаемость сталей. Отпуск закаленных сталей и его виды. Обработка сталей холодом. Термомеханическая обработка сталей и ее назначение. Техника безопасности при термической обработке металлов и сплавов. Приемы труда с высокотемпературным оборудованием. Защита открытых участков тела и глаз от ожогов тепловыми лучами.

Химико-термическая обработка сплавов

Физические основы химико-термической обработки. Диффузия в сплавах (интердиффузия). Зависимость толщины диффузионных слоев от концентрации насыщающего элемента, температуры и времени насыщения. Строение диффузионных слоев.

Упрочнение металлических деталей поверхностной химико-термической обработкой ГОСТ 20495-75, цементация стальных изделий и ее разновидности. Термическая обработка изделий после цементации. Азотирование металлических изделий. Структура и свойства азотированных поверхностных слоев деталей. Нитроцементация стальных изделий. Диффузионная металлизация (алитирование, хромирование и др.). Основные правила техники безопасности при химико-термической обработке. Влияние вредных газов на организм человека. Влияние отходов при химико-термической обработке на окружающую среду и их утилизация.

Центральные вопросы раздела

1. Влияние термической обработки сплавов на изменение структуры, а следовательно, и свойства сплавов.
2. Классификация видов термической обработки.
3. Механизм и кинетика структурных превращений при термической обработке.
4. Диффузионные и без диффузионные превращения аустенита. Эффект памяти формы у металлов, основанный на мартенситном превращении.
5. Влияние легирующих элементов на термическую обработку стали.
7. Физические законы химико-термической обработки.
8. Закономерности формирования слоя.
9. Классификация химико-термической обработки.

Вопросы для самопроверки

1. Каким видом термической обработки могут подвергаться сплавы с неограниченной и ограниченной растворимостью и с полиморфным превращением?
2. Что такое отжиг, нормализация, закалка и отпуск? Какие разновидности имеются по каждому виду термической обработки?
3. Как обозначают критические точки в сталях при нагревании и охлаждении? Что характеризует каждая точка?
4. Чем отличается друг от друга перлит, сорбит и тростит?
5. Как определяется температура нагрева для нормального отжига и закалки стали в зависимости от содержания углерода?
6. В чем сущность и назначение обработки стали холодом?
7. Что такое цементация? Нужна ли термическая обработка после цементации?
8. Что такое азотирование? Нужна ли после него термическая обработка?
9. Что такое нитроцементация и для чего она производится?
10. Что такое диффузионное алитирование, хромирование, силицирование, борирование и в каких случаях они применяются?
11. Какая разница между диффузионным и электролитическим хромированием? Техничко-экономические характеристики этих процессов.
12. Какие формулы выражают толщину диффузионных слоев в зависимости от температуры и времени насыщения?
13. В чем выражается лазерный метод упрочнения поверхности сплавов?

Раздел 4. Стали и сплавы на основе железа, никеля, вольфрама, ниобия и молибдена

Углеродистые стали

Полезные и вредные примеси в сталях. Классификация углеродистых сталей, маркировка согласно соответствующих стандартов. Конструкционные углеродистые стали обыкновенного качества по ГОСТ 380-71. Автоматные стали. Конструкционные и инструментальные стали повышенного качества по ГОСТ 1050-74 и ГОСТ 1435-74. Требования к их химическому составу. Термообработка и область применения.

Легируемые стали и сплавы

Основные легирующие элементы. Влияние легирующих элементов на полиморфное превращение железа, на температурную область существования аустенита и феррита. Влияние легирующих элементов на устойчивость аустенита. мартенситные превращения на закаливаемость и прокаливаемость стали. Влияние легирующих элементов на устойчивость метастабильных структур при отпуске сталей.

Классификация легирующих сталей по структуре составу и применению, маркировка легированных сталей согласно соответствующих стандартов.

Конструкционные низкоуглеродистые стали для цементации по ГОСТ 4543-71. Технология термообработки цементированных деталей, ее свойства и назначение. Конструкционные улучшаемые среднеуглеродистые стали по ГОСТ 4543-71. Стали типа хромансиль. Улучшение свойств сталей термической обработкой. Область применения конструкционных улучшаемых деталей. Рессорно-пружинные стали общего назначения. Шарикоподшипниковые стали. Мартенситостареющие высокопрочные стали.

Нержавеющие стали по ГОСТ 5632-72. Основные условия коррозионной устойчивости сталей. Хромистые нержавеющие стали ферритного и феррито-мартенситного класса. Упрочняющая термическая обработка, область применения. Хромоникелевые нержавеющие стали аустенитного и аустенитно-мартенситного классов. Интеркристаллитная коррозия нержавеющих сталей и методы ее устранения. Термическая обработка, механические свойства и применения сталей аустенитного и аустенитно-мартенситного классов.

Жаропрочные стали и сплавы по ГОСТ 5632-72. Теплофизические свойства жаропрочных и жаростойких сплавов. Основные критерии, определяющие высокую жаропрочность сплавов при высоких температурах. Аустенитные гомогенные жаропрочные стали. Аустенитные дисперсионно твердеющие жаропрочные стали. Основные легирующие элементы в сталях и их влияние на жаропрочность и жаростойкость. Закалка и старение дисперсионно твердеющих сталей, структурное состояние, температурная область применения. Жаропрочные и жаростойкие сплавы на основе никеля и кобальта по ГОСТ 492-73. Стареющие сплавы на никелевой основе (нимоники). Термическая обработка, структура и термостабильность этих сплавов. Значение сплавов на никелевой основе для авиационных газотурбинных двигателей. Жаропрочные сплавы на основе тугоплавких металлов - молибдена, вольфрама, ниобия, хрома. Проблема повышения жаростойкости сплавов на основе тугоплавких металлов. Применение защитных покрытий. Перспективы применения тугоплавких металлов и сплавов в авиационных газотурбинных двигателях.

Инструментальные стали и сплавы. Основные требования, предъявляемые к инструментальным сталям (твердость, красностойкость, износостойкость). Легированные инструментальные стали для режущих, штамповых и измерительных инструментов по ГОСТ 5950-73. Быстрорежущие стали и их термическая обработка по ГОСТ 19265-73, Твердые сплавы для режущего инструмента по ГОСТ 3882-74. Методы их получения, структура и свойства.

Сплавы на основе тугоплавких элементов. Основные физико-химические и технологические характеристики вольфрама, молибдена, ниобия. Сплавы на основе вольфрама, молибдена, ниобия. Особенности применения этих сплавов в АТ.

Центральные вопросы раздела

1. Конструкционные качественные углеродистые стали по ГОСТ 380-88. 1050-74. 1435-74.
2. Основные легирующие элементы, их влияние на формирование структуры стали.
3. Классификация легированных сталей на цементируемые и улучшаемые легированные стали по ГОСТ 4543-71.
4. Нержавеющие стали по ГОСТ 5632-72. Влияние хрома на коррозионную стойкость. Нержавеющие стали ферритного, аустенитного и аустенитно-мартенситного классов. Интеркристаллическая коррозия нержавеющей сталей.
5. Жаропрочные и жаростойкие сплавы и стали по ГОСТ 5632-72. Основные критерии жаропрочности и жаростойкости сплавов.
6. Жаропрочные и жаростойкие сплавы на основе никеля и кобальта по ГОСТ 492-73. Стареющие сплавы на основе никеля (нимоники). Физическая основа легирования никелевых сплавов.
7. Сплавы на основе тугоплавких металлов.
8. Инструментальные стали и сплавы по ГОСТ 5950-73, 19265-73, 3882-74.

Вопросы для самопроверки

1. Какими свойствами обладает хромансиль, какие авиационные детали изготавливаются из этой стали ?
2. Какую роль в изменении механических свойств хромансиля играет добавление никеля?
3. Как влияют добавки молибдена и вольфрама на свойства сталей 40ХМА и 18Х2Н4ВА по сравнению с аналогичными хромоникелевыми?
4. Какие стали применяют для шарикоподшипников?
5. Каковы основные принципы легирования при создании коррозионностойких сплавов?
6. Какими свойствами обладают жаропрочные стали, для каких изделий они применяются?
7. Какие коррозионностойкие хромистые и хромо никелевые стали применяют для авиационных изделий?
8. Какими свойствами обладают жаростойкие стали, для каких изделий они применяются?
9. Какие легирующие элементы обеспечивают высокую жаропрочность, а какие - высокую жаростойкость?
10. Каковы свойства никеля, кобальта и влияние на их свойства легирующих элементов?

Раздел 5. Конструкционные сплавы на основе магния, алюминия, титана, бериллия, меди и олова. Легкоплавкие и тугоплавкие припои

Магний и его сплавы ГОСТ 804-72, ГОСТ 2581-71. Влияние основных легирующих элементов. Особенности термической обработки магниевых сплавов. Деформируемые и литейные магниевые сплавы. Жаропрочность магниевых сплавов.

Алюминий и его сплавы ГОСТ 11069-74, ГОСТ 4784-74. Влияние легирующих элементов. Классификация и маркировка алюминиевых сплавов по ГОСТу. Термическая обработка сплавов на основе алюминия (отжиг, закалка и старение). Возврат при старении. Механизм упрочнения алюминиевых сплавов при термической обработке. Деформируемые алюминиевые сплавы, не упрочняемые термической обработкой. Деформируемые алюминиевые сплавы, упрочняемые термической обработкой. Дуралюмин. Литейные алюминиевые сплавы с высокой жаропрочностью. Спеченные сплавы из алюминиевых порошков (САП, САС).

Титан и его сплавы ГОСТ 19807-74. Полиморфизм титана. Коррозионная стойкость титана. Влияние легирующих элементов на структуру и свойства сплавов на основе титана. Альфа- и бета- стабилизаторы. Классификация и маркировка титановых сплавов. Термическая обработка титановых сплавов. Отжиг, закалка и старение альфа+бета-титановых сплавов. Структура титановых сплавов. Деформируемые альфа-титановые сплавы. Высокопрочные альфа+бета-титановых сплавы. Жаропрочные деформируемые титановые сплавы. Литейные сплавы на основе титана. Применение титана и его сплавов в авиастроении

Бериллий и его сплавы. Физико-механические свойства бериллия, прочность и пластичность бериллия. Коррозионная стойкость бериллия в газовой среде. Влияние легирующих добавок на механические свойства бериллиевых сплавов. Высокотемпературные порошковые сплавы на основе бериллия, их свойства и применение. Вредное влияние бериллиевой пыли на организм человека, меры безопасности при обработке бериллия и его сплавов.

Медь и ее сплавы. Физико-механические свойства меди. Сплавы на основе меди. Влияние легирующих элементов на структуру и свойства сплавов. Классификация и маркировка медных сплавов. Латунни простые и сложные по ГОСТ 17741-72. Бронзы оловянные, алюминиевые, марганцевые по ГОСТ 5017-74, ГОСТ 1048-70. ГОСТ 4748-70. ГОСТ 17КЧ-70

Олово и его сплавы. Сплавы на основе олова. Подшипниковые сплавы типа баббитов. Легкоплавкие припои на основе олова.

Тугоплавкие припои на основе серебра, меди и никеля.

Центральные вопросы раздела

1. По какому критерию сплавы называются легкими и цветными?
2. Алюминий, физико-химические характеристики, сплавы на основе алюминия.
3. Классификация алюминиевых сплавов и их обозначения
4. Деформируемые сплавы АМг и АМц. Термически упрочняемые дуралюмины Д16 и Д20. Высокопрочные В93 и В96: сплавы с литием, САП и САС. Применение алюминиевых сплавов в ЛА и АД.
5. Защита алюминиевых и магниевых сплавов от коррозии.
6. Титан. Классификация титановых сплавов и их обозначения. Применение в конструкции ЛА и АД.
7. Бериллий, его физико-химические свойства. Его особенное достоинство - очень высокая удельная жесткость. Сплавы на основе бериллия.
8. Сплавы на основе меди - латуни, бронзы.
9. Сплавы на основе олова - баббиты
10. Легкоплавкие и тугоплавкие припои.

Вопросы для самопроверки

1. Каковы свойства технического алюминия, титана и магния?
2. На какие две основные группы можно разделить авиационные алюминиевые и магниевые сплавы в зависимости от технологии получения полуфабрикатов? Почему у титановых сплавов нет такого деления?
3. Какие алюминиевые сплавы применяют для изготовления прочных силовых элементов?
4. Для каких авиационных изделий используют силумины?
5. Как маркируют алюминиевые сплавы (для горячей и холодной обработки давлением и литейные сплавы)?
6. Какие алюминиевые и магниевые сплавы применяют для сварки авиационных изделий, а также изготовления методами глубокой штамповки.
7. Какие известны методы защиты алюминиевых и магниевых сплавов от коррозии?
8. Какими свойствами обладают титановые сплавы: высокой пластичности, средней прочности, высокопрочные и жаропрочные; для каких авиационных изделий они применяются?
9. Как влияют примеси на свойства меди?
10. Что такое латуни? Преимущества и недостатки однофазных латуней перед гетерофазными?
11. Что такое бронзы? Какие марки бронз и латуней применяют в авиастроении?

Раздел 6. Неметаллические материалы, композиционные материалы

Неметаллические материалы

Понятие о неметаллических материалах. Органические, элементоорганические и неорганические полимеры. Структурные особенности полимеров. Свойства полимеров в стеклообразном, высокоэластичном и вязкотекучем состояниях. Релаксационные явления в полимерах. Строение полимеров. Материалы на основе синтетических полимеров и их классификация.

Пластические массы. Определение пластмасс. Основные компоненты, входящие в состав пластмасс. Пластмассы с порошковыми, волокнистыми слоистыми наполнителями. Литейные пластмассы. Пленочные и листовые пластмассы. Органические стекла. Теплозвукоизоляционные пластмассы. Пенопласты.

Резиновые материалы. Основные компоненты резин и их назначение. Натуральные и синтетические каучуки. Вулканизация резиновых смесей. Резины общего и специального назначения. Физико-механические свойства резин и их применение в авиастроении.

Лакокрасочные материалы. Основные компоненты лакокрасочных материалов и их назначение. Структура лакокрасочных покрытий. Основные требования, предъявляемые к лакокрасочным покрытиям в авиастроении.

Герметизирующие материалы. Технические требования, предъявляемые к герметикам. Каучуковые и смоляные герметики. Уплотняющие пасты, ленты, прокладки.

Клеящие материалы. Факторы, определяющие прочность клеевого соединения. Смоляные и резиновые клеи. Свойства клеевых соединений.

Текстильные материалы. Текстильные волокна, их строение и классификация. Виды текстильных изделий, назначение и применение в авиастроении.

Силикатные материалы. Керамика и стекло. Ситаллы.

Пожароопасность полимерных материалов. Влияние токсичных газов, выделяющихся при горении полимерных материалов, на организм человека. Меры безопасности.

Композиционные материалы

Определение композиционных материалов (КМ). Структура композиций. Распределение напряжений между матрицей и наполнителем. Свойства и применение композиционных материалов с металлической, полимерной и керамической матрицей.

Центральные вопросы раздела

1. Классификация неметаллических материалов.
2. Особенности структуры и деформации полимерных материалов. Термопластичные и термореактивные полимеры.
3. Пластмассы. Резины. Клеи. Герметики. Лакокрасочные покрытия. Стекла, керамика,
4. Композиционные материалы. Структурные составляющие, отличие напряженного состояния КМ от обычного сплава. Классификация КМ. Перспектива разработок КМ и их применение в авиастроении.

Вопрос для самопроверки

1. Какие вещества называются полимерами?
2. Каково строение и свойства термопластичных и термореактивных полимеров?
3. Герметики, их состав и применение в АТ.
4. Теплоизоляционные материалы, их структура.
5. Назовите противопожарные и санитарные меры и правила использования полимерных материалов.
6. Что такое нитевидные кристаллы и «усы» и каковы их свойства?
7. В чем состоят преимущества и недостатки композиционных материалов по сравнению с обычными видами сплавов?
8. Каковы принципы создания композиционных материалов по сравнению с обычными видами сплавов?
9. Назовите виды технологии изготовления композиционных материалов.

Раздел 7. Электротехнические и радиотехнические материалы

Классификация ЭРМ Проводники. Материалы высокой проводимости и сверхпроводимости. Криопроводники. Сплавы высокого электросопротивления. Провода (установочные, монтажные и обмоточные). Электрические кабели.

Диэлектрики. Поляризация диэлектриков. Токи смещения, электропроводность и пробой диэлектриков. Пассивные и активные диэлектрики. Материалы диэлектриков.

Полупроводники. Собственные и примесные полупроводники. Основные и неосновные носители заряда. Температурная зависимость удельной проводимости полупроводников. Основные методы формирования транзисторных структур.

Полупроводники на основе кремния и германия. Технология получения интегральных схем на монокристаллах кремния.

Магнитные материалы. Основные характеристики магнитных

материалов. Превращение структуры при намагничивании ферромагнетиков. Классификация магнитных материалов. Магнитомягкие и магнитотвердые материалы на основе стали, сплавов ЮНДК и ферритов. Термическая, механическая и магнитная обработка на магнитомягких и магнитотвердых материалах. Применение магнитных материалов в ЛА и АД.

Центральные вопросы раздела

1. Зонная структура расположения электронов в материалах.
2. Классификация ЭРМ на проводники, диэлектрики, полупроводники, магнитные материалы.
3. Влияние внешних факторов на электропроводность (температура, напряженность и частота электрического поля, давление, влажность).
4. Сверхпроводники и криопроводники. Сплавы с высоким электросопротивлением.
5. Диэлектрики. Диэлектрическая проницаемость. Типы поляризации, активные и пассивные диэлектрики. Основные параметры диэлектриков (ρ , P , $U_{пр}$) - удельное сопротивление, потери, пробивное напряжение.
6. Полупроводники. Собственная и примесная проводимость полупроводников. Формирование транзисторных структур. Полупроводники на основе кремния и германия. Интегральные схемы на монокристалле кремния.

Вопрос для самопроверки

1. Что такое электрорадиоматериалы?
2. Чем отличаются радиоматериалы от электроматериалов?
3. Классификации ЭРМ по зонной структуре расположения электронов.
4. Что такое сверхпроводимость, в чем ее отличие от проводимости при криогенных температурах?
5. Применение правила Н.С. Курнакова для сплавов с высоким удельным сопротивлением.
6. Типы поляризации диэлектриков. Активные и пассивные диэлектрики.
7. Что такое собственные и примесные полупроводники?
8. Как зависит проводимость полупроводников от температуры.
9. В чем отличие полупроводников на германиевой и кремниевой основах?
10. Основные параметры магнитных материалов, определяемые по петле гистерезиса (M_n , H_c , B_r , B_c)
11. Магнитомягкие и магнитотвердые материалы и области их работы.

5.2. Методические указания к самостоятельному изучению разделов программы

При самостоятельном изучении предмета «Материаловедение» необходимо вначале уяснить цель и задачи курса, его Связь и базовыми дисциплинами, место и значение дисциплины.

Затем ознакомиться с содержанием программы и структуры курса. Первые три раздела представляют физическую основу конструкционных материалов. Разделы 4 - 6 включают конкретные материалы на металлической и неметаллической основе. В разделе 7 рассматриваются электрорадиоматериалы и их особенности.

В каждом разделе выделены центральные вопросы, которые отражают суть содержания раздела. Далее уясняете и изучаете материал по рекомендуемой учебной литературе. Насколько усвоен материал изучаемого раздела, покажет Ваша возможность ответов на вопросы самопроверки.

Изложение программного материала, центральных вопросов и вопросов для самопроверки в каждом разделе построено так, что каждый нижеследующий вопрос дает частичный ответ на поставленный выше.

6. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К ВЫПОЛНЕНИЮ КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЫ

После изучения теоретической части курса студент выполняет контрольную работу – отвечает на вопросы заданий, приведенные в вариантах.

Контрольная работа выполняется в отдельной ученической тетради, четким почерком, без сокращения слов. Каждая страница должна быть пронумерована.

Не допускается прямое переписывание текста с учебника и учебного пособия.

При ответе на вопрос текст необходимо иллюстрировать рисунками, таблицами, графиками, математическими формулами, поясняющими изложение, которые желательно подвергнуть смысловому анализу.

В конце работы должен быть приведен перечень использованной литературы с указанием автора, названия, издательства, года и месяца издания. Контрольная работа подписывается студентом и датируется. В конце работы должны быть оставлены не менее 2 страниц для рецензии.

На обложке тетради следует указать фамилию, имя, отчество, специальность, курс, номер шифра и домашний адрес студента. Также указать название и номер контрольной работы, наименование дисциплины.

Выполненная контрольная работа отсылается в университет или УКП на рецензию. Возвращаются обратно без проверки контрольные работы, написанные мелким неразборчивым почерком, а также с несоответствующими вариантам вопросами. Если контрольная работа не зачтена, студент должен

проработать все замечания преподавателя и дополнить или исправить недостаточные или ошибочные ответы. В зависимости от указаний рецензента возможно потребуется выполнение работы по новому варианту, указанному в рецензии. Исправленные или вновь выполненные работы вместе с незачтенной направляются в университет на повторное рецензирование. Зачтенная контрольная работа предъявляется при сдаче экзамена (зачета).

6. ЛАБОРАТОРНЫЕ И ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ. ИХ ТЕМАТИКА И ОБЪЕМ В ЧАСАХ

ЛР-1. Измерение твердости металлов и сплавов метолом Роквелла и Бринеля (разделы 1 и 2) - 4 часа.

ПЗ-2. Микроструктура углеродистых сплавов до и после термической обработки (разделы 2 и 3) - 4 часа.

ЛР-3. Микроструктура цветных металлов, жаропрочных и жаростойких сплавов (разделы 4 и 5) - 4 часа.

ЛР-4. Исследование характеристик магнитопроводов в зависимости от свойств, применяемых материалов (раздел 7) - 4 часа.

ЛР-5. Исследование свойств полупроводниковых материалов в условиях воздействия эксплуатационных факторов (раздел 7) - 4 часа.

Каждый студент согласно учебного плана выполняет две работы из вышеперечисленного перечня. Лабораторные и практические работы выполняются с целью закрепления теоретических знаний, ознакомления и исследования основных свойств материалов и приобретения практических навыков работы с лабораторным оборудованием. Методическая литература выдается непосредственно в лаборатории. По результатам проводимой работы необходимо составить отчет и защитить его.

8. ВОПРОСЫ КОНТРОЛЬНОГО ЗАДАНИЯ

Вариант № 1

1. Дислокации и влияние их на свойства сплавов
2. Диаграмма состояния Fe-C. Построить кривую охлаждения для сплава с 3% С.
3. Виды термической обработки.
4. Разобрать обозначение (маркировку) сталей: Ст20; У12; 40ХНМА. Привести химический состав.
5. Физико-механические свойства керамики, область применения.

Вариант № 2

1. Сущность металлической, ионной, ковалентной связей атомов в твердых телах.
2. Диаграмма состояния Fe-C. Построить кривую охлаждения для сплава с 0,8% С.
3. Естественное и искусственное старение дуралюмина.
4. Цементация и азотирование сталей.
5. Ферриты. Особенности их структуры и область применения.

Вариант № 3

1. Виды пространственных атомно-кристаллических решеток.
2. Сплав с 0,8% С. Определить по правилу рычага долю углерода, приходящуюся на цементит и феррит в этом сплаве.
3. Обработка стали холодом.
4. Какой легирующий элемент указывают буквы в легированной стали: А, Б, В, Г, Д, М, Н, Р, С, Т, Ф, Х, Ю ?
5. Состав пластмасс. Классификация пластмасс, область применения в авиации.

Вариант № 4

1. Полиморфные превращения.
2. Механические свойства металлов.
3. Серый и белый чугуны.
4. Литейные алюминиевые сплавы. Свойства, применение, маркировка.
5. Жаропрочность. Жаропрочные сплавы на основе никеля, применение в НД.

Вариант № 5

1. Упругая и пластическая деформация металлов.
2. Фазы в металлических сплавах. (дать определение фазам: феррит, перлит, аустенит.)
3. Магнитомягкие материалы, их назначение.
4. Латунни и бронзы. Обозначение, свойства, применение.
5. Жаростойкость. Жаростойкие стали и сплавы.

Вариант № 6

1. Разрушение металлов.
2. Дать определение фазам: цементит, ледебурит.
3. Специальные чугуны.
4. Композиционные материалы. (технология производства, свойства, применение в авиации)
5. Методы защиты алюминиевых сплавов от коррозии.

Вариант № 7

1. Фазовые превращения при нагреве.
2. Классификация легированных сталей по назначению, структуре, по химическому составу.
3. Сплав с 1,8% С. Определить по правилу отрезков количество цементита вторичного.
4. Алюминиевые сплавы для глубокой штамповки и сварки (АМг и АМц)
5. Резиновые изделия, применяемые в авиастроении.

Вариант № 8

1. Компоненты и фазы в системе железо-углерод.
2. Физическая природа жаропрочности.
3. Диаграмма состояния сплавов железо-цементит. Основные критические точки, их обозначения и параметры.
4. Лакокрасочные покрытия в авиастроении.
5. Методы исследования микроструктуры металлов и сплавов.

Вариант № 9

1. Диаграмма сплавов железо-цементит. Чем будут отличаться кривые охлаждения для сплавов с 0,1; 0,4; 0,5% С ?
2. Классификация видов термической обработки.
3. Физико-химическая характеристика титана. Сплавы на основе титана, их свойства и применение в авиации.
4. Конструкционные порошковые материалы.
5. Свойства и применение авиационных резин.

Вариант № 10

1. Атомно-кристаллическая структура металлов.
2. Диаграмма сплавов железо-цементит. Построить кривую охлаждения для сплава с 0,6% С (применить правило фаз.)
3. Механические свойства металлов, определяемые при динамических испытаниях.
4. Дефекты, возникающие при термической обработке стали.
5. Тугоплавкие металлы и их сплавы.

Содержание

	стр.
Введение.....	3
1. Учебный план дисциплины.....	3
2. Цели и задачи дисциплины	3
3. Список используемой литературы.....	5
4. Структура курса и общие методические указания.....	5
5. Программа дисциплины и методические указания к изучению разделов программы.....	6
6. Методические указания к выполнению контрольной работы.....	21
7. Лабораторные и практические занятия, их тематика и объём в часах...	22
8. Вопросы контрольного задания.....	22