

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ УКРАИНЫ
Национальный авиационный университет

С.В. Федорчук

Материаловедение

Методические указания
по самостоятельной работе для студентов
специальности «Техническое обслуживание и ремонт воздушных
судов и авиадвигателей»

Киев 2016

Материаловедение: Методические указания по изучению курса «Материаловедение».

В методических указаниях даны основные положения теории старения металлов, сплавов и неметаллических материалов. Содержат рекомендации по изучению основных разделов курса «Материаловедение», вопросы для самопроверки, контрольное задание. Предназначены для студентов третьего курса специальности «Техническое обслуживание и ремонт воздушных судов и авиадвигателей»

ОБЩИЕ МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

Прогресс в области машиностроения неразрывно связан с созданием и освоением новых, наиболее экономичных материалов на металлической и неметаллической основах; развитием и внедрением в производство новейших методов упрочнения металлов, сплавов и других промышленных материалов; расширением сортамента выпускаемых материалов.

Совершенствование производства, выпуск современных разнообразных машиностроительных конструкций, специальных приборов и машин невозможны без дальнейшего развития производства металлических сплавов – основных материалов в машиностроении. В зависимости от назначения к сплавам предъявляются различные требования. Одни из них должны иметь высокую прочность, другие пластичность, третьи – высокую электропроводность или высокие электрические сопротивления, четвертые – специальные магнитные свойства и т.д. Получение тех или иных свойств определяется внутренним строением сплавов. Материаловедение занимается изучением строения сплавов и связью их со свойствами,

Список литературы

1. ГУЛЯЕВ А.П. Металловедение. – М.: Металлургия, 1978. – 648 с.
2. ЛАХШ Ю.М., ЛЕОНТЬЕВА В.П. Материаловедение. – М.: Машиностроение, 1960. – 493 с.
3. НАЗАРЕНКО П.В. Авиационное материаловедение: Неметаллические материалы: Учебное пособие. – Киев: КИИГА, 1964. – 66 с.
4. МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ. /Под ред. В.Н. Арзамасова. - М.: Машиностроение, 1986. – 311 с.

ВЕДЕНИЕ

Предмет, основные задачи и содержание предмета «Материаловедение». Роль материалов в проблеме надежности и долговечности деталей и узлов современной наземной техники. Важнейшие критерии оценки и выбора материалов для данной техники с учетом развития материаловедения и производства конструкционных материалов. Работы советских и зарубежных ученых в области материаловедения. Экономическая эффективность применения различных материалов.

Методические указания

Необходимо уяснить, что главная задача материаловедения – это установление взаимосвязи между составом, структурой и свойствами материалов. Необходимо знать важнейшие критерии оценки и выбора материалов для современной наземной авиационной техники.

Кристаллическое строение металлов

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. Механизмы диффузии. Влияние температуры на диффузионные процессы.

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

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

Методические указания

При изучении данной темы нужно знать отличие кристаллического состояния от аморфного, характерные свойства металлов, иметь понятие о структуре металлов и методах ее исследования.

Необходимо выяснить, чем отличается строение идеальных и реальных кристаллических тел, как влияет концентрация дефектов кристалли-

ческого строения на механические свойства металлов.

Изучая процесс кристаллизации, следует обратить внимание на зависимость размера зерна от условий охлаждения, так как механические свойства металлов зависят от размера зерен.

Литература: [1, с. 11–59] ; [2, с. 8–73].

Вопросы для самопроверки

1. Опишите основные типы кристаллических решеток в металлах. Дайте определение полиморфизма (аллотропии), рассмотрите полиморфные превращения железа и укажите, какое практическое значение они имеют.

2. Назовите дефекты кристаллического строения реальных металлов, опишите их классификацию и природу образования.

3. Опишите процесс кристаллизации. Начертите графики зависимости числа центров кристаллизации и скорости их роста от степени переохлаждения и объясните влияние степени переохлаждения на размер зерен. Объясните, в чем заключается процесс модифицирования. Начертите схему строения слитка и объясните условия образования каждой его зоны.

Строение металлических сплавов

Основы теории сплавов. Взаимодействие элементов при образовании сплавов. Понятие о компонентах и фазах. Механические смеси, твердые растворы, химические соединения. Понятие о компонентах и фазах.

Диаграммы состояния сплавов и методы их построения. Правило фаз (закон Гиббса). Диаграммы состав-свойства или закономерности Н.С. Курнакова.

Диаграмма состояния железо-углерод.

Методические указания

Изучив взаимодействие компонентов в металлических сплавах, необходимо разобщаться в методе построения диаграмм состояния по кривым охлаждения.

Необходимо знать диаграммы состояния для сплавов:

- образующих механические смеси;
- с неограниченной растворимостью в твердом состоянии;
- образующих ограниченные твердые растворы.

Особое внимание следует обратить на изучение диаграммы состояния железо-углерод.

Литература: [1, с. 97-180]; [2, с. 121-131].

Вопросы для самопроверки

4. Постройте по кривым охлаждения диаграмму состояния сплавов, образующих механические смеси. Опишите линии и области диаграммы. Дайте определение эвтектики. Сформулируйте правило отрезков.

5. Постройте по кривым охлаждения диаграмму состояния сплавов с неограниченной растворимостью. Опишите линии и области диаграммы.

6. Начертите диаграмму состояния сплавов с ограниченной растворимостью. Опишите линии и области диаграммы.

7. Начертите диаграмму состояния сплавов железо-углерод. Дайте определение всех фазовых составляющих железоуглеродистых сплавов. Опишите линии и области диаграммы.

Техническая обработка сплавов

Элементы теории термической обработки сплавов. Природа превращений, происходящих в сплавах с переменной растворимостью компонентов при нагреве и охлаждении. Равновесное и неравновесное состояние сплава.

Теория термической обработки стали. Превращения в стали при нагреве. Зависимость зернистости стали от температуры.

Фазовые превращения при охлаждении аустенита. Отпуск закаленных сталей и его виды. Обработка стали холодом. Диаграммы изотермического превращения аустенита и методы их построения. Перлитное, промежуточное и мартенситное превращение. Превращения аустенита при непрерывном охлаждении. Критическая скорость закалки. Остаточный аустенит в закаленных структурах.

Распад металлических структур. Превращения мартенсита и остаточного аустенита при нагреве.

Технология термической обработки стали. Классификация видов термической обработки. Отжиг стали и его назначение. Виды отжига. Нормализация. Закалка стали и ее виды. Закаливаемость и прокаливаемость сталей. Отпуск закаленных сталей и его виды. Обработка стали холодом. Термомеханическая обработка стали и ее назначение.

Техника безопасности при термической обработке.

Приемы труда с высокотемпературным оборудованием. Защита открытых участков тела и глаз от ожогов тепловыми лучами.

Методические указания

Изучая данную тему, необходимо обратить внимание на цель проведения и физические основы термической обработки. Важно уяснить связь критических точек на диаграмме железо-углерод с термической обработкой.

Необходимо изучить диаграмму изотермического превращения аустенита, механизм перлитного и мартенситного превращений.

Особое внимание следует обратить на технологию термической обработки стали.

Также необходимо знать назначение каждого вида термообработки и структуру, получаемую в результате проведения данного вида термообработки.

Литература: [1, с. 223-317]; [2, с. 157-227].

Вопросы для самопроверки

8. Опишите отжиг стали и его назначение. Перечислите виды отжига, начертите их схемы, укажите структуру после отжига.

9. Начертите диаграмму изотермического превращения аустенита и объясните ее. Рассмотрите наложение на диаграмму кривых охлаждения, получаемых структур и их твердости. Дайте определение критической скорости закалки и укажите ее на схеме.

10. Опишите мартенситное и бейнитное превращение.

11. Объясните термомеханическую обработку и нарисуйте ее схему.

12. Объясните технологию проведения закалки, ее виды, назначение, начертите схемы проведения.

13. Опишите способы закалки, а также дефекты, возникающие при закалке, и способы их устранения.

14. Что такое отпуск закаленных сталей и каково его назначение? Перечислите виды отпуска. Объясните, как влияет температура отпуска на структуру и механические свойства сталей.

Химико-термическая обработка сплавов

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

Упрочнение металлических деталей поверхностей 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.

Методические указания

Изучая химико-термическую обработку, необходимо обратить внимание на физико-химические основы (процесс гетеродиффузии), зависимость скорости диффузии от температуры.

Следует знать, что химико-термической обработке подвергаются детали машин, выполненные с допуском на доводочные операции.

Необходимо знать основные виды химико-термической обработки сталей (цементацию, азотирование, цианирование, диффузионное хромирование, алитирование, силицирование, борирование) и их назначение.

Литература: [1, с. 318-340]; [2, с. 226-249].

Вопросы для самопроверки

15. Расскажите о гетеродиффузии при химико-термической обработке деталей. Объясните зависимость толщины диффузионного слоя от продолжительности насыщения при данной температуре, от концентрации насыщающего элемента и температуры при заданной продолжительности процесса.

16. Что такое цементация стали и каково ее назначение? Перечислите виды цементации. Назовите режимы термической обработки цементированных изделий. Дайте характеристику сталей, предназначенных для цементации.

17. Опишите азотирование стали и его назначение. Назовите стали, подвергаемые азотированию. Каковы структура и свойства изделий после азотирования?

18. Что такое цианирование стали и каково его назначение? Перечислите виды цианирования. Укажите преимущества и недостатки этого вида химико-термической обработки.

19. Расскажите о диффузионной металлизации и ее назначении. Назовите ее виды.

Пластическая деформация и механические свойства металлов

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

Дислокационная теория пластической деформации и упрочнения металлов. Возникновение и движение дислокаций. Источники размножения дислокаций при пластической деформации. Теоретическая и реальная прочность 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 пластических материалов. Влияние температуры и скорости деформации на пластичность кристаллических твердых тел.

Горячая и холодная пластическая деформация. Влияние холодной пластической деформации на структуру и свойства металлов. Наклеп. Текстура деформации. Технологическое значение текстуры. Влияние нагрева на структуру и свойства холоднодеформированного металла. Возврат. 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. Характеристики прочности металлов при высоких температурах. Предел длительной прочности и его зависимость от температуры и времени нагружения. Предел ползучести. Термическая усталость.

Пластическая деформация и разрушение металлов при криогенных температурах.

Определение основных механических характеристик материалов при растяжении (ГОСТ 1497-73) и кручении (ГОСТ 3565-58). Предел временной прочности, упругости и текучести материалов. Модуль нормальной упругости. Модуль сдвига.

Усталость (выносливость) металлов при циклических нагрузках. Предел выносливости металлов и методы его определения (ГОСТ 2660-65). Механизм усталостного разрушения.

Свойства металлов в условиях динамического нагружения. Ударная вязкость и методы ее определения (ГОСТ 9454-76). Зависимость работы разрушения от температуры.

Твердость и микротвердость металлов. Методы определения твердости по Бринеллю (ГОСТ 9012-59), Роквеллу (ГОСТ 9013-59) и Виккерсу (ГОСТ 2999-75).

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

Влияние масштабного фактора, концентраторов напряжения на конструкционную прочность.

Методические указания

Необходимо уяснить различие между упругой и пластической деформациями, разобраться в механизме дислокационного сдвига. Следует знать, как изменение структуры, вызванное пластической деформацией, влияет на механические свойства металлов (прочность, твердость, пластичность), в чем заключается различие между холодной и горячей деформацией. Необходимо обратить внимание на зависимость прочности металлов от количества дефектов кристаллического строения. Следует знать механические свойства металлов определяемые при статических и динамических испытаниях, иметь представление о хрупком и вязком разрушении. При изучении механических свойств следует четко представлять, какие факторы и каким образом влияют на их количественное значение.

Литература: [1, с. 60-96, 451-463]; [2, с. 77-121].

Вопросы для самопроверки

20. Опишите механизм упругой и пластической деформации металлов. Начертите и объясните схему дислокационного сдвига.

21. Рассмотрите механизм хрупкого и вязкого разрушения.

22. Объясните, какие механические свойства определяют при испытании на растяжение.

23. Опишите методы определения твердости.

24. Рассмотрите определение надежности (испытание на удар).

25. Что такое предел выносливости? Как он определяется и какие факторы оказывают влияние на его величину?

26. В чем заключается наклеп (деформационное упрочнение металлов)?

27. Какова сущность процессов возврата и рекристаллизации?

Что такое горячая и холодная деформация?

28. Объясните, как изменяется прочность и пластичность металлов при повышении температуры.

Углеродистые стали

Полезные и вредные примеси в сталях. Классификация углероди-

стых сталей, маркировка по стандарту. Конструкционные углеродистые стали обыкновенного качества (группы А, В, В) – ГОСТ 360-71. Автоматные стали. Конструкционные и инструментальные стали повышенного качества (ГОСТ 1050-74, ГОСТ 1435-74), требования к их химическому составу. Термическая обработка и область применения.

Методические указания

Изучая углеродистые стали, необходимо знать диаграмму состояния железо-углерод. Важно усвоить, что все железо-углеродистые сплавы делятся на стали и чугуны. Следует изучить, какую структуру в равновесном состоянии имеют стали и чугуны в зависимости от концентрации углерода и температуры. Необходимо знать, как содержание углерода и постоянных примесей влияет на свойства стали.

Следует разобраться в классификации сталей и уметь определять область применения того или другого вида сталей.

Литература: [1, с. 159-222, 412-415]; [2, с. 121-156].

Вопросы для самопроверки

29. Объясните строение и свойства отожженных сталей и чугунов. Каковы их классификация, маркировка и применение?

30. Рассмотрите, как влияет количество углерода и содержание постоянных примесей на свойства стали.

31. Расскажите об углеродистых сталях общего назначения (групп А, Б, В) и их применении. Дайте характеристику автоматным сталям.

32. Опишите конструкционные углеродистые стали повышенного качества. Каковы маркировка этих сталей, термическая обработка, свойства и область применения?

33. Охарактеризуйте инструментальные углеродистые стали. Расскажите о маркировке, особенностях термической обработки, свойствах, применении этих сталей.

Легированные 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, мартенситное превращение, на закаливаемость и прокаливаемость стали. Влияние легирующих элементов на устойчивость метастабильных структур при отпуске сталей.

Классификация легированных сталей по структуре, составу и приме-

нению; маркировка легированных сталей.

Конструкционные низкоуглеродистые стали для цементации (ГОСТ 4543-71). Технология термической обработки цементированные детали, свойства и назначение.

Конструкционные улучшаемые среднеуглеродистые стали (ГОСТ 4543-71). Стали типа хрсшноиль. Улучшение сталей термической обработкой. Область применения конструкционных улучшаемых сталей. Ресорно-пружинные стали общего назначения.

Шарикоподшипниковые стали. Мартенситсустаревающие высокопрочные стали.

Нержавеющие стали (ГОСТ 5632-72). Основные условия коррозионной устойчивости сталей. Хромистые нержавеющие стали ферритного и ферритно-мартенситного классов. 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 применение нержавеющих сталей.

Жаропрочные стали и сплавы (ГОСТ 5632-72). Теплофизические свойства жаропрочных и жаростойких сплавов. Основные структурные критерии, определяющие высокую жаропрочность сплавов. Аустенитные гомогенные жаропрочные стали. Основные легирующие элементы в сталях и их влияние на жаропрочность и жаростойкость. Закалка и старение дисперсионно-старееющих сталей, структурное состояние, температурная область применения.

Жаропрочные и жаростойкие сплавы на основе никеля и кобальта (ГОСТ 492-73), Старееющие сплавы на никелевой основе (кимоники) 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 этих сплавов.

Инструментальные сплавы и стали. Основные требования, предъявляемые к инструментальным сталям (твердость, красностойкость, износостойкость). Легированные инструментальные стали для режущих, штамповых и измерительных инструментов (ГОСТ 5950-73). Быстрорежущие стали и их термическая обработка (ГОСТ 1926-73). Твердые сплавы для режущего инструмента (ГОСТ 3882-74). Методы их получения, структура и свойства.

Методические указания

Научая данную тему, следует знать, что легированными называются стали, полученные сплавлением железа с другими элементами. Поэтому необходимо обратить внимание на взаимодействие легирующих элементов с железом и углеродом, результаты которого определяют свойства легированных сталей. Также следует учитывать влияние легирующих элементов на полиморфное превращение железа, области существования новых фаз.

Надо уяснить, что введение легирующих элементов влияет на закономерности термической обработки сталей. Поэтому следует четко представлять особенности влияния основных легирующих элементов на изотермический распад аустенита, мартенситное превращение, критическую скорость закалки.

Необходимо иметь представление о конструкционных сталях, инструментальных сталях, нержавеющей сталях, жаропрочных сталях и сплавах. Следует знать маркировку этих сталей и сплавов, особенности термической обработки, структуру, свойства и применение каждой группы сталей.

Литература: [1, с. 341-508] ; [2, с. 250-329].

Вопросы для самопроверки

34. Расскажите о конструкционных цементуемых сталях и технологии их термообработки.

35. Опишите конструкционные улучшаемые стали, их термообработку как средство улучшения свойств этих сталей.

36. Рассмотрите пружинные стали. Каковы особенности их химического состава, термической обработки и области применения?

37. Опишите шарикоподшипниковые стали, их механические свойства. Какие особенности термической обработки этих сталей?

38. Охарактеризуйте хромистые нержавеющей стали, их термообработку и область применения.

39. Рассмотрите хромоникелевые нержавеющей стали, межкристаллитную коррозию нержавеющей сталей и способы ее устранения.

40. Опишите жаропрочные и жаростойкие стали. Как влияют основные легирующие элементы на жаростойкость и жаропрочность? Расскажите о термической обработке и области применения этих сталей.

41. Охарактеризуйте жаропрочные и жаростойкие сплавы на основе никеля и кобальта. Расскажите о нихромах и нимониках, а также о термической обработке нимоников. Какова область применения этих сплавов?

42. Рассмотрите быстрорежущие стали. Расскажите о красностойкости, особенностях химического состава и термической обработке этих сталей.

43. Опишите легированные инструментальные стали для измерительных инструментов и штампов.

44. Расскажите о металлокерамических твердых сплавах для режущего инструмента. Каковы технология получения, структура, свойства и область применения этих материалов?

Легкие металлы и сплавы

Магний и его сплавы. Влияние легирующих элементов на структуру и свойства сплавов на основе магния. Особенности термической обработки магниевых сплавов. Деформируемые и литейные магниевые сплавы. Жаропрочность магниевых сплавов.

Алюминий и его сплавы. Влияние легирующих элементов. Классификация и маркировка алюминиевых сплавов по стандарту. 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 термообработкой. Дуралюмин. Литейные алюминиевые сплавы. Силумины и их модификация. Деформируемые и литейные сплавы с высокой жаропрочностью. Спеченные сплавы из алюминиевых порошков.

Титан и его сплавы. Полиморфизм титана. Коррозионная стойкость титана и сплавов на его основе. Влияние легирующих элементов на структуру и свойства титановых сплавов. Классификация титановых сплавов по структуре (α , $\alpha+\beta$ и β) и их маркировка. Особенности термической обработки титановых сплавов. Деформируемые и литейные титановые сплавы. Область их применения.

Бериллий и его сплавы. Физикомеханические 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.

Методические указания

Изучение сплавов на основе алюминия, магния, титана и бериллия следует начинать с рассмотрения и усвоения физико-механических свойств чистых металлов. Затем необходимо изучить влияние легирующих элементов на структуру этих сплавов и их свойства. При изучении титановых сплавов следует обратить внимание на полиморфизм этих сплавов и на роль α – β -стабилизаторов.

Классификацию сплавов следует проводить по способу их производства (литейные и деформируемые), по структуре (для титановых сплавов), по способности упрочняться термической обработкой (для сплавов на основе алюминия), а также по особым свойствам (высокопрочные, жаропрочные).

Студенту необходимо знать маркировку сплавов каждой группы.

При изучении термической обработки алюминиевых сплавов необходимо уяснить сущность искусственного и естественного старения. Изучение всех видов термической обработки сплавов следует проводить совместно с диаграммой состояния этих сплавов.

Применение сплавов на основе легких металлов надо связывать с их свойствами.

Литература: [1, с. 508-521, 564-602]; [2, с. 332-358].

Вопросы для самопроверки

45. Перечислите основные физико-механические свойства магния. Приведите классификацию магниевых сплавов. Объясните влияние легирующих элементов на свойства магниевых сплавов.

46. Охарактеризуйте деформируемые и литейные сплавы на основе магния. Опишите особенности их термической обработки. Начертите цикл термической обработки сплава МА10 (закалка и старение).

47. Опишите основные свойства алюминиевых сплавов. Приведите классификацию сплавов на основе алюминия. Охарактеризуйте одного представителя с каждой группы этой классификации.

48. Расшифруйте состав сплава Д16, опишите способ упрочнения его и объясните природу упрочнения. Для изготовления каких деталей применяется этот сплав?

49. Перечислите преимущества и недостатки ковочных алюминиевых сплавов. Расшифруйте состав сплава АК4, укажите способ изготовления деталей из данного сплава и приведите характеристики механических свойств сплава при повышенных температурах.

50. Укажите состав и способ изготовления деталей из сплава АКЧ-1. Приведите характеристики механических свойств этого сплава при по-

вышенных температурах и объясните, за счет чего они достигаются.

51. Опишите основные марки силуминов. Объясните влияние кремния на свойства силуминов. Какие силумины легируются медью и зачем?

52. Опишите основные свойства титана. Что такое полиморфизм титана? Как влияют легирующие элементы на структуру и свойства сплавов на основе титана? Расскажите об α – и β -стабилизаторах.

53. Приведите классификацию титановых сплавов по структуре. Опишите основные виды термической обработки этих сплавов. Начертите цикл термической обработки (закалка + старение) сплава ВТ5.

54. Опишите основные свойства сплавов, имеющих $\alpha + \beta$ структуру. Каковы особенности их термической обработки? Проведите рекристаллизационный отжиг сплава ВТ14.

55. Опишите основные свойства бериллия и влияние легирующих элементов на эти свойства. Приведите перечень деталей, изготовленных из бериллиевых сплавов.

Медь и ее сплавы

Физико-механические свойства меди. Вредные примеси в меди. Классификация сплавов на основе меди. Основные марки латуней и их свойства. Бронзы: оловянистые, алюминиевые, кремнистые, бериллиевые, свинцовистые; их структура и свойства.

Методические указания

Изучив физико-механические свойства, марки и применение чистой меди в технике, необходимо рассмотреть классификацию сплавов на основе меди и влияние легирующих элементов на их свойства. При изучении сплавов меди с цинком, называемых латунями, важно уяснить влияние количественного содержания цинка на структуру и свойства этих сплавов (альфа- и альфа+бета -латуни), обращаясь к диаграмме состояния медь-цинк. Следует знать применение простых и сложных латуней.

Студент должен знать, что сплавы меди с другими элементами, в числе которых может быть и цинк, называются бронзами. Различают оловянистые, алюминиевые, свинцовистые, бериллиевые и другие бронзы.

Изучая структурный состав каждого типа бронз, необходимо обращаться к соответствующим диаграммам состояния (медь–олово, медь–алюминий, медь–свинец, медь–бериллий).

При рассмотрении алюминиевых бронз особое внимание следует обратить на их термическую обработку. Важно уяснить взаимосвязь струк-

туры свинцовистых бронз с их антифрикционными свойствами.

Необходимо знать практическое применение основных сплавов на основе меди.

Литература: [1, с. 602-623]; [2, с. 369-374].

Вопросы для самопроверки

56. Опишите основные свойства меди. Почему висмут и свинец являются вреднейшими примесями меди? Приведите классификацию сплавов на основе меди. Опишите влияние легирующих элементов на свойства меди.

57. Опишите α и β -латуни. Влияние легирующих элементов на свойства этих латуней. Приведите практические примеры применения латуней с данной структурой.

56. Приведите классификацию бронз. Опишите влияние олова, железа, алюминия, никеля, марганца, свинца, бериллия и фосфора на свойства бронз.

59. Начертите цикл термической обработки алюминиевой бронзы БрА1Ш4Н4 (закалка+старение). Объясните, в чем отличие структуры бронзы до и после термической обработки. Приведите примеры использования бронз термообработанных и не подвергнутых термической обработке.

Подшипниковые стали

Баббиты. Их структура и свойства. Основные марки подшипниковых сплавов. Область применения.

Методические указания

При изучении данной темы необходимо обратить внимание на особенности структуры баббитов.

Вопросы для самопроверки

60. Приведите классификацию баббитов. Начертите структуру баббита Б83. В чем отличие баббитов от цинковых сплавов типа ЦА10М5. Опишите его свойства и область применения.

Особенности полимерных материалов

Понятие о высокомолекулярных соединениях (полимерах). Классификация полимеров по составу (органические, элементоорганические, неорганические); по форме макромолекул (линейные, разветвленные,

пространственные); по фазовому состоянию (аморфные и кристаллические); по полярности молекул (полярные, неполярные); по отношению к нагреву (термопластичные, термореактивные). Влияние состава и строения молекул на свойства полимеров. Методы получения полимеров. Стеклообразное, высокоэластичное и вязкотекучее состояния полимеров. Релаксация и старение полимеров. Материалы на основе высокомолекулярных соединений и их классификация.

Методические указания

Необходимо знать, что наряду с многочисленными металлическими материалами в машиностроении все шире применяют неметаллические материалы. Это обусловлено рядом ценных, присущих им свойств. В этой связи при изучении полимеров следует обратить внимание на связь: строение – состав – свойства, а также на зависимость физико-механических свойств и внутреннего строения от внешних факторов.

Литература: [2, с. 378-394]; [3, с. 3-12].

Вопросы для самопроверки

61. Опишите отличительные признаки высокомолекулярных соединений (полимеров). В чем заключается различие свойств линейных и пространственных полимеров? Приведите примеры полимеров с линейной, разветвленной и пространственной структурой молекул.

62. Какое сходство и различие процессов полимеризации и поликонденсации? Приведите примеры полимеров, полученных эуими способами, опишите их свойства.

63. Рассмотрите особенности строения и свойств термопластичных и термореактивных полимеров. Приведите примеры таких полимерных материалов. Опишите их свойства и применение.

64. Приведите термомеханическую кривую аморфных полимеров. Опишите области кривой, соответствующие трем состояниям этих полимеров и температурные точки переходов из одного состояния в другое. В чем сущность высокоэластичной и пластической деформаций и каково их влияние на механические свойства полимеров?

65. Укажите, для каких полимеров характерно: стеклообразное состояние; высокоэластичное состояние; вязкотекучее состояние.

66. Рассмотрите условия образования кристаллических полимеров и основные формы их кристаллических структур. Как влияет кристалличность на физико-механические свойства полимеров? Приведите примеры кристаллических полимеров.

67. Рассмотрите факторы, влияющие на процесс старения полимеров, отношение к ним полимеров с различным химическим составом, строением и молекулярной массой. Предложите пути повышения устойчивости полимерных материалов к старению.

68. Почему упорядочение в расположении макромолекул полимера (например, в волокнистых пленках) приводит к его упрочнению? Чем объясняются релаксационные явления в полимерах при действии внешних напряжений?

69. Рассмотрите действие ионизирующих излучений на полимеры и сущность абляции полимерных материалов.

Пластмассы

Понятие о пластмассах. Основные сведения о составе, свойствах и классификации пластмасс. Термопластичные пластмассы: полиэтилен, полистирол, поливинилхлорид, фторопласт, акрилопласты, полиуретан, полиамиды, полисульфон, полиимида. Термореактивные пластмассы: порошковые, волокнистые, слоистые. Теплозвукоизолирующие пластмассы. Пенопласты. Пожароопасность и токсичность полимерных материалов. Меры безопасности.

Методические указания

При изучении материала данной темы следует обратить внимание на компонентный состав пластмасс и его влияние на физико-механические свойства. Необходимо знать свойства различных групп пластмасс и их применение. При этом надо помнить, что между физико-механическими свойствами, строением, химическим составом пластмасс и их токсичностью существует определенная связь.

Литература: [2, с. 395-421]; [3, с. 12-32].

Вопросы для самопроверки

70. Какова роль наполнителя в пластмассах? В чем причина повышения прочности пластмасс при введении в них наполнителя? На примере слоистых пластмасс покажите влияние наполнителя на физико-химические и механические свойства. Где нашли применение эти пластмассы?

71. Покажите влияние состава пресспорошковых и волокнистых пластмасс на их свойства. Где применяются эти пластмассы?

72. Как можно снизить $T_{ст}$ и $T_{тек}$ в полимерных материалах? Какова роль пластификатора в пластмассах из термопластичных и термореактивных смол? Какие свойства приобретает полимер при введении

пластификатора? Приведите пример пластмассы с пластификатором и дайте характеристику свойств этого материала.

73. Какие пластмассы, изготовленные на основе фенолформальдегидных смол вы знаете? Дайте им краткую характеристику. Как нолоачную смолу сделать терморективной?

74. Опишите акрилопласты, органическое стекло, какие физико-механические свойства и методы улучшения прочности и теплостойкости стекла? Применение в авиационной и машиностроении. Другие полимерные материалы для остекления.

75. Расскажите об основных видах получения, свойствах и применении пенопластов. Рассмотрите влияние природы связывающего на физико-механические свойства пенопластов.

76. Проведите сравнительный анализ механических и физико-химических свойств стеклотекстолита, СВМ и металлических сплавов Д-16, 30ХГСА. Сделайте вывод о возможном применении этих неметаллических материалов в авиационной.

77. Существует ли связь между химическим составом, строением и токсичностью веществ? Чем опасны токсичные вещества? Какие меры безопасности соблюдаются при работе с токсичными веществами?

78. Опишите антифрикционные пластмассы. Их состав, свойства, особенности и области применения.

79. Рассмотрите эпоксидные и кремнийорганические смолы, их состав, строение, свойства и применение.

Резиновые материалы

Отличительные особенности резин от других неметаллических материалов. Основные компоненты резиновых материалов и их влияние на свойства резиновых изделий.

Резины общего и специального назначения, их физико-химические свойства и применение в авиационной.

Методические указания

Изучая данную тему, необходимо усвоить, что физико-механические свойства и область применения резиновых материалов определяются природой каучука – главного компонента резиновых материалов. Необходимо знать, что подавляющее большинство резин получено на основе синтетических каучуков. Поэтому знание свойств, этих каучуков позволяет обоснованно определить область применения и методы эксплуатации изделий из них. Необходимо иметь представление о технологии при-

готовления резиновых смесей и изготовлении изделий из них.

Литература: [2, с. 432-443]; [3, с. 32-39].

Вопросы для самопроверки

80. В чем суаность процесса вулканизации каучуков? К каким изменениям приводит процесс вулканизации?

81. На конкретных примерах покажите влияние различных неполярных каучуков на свойства резин общего назначения. Где применяются такие резины?

82. Рассмотрите назначение различных компонентов резиновых смесей и их влияние на свойства резин.

83. Для каких резин используют полярные каучуки (СКН, тиokol, наирит)? Покажите влияние степени полярности молекул каучука на механические и физико-химические свойства резин,

84. Как получить термостойкую и светоозоностойкую резину? Какими они обладают свойствами? Покажите влияние радикалов на свойства СКТ?

85. С чем связано старение резин? Какие необратимые процессы развиваются в резинах при периодическом наложении нагрузки? Объясните причину появления гистерезисной петли для кривых зависимости деформации от напряжения при наложении и снятии нагрузки.

Лакокрасочные материалы

Виды лакокрасочных материалов, их характеристика. Состав лакокрасочных материалов, назначение каждого компонента.

Классификация лакокрасочных материалов по природе пленкообразующих веществ. Структура лакокрасочных покрытий. Основные требования, предъявляемые к лакокрасочным покрытиям в авиастроении.

Методические указания

Следует знать, что лакокрасочные материалы являются наиболее доступной и широко применяемой в машиностроении формой защиты изделий от влияния внешней среды. Необходимо усвоить принцип подбора компонентов для отдельных видов лакокрасочных материалов для получения необходимых физико-механических и технологических свойств покрытий. При этом необходимо помнить, что физико-механические свойства покрытий зависят также и от свойств окрашиваемых поверхностей. Следует обратить внимание на способы подготовки поверхности под окраску, методы нанесения на поверхность лакокрасочных материа-

лов и способы сушки. Рекомендуется особое внимание обратить на соблюдение техники безопасности.

Литература: [2, с. 451-455]; [3, с. 47-63].

Вопросы для самопроверки

86. Рассмотрите состав и назначение лаков, эмалей, грунтов и шпаклевок. Какие требования, предъявляются к лакокрасочным материалам?

87. Какие компоненты входят в состав лакокрасочных материалов? Какова их роль? Укажите их важнейшие характеристики, определяющие возможность применения в производстве лакокрасочных материалов. Перечислите основные лакокрасочные материалы,

88. Опишите масляные лакокрасочные материалы, их состав, свойства и область применения.

89. Рассмотрите лакокрасочные материалы на основе терморезистивных смол, их состав, свойства, марки. Сравните свойства покрытий на их основе. Перечислите перспективные лакокрасочные материалы.

90. Приведите состав и свойства смоляных термопластичных и органично-дисперсных лакокрасочных материалов. Сравните покрытия на их основе.

91. Как осуществляют выбор способа нанесения лакокрасочного материала и сушки лакокрасочных покрытий? Достоинства и недостатки каждого из них.

Клеи и герметики

Классификация клеев по ряду признаков. Смоляные и резиновые клеи и факторы, определяющие прочность клеевого соединения.

Классификация герметиков и требования, предъявляемые к ним. Смоляные и каучуковые герметики.

Методические указания

Изучая материал данной темы, необходимо знать, что клеи – это коллоидные растворы высокомолекулярных пленкообразующих веществ, способные при затвердевании образовывать прочные пленки в результате высоких адгезионных свойств. Необходимо также знать виды клеев, их состав, область применения, влияние свойств компонентов на качество клеев. Поскольку основным компонентом клеев является полимерная смола, то следует помнить, что клеи подвержены действию внешних факторов, изменяющих механические свойства клеевых соединений.

Изучая герметики, важно понять их адгезионные свойства, спо-

способность сохранять свои физико-механические свойства в условиях различных сред, температур и влажности, а также возможность их взаимодействия с соприкасающимися материалами.

Литература: [2, с. 444-451]; [3, с. 39-41].

Вопросы для самопроверки

92. Перечислите требования, предъявляемые к клеям, обеспечивающим прочность клеевого соединения. Состав клеящих материалов и назначение каждого компонента.

93. Рассмотрите характеристики клеев на основе фенол-формальдегидных смол, их марки, состав, свойства и применение.

94. Опишите универсальные клеи (Бф, полиуретановые и эпоксицидные). Сравните состав, свойства этих клеев. Марки. Влияние свойств компонентов на адгезионные свойства.

95. Рассмотрите теплостойкие клеи, их состав, марки, характеристика адгезионных и физико-механических свойств.

96. Опишите клеи с избирательной адгезией, их состав, марки, свойства. Перечислите методы склеивания резин с металлом.

97. Рассмотрите основные характеристики каучуковых герметиков, их состав, свойства, достоинства и недостатки, применение.

98. Опишите основные характеристики смоляных герметиков, их состав, свойства, достоинства и недостатки, применение.

Текстильные материалы

Текстильные материалы. Текстильные волокна, их классификация и свойства, виды текстильных изделий из них. Назначение и применение текстильных материалов в авиа- и машиностроении.

Методические указания

При изучении данной темы следует усвоить, что волокна бывают естественного и искусственного происхождения. Необходимо знать сырье для их получения и свойства волокон. Следует обратить внимание на виды пряжи, нитей и переплетения тканей и на основные показатели физико-механических свойств.

Литература: [3, с. 63-67].

Вопросы для самопроверки

99. Рассмотрите назначение, получение и свойства вискозного, стеклянного и синтетического волокон. В чем суть ориентационного упроч-

нения волокон?

100. Какими показателями характеризуют физико-механические свойства текстильных материалов? Опишите применение текстильных материалов в авиа- и машиностроении.

Неорганические материалы

Общие свойства неорганических материалов. Неорганическое стекло, состав, свойства и применение. Теплозвукоизоляционные стеклоалюмолокнистые материалы. Стеклокристаллические материалы (ситаллы). Керамические материалы.

Методические указания

При изучении данной темы необходимо усвоить состав, классификацию и физико-механические свойства неорганических материалов и область их применения.

Литература: [2, с. 463-472].

Вопросы для самопроверки

101. Рассмотрите влияние химического состава на структуру, физико-химические и механические свойства неорганических стекол. Проведите закалку и термохимическое упрочнение стекла.

102. Опишите состав, структуру, физико-механические свойства ситаллов и их применение. В чем причина ценных свойств ситаллов?

103. Из каких компонентов и фаз состоят керамические материалы? Как фазовый состав влияет на механические свойства керамики?

104. Рассмотрите оксидную керамику на основе Al_2O_3 , ZrO_2 , BeO , MgO и CaO . Опишите структуру, физико-механические свойства, особенности и недостатки этой керамики. Укажите область ее применения.

Композиционные материалы

Понятие о композиционных материалах, об их составе. Карбо-волокнуты. Бороволокнуты. Органоволокнуты. Металлы, армированные волокнами. Свойства и применение. Перспективы применения композиционных материалов в авиастроении.

Методические указания

При изучении композиционных материалов следует рассмотреть принципы получения и структуры композиционных материалов, их свойства и преимущества по сравнению с металлическими материалами и

пластмассами. Следует знать область применения их и иметь представление о перспективах внедрения композиционных материалов.

Литература: [1, с. 634-640]; [2, с. 422-431]; [5, с. 247-268].

Вопросы для самопроверки

105. Из каких компонентов состоят композиционные материалы? Как влияют состав компонентов, их количественное соотношение и прочность связи между ними на свойства композиционных материалов?

106. Рассмотрите дисперсно-упрочненные композиционные материалы. Спеченные, алюминиевые порошки (САП), их состав, структура, свойства и применение.

107. Опишите композиционные материалы на волокнистом основе. Сравните свойства стекла и карбоволоконитов.

108. Рассмотрите композиционные материалы на неметаллической основе (с полимерной матрицей) их преимущества и недостатки. Какие материалы применяются в качестве матриц и упрочнителей. Какие способы повышения прочности адгезионной связи и увеличения жесткости матрицы?

109. Опишите преимущества композиционных материалов на металлической основе. Как влияет природа упрочнителя на свойства материала с алюминиевой матрицей.

110. Опишите состав, особенности свойств боро- и органоволоконитов, их достоинства и недостатки. Укажите область применения этих материалов.