

Ка ф е д р а материаловедения и технологии художественных изделий

МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ

Рабочая программа

Факультет системного анализа и естественных наук

Направление 553000 – системный анализ и управление

Санкт-Петербург
2004

Утверждено редакционно-издательским советом университета

УДК 669.017(07)

МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ: Рабочая программа. - СПб.: СЗТУ, 2004,- 25 с.

Приведены рабочая программа по разделам курса «Материаловедение», вопросы для самопроверки, тематический план лекций, примерный перечень лабораторных работ, рекомендуемая литература. Рабочая программа курса разработана в соответствии с требованиями Государственных образовательных стандартов для студентов факультета системного анализа и естественных наук.

Рассмотрено и утверждено кафедрой материаловедения и технологии художественных изделий 9 февраля 2004 г.; одобрено методической комиссией факультета технологии веществ и материалов «__»_____ 2004 г.

Рецензенты: кафедра материаловедения и технологии художественных изделий СЗТУ (зав. кафедрой Е.И.Пряхин, д-р техн.наук, проф.);
А.Н.Ефимов, канд.техн.наук, доц. кафедры материаловедения Балтийского государственного технического университета («Военмех»).

Составитель: А.В.Сивенков, доц.

ПРЕДИСЛОВИЕ

Материаловедение - наука, изучающая строение и свойства материалов и закономерности изменения этих свойств под влиянием внешних воздействий (механических, химических и других, реализуемых в процессе производства, обработки и эксплуатации материалов).

Освоение этой дисциплины дает знания, позволяющие оценивать поведение материалов в условиях эксплуатации, правильно выбирать материал и технологию его обработки с целью получения заданной структуры и свойств, обеспечивающих высокую надежность и долговечность изделий.

Этим обусловлена важнейшая роль материаловедения в общетехнической подготовке инженеров различного профиля.

Данная рабочая программа отражает содержание основных разделов дисциплины “Материаловедение” и обеспечивает возможность самостоятельного изучения дисциплины студентами факультета системного анализа и естественных наук. Помощь в этом окажут вопросы для самопроверки.

1. РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

(Объем курса 70 часов)

ВВЕДЕНИЕ (1 час)

[1], с. 3...6, или [2], с. 4...5; [3], с. 9...32; [4], с. 13...20

Содержание и задачи курса. Его место в подготовке инженеров, специализирующихся в области конструирования, производства и эксплуатации машин, механизмов и оборудования различного назначения. Роль материалов в современной технике. Краткий исторический очерк развития материаловедения.

1.1. СТРОЕНИЕ И СВОЙСТВА МЕТАЛЛОВ (3 часа)

[1], с. 7...24, или [2], с. 7...67; [3], с. 9...32; [4], с. 20...40

Характер межатомной связи в металлах. Свойства металлов, определяемые металлическим типом связи. Кристаллическое строение металлов. Типы кристаллических решеток. Анизотропия свойств металлов. Основные несовершенства кристаллического строения и их влияние на свойства металлов. Прочность идеальных (бездефектных) и реальных кристаллических тел. Пути повышения прочности металлов.

Вопросы для самопроверки

1. В чем сущность металлической межатомной связи? Как сказывается характер межатомной связи на свойствах металлов?
2. Каковы особенности кристаллического строения тел по сравнению с аморфным строением? Перечислите основные типы кристаллических решеток металлов и дайте их характеристику.
3. Что такое анизотропия свойств металлов и в чем ее физическая сущность? Приведите практические примеры анизотропии свойств в металлах.
4. В чем отличие кристаллического строения реальных металлов от строения идеальной кристаллической решетки? Назовите виды несовершенств кристаллического строения металлов и дайте их краткую характеристику. Что такое дислокации? Как влияют несовершенства кристаллического строения на свойства металлов?
5. Почему прочность реальных металлов во много раз ниже теоретической прочности идеальных кристаллических тел? Каковы пути повышения прочности металлов?

1.2. КРИСТАЛЛИЗАЦИЯ МЕТАЛЛОВ (3 часа)

[1], с. 24...36 или [2], с. 68...86; [3], с. 38...53; [4], с. 40...47

Особенности жидкого состояния металлов. Энергетические условия и механизм процесса кристаллизации. Закономерности образования и роста кристаллов. Зависимость скорости кристаллизации от степени переохлаждения расплава. Аморфные металлы (металлические стекла). Влияние скорости охлаждения при кристаллизации на величину зерна в затвердевшем металле. Роль примесей. Сущность процесса модифицирования. Строение слитка.

Превращения в твердом состоянии. Аллотропия (полиморфизм). Полиморфные превращения в железе.

Вопросы для самопроверки

1. Дайте характеристику расплавленного состояния металлов с точки зрения особенностей взаимного расположения атомов.
2. Как происходит процесс кристаллизации металлов из расплавленного состояния? Как образуется зернистое строение металлов? Что такое дендриты и каков механизм образования дендритного строения металлов?
3. Какова энергетическая сущность процесса кристаллизации? Как объяснить процесс кристаллизации с позиций неравенства уровней свободной энергии металла в расплавленном и твердом состоянии?
4. Какова зависимость скорости зарождения и роста кристаллов от степени переохлаждения? Объясните на основе этой зависимости причину образования литых металлов с крупным и мелким зерном.

5. Каковы условия получения металлов в аморфном состоянии (металлических стекол)? В чем заключаются особенности строения и свойств таких материалов?

6. Какова роль твердых примесей при кристаллизации? Что такое модифицирование металла и какова физическая сущность этого процесса?

7. Объясните с точки зрения закономерностей кристаллизации металла особенности строения металлического слитка.

8. Что такое полиморфизм? Расскажите о полиморфных превращениях в железе. При каких температурах они совершаются?

1.3. ИЗМЕНЕНИЕ СТРУКТУРЫ И СВОЙСТВ МЕТАЛЛОВ ПРИ ПЛАСТИЧЕСКОЙ ДЕФОРМАЦИИ И РЕКРИСТАЛЛИЗАЦИИ (3 часа)

[1], с. 68...75, или [2], с. 122...140; [3], с. 55...62, 76...87; [4], с. 60...68

Упругая и пластическая деформации. Дислокационный механизм пластической деформации металлов.

Влияние пластической деформации на строение металла. Изменение механических и физических свойств металла в результате пластической деформации. Явление наклепа.

Изменение структуры и физико-механических свойств наклепанного металла при нагреве. Явления возврата и рекристаллизации. Порог рекристаллизации и влияние на него различных факторов. Холодная и горячая пластическая деформация металлов.

Вопросы для самопроверки

1. Каков механизм пластической деформации в металлах? Какое влияние оказывает пластическая деформация на структуру металла? Какие изменения претерпевают при этом зерна и блоки мозаичной структуры? Как изменяется количество дислокаций? Какие изменения претерпевает энергетическое состояние металла?

2. Как влияет пластическая деформация на физико-механические свойства металла? Что такое наклеп? Поясните, какова взаимосвязь между изменением свойств деформированного металла и изменением его строения.

3. Какое влияние оказывает повышение температуры на строение и свойства пластически деформированного металла? Поясните физическую сущность явлений возврата (отдыха) и рекристаллизации. Что такое рекристаллизация обработки и собирательная рекристаллизация? Дайте определение порога рекристаллизации.

4. Какова взаимосвязь между температурой плавления металла и

температурой порога рекристаллизации? Как влияет степень чистоты металла на температуру порога рекристаллизации? Какова взаимосвязь между температурой порога рекристаллизации и степенью предварительной пластической деформации?

5. Разъясните физическую сущность холодной и горячей пластической деформации. К каким видам пластической деформации следует отнести деформацию железа, меди, алюминия и свинца при температуре 300° С? То же при температуре 20°С? Каков верхний температурный предел холодной пластической деформации для железа? для свинца?

1.4. МЕТАЛЛИЧЕСКИЕ СПЛАВЫ, ДИАГРАММЫ СОСТОЯНИЯ (4 часов)

[1], с. 37...65, или [2], с. 87...99, 47...54; [3], с. 88...140; [4], с. 168...190

Понятия о системе, компоненте, фазе. Механические смеси. Химические соединения в сплавах. Твердые растворы и их разновидности.

Диаграммы состояния и их практическое значение. Правило фаз. Методы построения диаграмм состояния. Диаграммы состояния двойных сплавов, образующих механические смеси из чистых компонентов. Эвтектическое превращение. Правило отрезков. Диаграммы состояния двойных сплавов для случаев полной взаимной растворимости и ограниченной растворимости компонентов в твердом состоянии. Перитектическое превращение. Неравновесная кристаллизация. Ликвация в сплавах и ее разновидности.

Диаграммы состояния сплавов, образующих химические соединения, и сплавов, испытывающих полиморфные превращения. Определение с помощью диаграмм состояния температур плавления и затвердевания сплавов, химического состава фаз, относительного количества фаз и структурных составляющих. Связь между характером диаграмм состояния свойствами сплавов (закон Курнакова).

Вопросы для самопроверки

1. Дайте определение понятий системы, компонента, фазы. В чем различие понятий “двухфазный” и “двухкомпонентный” сплав?
2. Назовите важнейшие типы фаз, встречающихся в металлических сплавах.
3. Что такое твердые растворы, какие типы твердых растворов существуют? В чем особенность каждого типа?
4. В чем заключаются особенности химических соединений, встречающихся в металлических сплавах?

5. Что такое диаграммы состояния и в чем заключается их практическое значение? Перечислите и разъясните основные методы построения диаграмм состояния.

6. Начертите диаграмму состояния двойных сплавов, компоненты которых полностью нерастворимы в твердом состоянии. Рассмотрите процесс кристаллизации в доэвтектических, эвтектических и заэвтектических сплавах.

7. Начертите диаграмму состояния двойных сплавов, компоненты которых неограниченно растворимы в твердом состоянии. Укажите, каким фазам соответствует каждая область диаграммы. Определите в каком-либо сплаве состав фаз и количественное соотношение фаз при определенной температуре.

8. На примере диаграммы состояния для случая неограниченной взаимной растворимости компонентов в твердом состоянии рассмотрите и объясните сущность процесса дендритной ликвации.

9. На примере диаграммы состояния для случая полной нерастворимости компонентов в твердом состоянии рассмотрите и объясните сущность процесса ликвации по удельному весу.

10. В чем заключается процесс зональной ликвации в сплавах?

11. Начертите диаграмму состояния сплавов, компоненты которых имеют ограниченную растворимость в твердом состоянии, и рассмотрите процессы кристаллизации сплавов различного состава.

12. Начертите диаграмму состояния сплавов, компоненты которых образуют химические соединения, и рассмотрите процессы кристаллизации сплавов различного состава.

13. Начертите диаграмму состояния сплавов, компоненты которых испытывают полиморфные превращения, и рассмотрите процессы кристаллизации сплавов различного состава.

14. Какова взаимосвязь между характером диаграмм состояния и физико-механическими свойствами сплавов? Начертите схематические диаграммы, поясняющие эту взаимосвязь.

1.5. МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА И КОНСТРУКЦИОННАЯ

ПРОЧНОСТЬ МЕТАЛЛОВ И СПЛАВОВ (3 часа)

[1], с. 75...80, 87...117, или [2], с. 47...60, 222...236; [3], с. 70...75;

[4], с. 69...143

Понятие конструкционной прочности материалов. Характеристики, определяющие конструкционную прочность - прочность, надежность и долговечность. Основные критерии оценки прочности, надежности и долговечности материалов. Пути повышения конструкционной прочности металлических изделий.

Вопросы для самопроверки

1. Что такое конструкционная прочность? Какими характеристиками она определяется?
2. Охарактеризуйте такие критерии прочности, как предел прочности (временное сопротивление), предел текучести, твердость. Каковы методы определения этих характеристик? Что такое жесткость металла? Как она оценивается?
3. Что такое надежность? Дайте характеристику таких параметров надежности, как трещиностойкость, ударная вязкость, критическая температура хрупкости (температурный порог хладноломкости). Какими методами оцениваются эти параметры?
4. Что такое долговечность материала? Раскройте смысл понятий долговечности и работоспособности изделий. Каковы типичные причины потери работоспособности металлических изделий и основные критерии долговечности?
5. Каким свойством характеризуется долговечность металлических изделий при циклических нагрузках? Дайте определение понятий “усталость”, “выносливость”, “предел выносливости”. Какова методика оценки предела выносливости?
6. Что такое износостойкость? Какова ее роль в обеспечении долговечности материала? В чем состоит процесс изнашивания? Раскройте смысл основных характеристик процесса изнашивания (абсолютный и относительный износ, скорость и интенсивность изнашивания). Нарисуйте график зависимости износа от времени изнашивания. Охарактеризуйте стадии приработки, нормального и катастрофического износа. Каковы характерные черты различных видов механического, коррозионно-механического и электроэрозионного изнашивания? Назовите распространенные методы повышения износостойкости металлических изделий.
7. Каковы пути повышения конструкционной прочности материалов?

1.6. ЖЕЛЕЗОУГЛЕРОДИСТЫЕ СПЛАВЫ (6 часов)

[1], с. 118...134, 144...155, или [2], с. 99...110, 237...302; [3], с. 142...198;
[4], с. 194...210, 224...233

Свойства железа, углерода и цементита. Основные фазы, присутствующие в железоуглеродистых сплавах в равновесном состоянии. Аустенит, феррит, цементит, графит. Диаграмма состояния железо - цементит. Превращения в железоуглеродистых сплавах различного состава при медленном охлаждении. Структурные составляющие в железоуглеродистых сплавах. Классификация железоуглеродистых сплавов. Техническое железо. Сталь. Белый чугун.

Углеродистые стали. Возможные примеси в сталях и их влияние на свойства. Зависимость свойств сталей от содержания углерода. Классифи-

кация и маркировка углеродистых сталей по ГОСТ. Углеродистые стали обыкновенного качества и качественные. Автоматные стали.

Чугуны. Условия образования метастабильной системы (железо – цементит) и стабильной системы (железо - графит). Влияние скорости охлаждения и примесей на процесс графитизации. Классификация чугунов по форме графита и строению металлической основы. Серые чугуны. Модифицирование чугунов. Высокопрочный чугун, его структура и свойства. Ковкий чугун, его структура и условия получения. Маркировка чугунов по ГОСТ.

Применение углеродистых сталей и чугунов в машино- и приборостроении.

Вопросы для самопроверки

1. Дайте характеристику фаз, присутствующих в железоуглеродистых сплавах. Что представляют собой феррит, аустенит, цементит, графит? Каковы механические свойства этих фаз?

2. Начертите по памяти диаграмму состояния железо-цементит с сохранением принятых буквенных обозначений и указанием всех характерных температур и концентраций. Обозначьте на диаграмме все фазы и структурные составляющие, присутствующие в каждой области, и укажите, какому превращению при нагреве и охлаждении соответствует каждая линия диаграммы.

3. Как классифицируются железоуглеродистые сплавы по составу и структуре? Какую структуру имеют доэвтектоидные, эвтектоидные и заэвтектоидные стали? Какую структуру имеют доэвтекктические, эвтекктические и заэвтекктические чугуны? Какие пределы концентрации углерода свойственны каждой группе перечисленных сплавов?

4. Перечислите постоянные примеси, входящие в состав железоуглеродистых сплавов, и укажите источники их поступления. Какое влияние оказывают эти примеси на свойства железоуглеродистых сплавов? Какова зависимость механических свойств железоуглеродистых сплавов от содержания в них углерода?

5. Как классифицируются углеродистые стали и как они маркируются по ГОСТ?

6. Каковы области применения углеродистых сталей общего назначения?

7. В чем заключаются особенности состава автоматных сталей и как он влияет на обрабатываемость резанием?

8. В чем заключается различие стабильной и метастабильной диаграмм состояния железоуглеродистых сплавов? Каковы условия кристаллизации сплавов, описываемых диаграммой каждого типа?

9. Какую структуру имеют серые чугуны в зависимости от типа металлической основы? Назовите условия получения серых чугунов. Как маркируются серые чугуны по ГОСТ?

10. Какую структуру имеют высокопрочные чугуны? Каковы условия их получения и чем объясняются их повышенные механические свойства?

Как маркируются высокопрочные чугуны по ГОСТ?

11. Как получают ковкие чугуны? Какие виды ковкого чугуна существуют в зависимости от металлической основы? Чем объясняются повышенные механические свойства ковких чугунов и как они маркируются по ГОСТ?

12. Приведите примеры использования рассмотренных видов серых чугунов.

1.7. ТЕОРИЯ ТЕРМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ СТАЛИ (6 часов)

[1], с. 156...190, или [2], с. 142...174; [3], с. 199...255; [4], с. 236...260

Сущность, назначение и основные виды термической обработки стали.

Превращения в стали при нагреве. Образование аустенита. Рост аустенитного зерна. Влияние величины зерна на свойства стали.

Превращения в стали при охлаждении. Кинетика превращения переохлажденного аустенита. Диаграмма изотермического превращения аустенита (С-образная диаграмма). Структура и свойства продуктов превращения аустенита - перлита, сорбита, троостита, бейнита.

Мартенситное превращение аустенита и его особенности. Критическая скорость заковки. Структура и свойства мартенсита.

Остаточный аустенит, причины его сохранения при заковке.

Превращения в закаленной стали при отпуске. Изменение структуры и свойств закаленной стали в процессе отпуска. Отличие структур, образуемых в результате отпуска закаленной стали, от аналогичных структур, образуемых при заковке.

Термомеханическая обработка стали и ее разновидности. Структурные изменения, совершающиеся в стали при термомеханической обработке.

Вопросы для самопроверки

1. В чем заключается термическая обработка стали и каково ее назначение?

2. Какие превращения совершаются в сталях с различным содержанием углерода при нагреве? Каков механизм образования аустенита из феррито-цементитной смеси?

3. Какова физическая природа роста аустенитного зерна при нагреве? В чем практическое значение величины зерна стали? Что такое перегрев и перегой?

4. Как изменяется скорость превращения аустенита в феррито-цементитную смесь в зависимости от степени переохлаждения аустенита? Начертите диаграмму изотермического превращения переохлажденного аустенита эвтектоидной стали и разъясните смысл всех линий и областей на диаграмме.

5. Покажите с помощью диаграммы превращения переохлажденного аустенита, как изменяются структура и свойства стали в зависимости от скорости охлаждения стали из аустенитного состояния. В чем различие перлита, сорбита, троостита и бейнита?

6. В чем заключается мартенситное превращение аустенита, каковы условия развития этого превращения? Каковы структура и свойства мартенсита?

7. Каковы причины сохранения остаточного аустенита при закалке?

8. Какие превращения совершаются в закаленной стали при отпуске? Как изменяются свойства стали при отпуске?

9. В чем отличие структуры стали, получаемой в результате закалки от аналогичной структуры, получаемой при отпуске (например, чем отличается сорбит закалки от сорбита отпуска)? Как это различие сказывается на свойствах стали?

10. Как осуществляется термомеханическая обработка конструкционной стали и каковы ее преимущества перед обычной термической обработкой? Назовите разновидности термомеханической обработки. В чем особенности каждой из них?

1.8. ТЕХНОЛОГИЯ ТЕРМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ СТАЛИ (3 часа)

[1], с. 191...227, или [2], с. 174...195; [3], с. 256...283; [4], с. 260...278

Основные виды термической обработки стали - отжиг, нормализация, закалка, отпуск.

Отжиг стали. Полный и неполный отжиг. Изотермический отжиг. Диффузионный отжиг (гомогенизация). Отжиг на зернистый перлит (сфероидизация). Рекристаллизационный отжиг. Нормализация. Структура и свойства стали после отжига и нормализации.

Закалка стали. Выбор температуры нагрева. Условия нагрева изделий при термической обработке. Охлаждающие среды при закалке. Прокаливаемость и ее влияние на свойства закаленной стали. Факторы, влияющие на прокаливаемость. Дефекты закаленной стали и меры их предупреждения. Виды закалки (обычная, прерывистая, ступенчатая, изотермическая) и их особенности. Методы поверхностной закалки: закалка с индукционным и газопламенным нагревом и с использованием высококонцентрированных источников энергии (закалка с лазерным и электронно-лучевым нагревом).

Отпуск закаленной стали. Виды отпуска: низкий, средний, высокий. Структура и свойства стали после различных видов отпуска. Примеры применения упрочняющей термической обработки стальных изделий в различных отраслях машиностроения.

Вопросы для самопроверки

1. Каково назначение отжига стали? Какие существуют виды отжига и в чем их различие? Что такое нормализация стали, в чем ее отличие от отжига и каково назначение?
2. Как выбрать температуру нагрева при закалке изделий из доэвтектоидной, эвтектоидной и заэвтектоидной стали?
3. Что такое прокаливаемость стали и какие факторы на нее влияют? Почему важна высокая прокаливаемость?
4. Перечислите дефекты, возникающие в стальных изделиях при закалке. Как уменьшить опасность их возникновения?
5. Перечислите важнейшие виды закалки. В чем преимущества и недостатки каждого вида?
6. Для чего применяется поверхностная закалка стальных изделий? Назовите важнейшие методы поверхностной закалки и расскажите о способах их осуществления.
7. Каковы физические основы поверхностной закалки с индукционным нагревом током высокой частоты? Как изменяется структура по сечению закаленного металлического изделия в зависимости от параметров индукционного нагрева? Приведите типичные примеры использования данного вида закалки.
8. Как осуществляется закалка с газопламенным нагревом? В каких случаях ее обычно применяют?
9. Как влияет лазерный нагрев различной мощности на структуру металла? Для каких изделий рекомендуется закалка с лазерным нагревом?
10. Какова цель обработки стали холодом? Расскажите о способе осуществления этой операции и разъясните физическую сущность.
11. Каково назначение отпуска закаленной стали? Какие виды отпуска существуют и в каких случаях они применяются?

1.9. ХИМИКО-ТЕРМИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА СТАЛИ И ДРУГИЕ МЕТОДЫ ПОЛУЧЕНИЯ ИЗНОСОСТОЙКИХ ПОКРЫТИЙ (4 часов)

[1], с. 228...249, или [2], с. 196...220; [3], с. 284...302; [4], с. 278...284

Физические основы химико-термической обработки.

Цементация, ее назначение и способы осуществления. Структура стали после цементации. Термическая обработка цементованных изделий.

Азотирование, его назначение и способы осуществления. Сталь для азотирования. Цианирование стали, его назначение и способы осуществления. Борирование и диффузионное насыщение стали металлами.

Современные методы получения твердых износостойких покрытий. Химическое осаждение покрытий из газовой фазы. Плазменное и вакуумное ионно-плазменное нанесение покрытий.

Вопросы для самопроверки

1. В чем принципиальное различие химико-термической и термической обработки?
2. Что такое цементация? Какова ее цель? Какие стали и изделия обычно подвергают цементации? Какая термическая обработка применяется после цементации, какова ее цель? Каковы структура и свойства стали после цементации? Какие существуют способы цементации, в чем их суть?
3. Что такое азотирование, какова его цель? Какие стали и изделия подвергают обычно азотированию? Перечислите последовательные операции принципиальной технологии изготовления (обработки) азотированных изделий. Изложите сущность основных способов азотирования.
4. В чем суть цианирования? Как оно осуществляется? Какие свойства приобретает сталь после цианирования? Каковы преимущества и недостатки этого метода по сравнению с цементацией и азотированием?
5. В чем заключается борирование? Каковы способы его осуществления? Каковы свойства борированной стали? В каких случаях целесообразно применять этот метод химико-термической обработки?
6. Перечислите распространенные способы диффузионного насыщения стали металлами. Каковы характерные свойства изделий после насыщения их поверхности различными металлами? Приведите примеры использования этих видов обработки.
7. Назовите современные методы получения износостойких покрытий помимо традиционной химико-термической обработки. Каковы основные достоинства этих методов. Каковы свойства изделий с такими покрытиями?
8. Какой принцип плазменного нанесения покрытий? Каковы главные области применения этой технологии?
9. В чем суть процесса химического осаждения покрытия из газовой фазы? Какие покрытия обычно осаждают? Каковы свойства изделий с такими покрытиями?
10. В чем суть процесса вакуумного ионно-плазменного напыления покрытий? Какими способами оно осуществляется? Какие изделия обрабатывают преимущественно этим методом? Как в результате изменяется их износостойкость?

1.10. ВЛИЯНИЕ ЛЕГИРУЮЩИХ ЭЛЕМЕНТОВ НА СВОЙСТВА СТАЛИ И НА ПРОЦЕССЫ ФАЗОВЫХ ПРЕВРАЩЕНИЙ (2 часа)

[1], с. 134...143, 259...312 или [2], с. 110...117, 250...282; [3], с. 307...322;

[4], с. 210...224

Цели легирования стали. Наиболее распространенные легирующие элементы. Влияние легирующих элементов на полиморфные превращения в железе и свойства феррита. Взаимодействие легирующих элементов с

углеродом. Влияние легирующих элементов на превращение переохлажденного аустенита и прокаливаемость стали, на мартенситное превращение и количество остаточного аустенита, на склонность стали к росту зерна и процессы отпуска закаленной стали. Технологические особенности термической обработки легированной стали.

Классификация легированных сталей по структуре, составу, назначению. Маркировка легированных сталей по ГОСТ.

Вопросы для самопроверки

1. Как влияют различные элементы на положение критических точек железа? В частности, каково влияние никеля, хрома, молибдена, марганца, кремния, вольфрама, ванадия, титана?

2. Какие легирующие элементы значительно повышают прочность феррита, не снижая вместе с тем его пластичности?

3. Как подразделяются легирующие элементы в стали по своему взаимодействию с углеродом? Назовите важнейшие карбидообразующие элементы, расположив их в ряд по убыванию прочности образуемых карбидов. Приведите примеры наиболее распространенных некарбидообразующих элементов.

4. Перечислите легирующие элементы, наиболее значительно повышающие устойчивость переохлажденного аустенита. В чем практическая ценность таких элементов?

5. Какое влияние оказывают легирующие элементы на положение мартенситной точки? Объясните взаимосвязь между этим влиянием и количеством остаточного аустенита в закаленной стали.

6. Назовите элементы, резко понижающие склонность к росту зерна аустенита при нагреве. Объясните механизм действия этих элементов.

7. В чем заключается положительное воздействие легирующих элементов на процессы отпуска закаленных сталей?

8. Как классифицируются легированные стали по назначению?

9. Каковы принципы маркировки легированных сталей? Выпишите из учебника несколько марок легированных сталей и определите по ним их состав. Расшифруйте состав следующих марок стали: 30ХМЮА, 4Х9С2, 18Х2Н4ВА, ХГЗСВ.

1.11. КОНСТРУКЦИОННЫЕ СТАЛИ (4 часов)

[1], с. 252...290 или [2], с. 222...282; [3], с. 322...354; [4], с. 303...320

Требования к конструкционным сталям. Преимущества легированной конструкционной стали перед нелегированной. Роль легирующих элементов. Отпускная хрупкость конструкционных сталей и способы ее предотвращения. Свариваемость стали. Строительные стали.

Цементуемые, улучшаемые и высокопрочные конструкционные стали; их назначение, свойства, составы, режимы термической обработки. Примеры конструкционных сталей каждого типа.

Пружинные стали; шарикоподшипниковые стали; их свойства, режимы термической обработки.

Выбор марки конструкционной стали в зависимости от назначения изделий, их размеров и условий нагружения.

Вопросы для самопроверки

1. Каковы основные требования, предъявляемые к конструкционным сталям?
2. Чем различаются механические свойства легированных и нелегированных конструкционных сталей? Какие элементы наиболее часто применяются для легирования конструкционных сталей? Какова роль этих элементов?
3. В чем заключается природа отпускной хрупкости конструкционных сталей? Каковы способы ее устранения?
4. На какие группы по назначению подразделяются легированные конструкционные стали?
5. Для каких условий работы применяются цементуемые стали? Приведите две-три марки цементуемых сталей, назначьте режимы их цементации и последующей термической обработки.
6. Для каких условий работы применяются улучшаемые стали? Что такое улучшение? Приведите две-три марки улучшаемых сталей и назначьте режимы их термической обработки.
7. Каковы способы создания высокопрочных конструкционных сталей?
8. Какие факторы влияют на свариваемость стали?
9. Перечислите требования к строительным сталям. Какими элементами они легируются?
10. Перечислите требования к пружинным сталям, приведите две-три марки этих сталей и назначьте режимы термической обработки.
11. Каков состав шарикоподшипниковых сталей? Объясните назначение термической обработки этих сталей.

1.12. ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫЕ СТАЛИ И

ТВЕРДЫЕ СПЛАВЫ (4 часов)

[1], с. 349...366 или [2], с. 608...629, [3], с. 355...382; [4], с. 320...336

Классификация инструментальных сталей по назначению. Стали для режущего и измерительного инструмента, их термическая обработка. Назначение отдельных легирующих элементов. Быстрорежущие стали, их состав, структура и свойства. Природа их красностойкости. Термическая обработка быстрорежущих сталей.

Стали для штампов холодной и горячей штамповки. Требования, предъявляемые к ним, и режимы термической обработки. Назначение легирующих элементов. Выбор сталей для штампов различного назначения, размеров и условий работы.

Литые и металлокерамические твердые сплавы, их свойства, назначение и способы изготовления. Наиболее распространенные марки литых и металлокерамических твердых сплавов.

Вопросы для самопроверки

1. На какие группы по назначению подразделяются инструментальные стали?

2. Какие требования предъявляются к сталям для режущего инструмента? Какие элементы наиболее часто входят в их состав и какой термической обработке они подвергаются? Дайте обоснование применяемым режимам термической обработки и объясните роль легирующих элементов.

3. Дайте характеристику быстрорежущих сталей. Объясните, благодаря чему достигается высокая красностойкость этих сталей. Дайте обоснование применяемому режиму термической обработки.

4. Какие требования предъявляются к сталям для измерительного инструмента. За счет чего реализуются эти требования?

5. Как классифицируются штамповые стали, какие требования к ним предъявляются? Дайте обоснование применяемым режимам термической обработки и объясните роль легирующих элементов. Приведите две-три марки штамповых сталей.

6. Что такое твердые сплавы, каково их назначение и свойства, какими способами они производятся? Приведите две-три марки твердых сплавов и расшифруйте их состав.

1.13. СТАЛИ И СПЛАВЫ С ОСОБЫМИ

ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИМИ СВОЙСТВАМИ (4 часов)

[1], с. 290...312, 367...376 или

[2], с. 326...348, 470...607; [3], с. 382...434, 453...477; [4], с. 336...447

Окалиностойкие и жаропрочные стали и сплавы. Особенности поведения материалов при повышенных температурах. Окалиностойкость и ее природа. Примеры окалиностойких сталей. Характеристики жаропрочности (пределы ползучести и длительной прочности). Классификация, состав, термическая обработка и температурные пределы применения жаропрочных сталей и сплавов.

Нержавеющие стали и их классификация. Природа коррозионной стойкости нержавеющих сталей, области их применения, термическая об-

работка. Примеры марок сталей каждого класса. Межкристаллитная коррозия нержавеющей сталей и способы ее предотвращения.

Износостойкие стали, их состав, термическая обработка, свойства и области применения. Природа повышенной износостойкости.

Сплавы с особенностями теплового расширения, их состав, свойства и наиболее распространенные марки.

Магнитные стали и сплавы, их классификация. Магнитомягкие и магнитотвердые стали и сплавы. Требования, предъявляемые к ним. Выбор магнитомягких и магнитотвердых материалов для изделий различного назначения. Немагнитные стали и чугуны.

Сплавы с особенностями электрического сопротивления. Проводниковые материалы, реостатные сплавы, сплавы для нагревательных элементов, их состав, свойства и наиболее распространенные марки.

Вопросы для самопроверки

1. Приведите примеры окалиностойких сталей. Какие легирующие элементы обеспечивают высокую окалиностойкость и какова природа воздействия этих элементов?

2. Какие характеристики являются определяющими в жаропрочных сталях? Какие классы жаропрочных сталей существуют? Каков их состав, структура и температурные пределы применения? Дайте характеристику жаропрочных сплавов на никелевой основе.

3. Чем обеспечивается высокое сопротивление коррозии нержавеющей сталей? Какие классы нержавеющей сталей существуют, каков их состав, структура и область применения?

4. Чем обеспечивается высокое сопротивление износу в износостойких сталях аустенитного и перлитного классов?

5. Дайте характеристику сплавов с особенностями теплового расширения. Каковы области применения этих сплавов?

6. Какая характеристика является определяющей в магнитомягких сплавах? Как достигаются оптимальные значения этой характеристики? Приведите примеры магнитомягких сплавов.

7. Какая характеристика является определяющей в магнитотвердых сплавах и как достигаются оптимальные значения этой характеристики? Приведите примеры магнитотвердых сплавов.

8. Приведите примеры немагнитных сталей и чугунов. Что лежит в основе получения таких материалов?

9. Каким путем обеспечивается высокая электропроводность в проводниковых материалах? Назовите наиболее распространенные проводниковые материалы и дайте их характеристику.

10. Перечислите наиболее распространенные реостатные сплавы. Чем объясняется высокое электрическое сопротивление этих сплавов?

11. Назовите наиболее распространенные сплавы для нагревательных элементов. Каковы температурные пределы их применения?

1.14. СПЛАВЫ НА ОСНОВЕ АЛЮМИНИЯ И МАГНИЯ (3 часов)

[1], с. 384...406 или [2] с. 357...382; [3], с. 479...508; [4], с. 476...490

Свойства и применение алюминия. Основы теории термической обработки алюминиевых сплавов. Связь между диаграммами состояния алюминиевых сплавов и их технологическими свойствами. Литейные и деформируемые сплавы. Сплавы, упрочняемые и не упрочняемые термической обработкой.

Дуралюмин и другие деформируемые алюминиевые сплавы, упрочняемые термической обработкой. Их состав, термическая обработка, области применения, маркировка. Наиболее распространенные марки деформируемых алюминиевых сплавов, упрочняемых термической обработкой.

Силумин и другие литейные алюминиевые сплавы: требования к ним. Повышение свойств литейных алюминиевых сплавов путем модифицирования.

Жаропрочные алюминиевые сплавы. Спеченные алюминиевые сплавы (САС, САП).

Применение алюминиевых сплавов в машино- и приборостроении.

Важнейшие сплавы на основе магния, их маркировка, состав, свойства и области применения.

Вопросы для самопроверки

1. Опишите характерные свойства алюминия. Как классифицируются сплавы на основе алюминия?

2. С помощью диаграммы состояния алюминий-медь объясните, как происходит упрочнение дуралюмина при термической обработке. Приведите состав, свойства и области применения различных деформируемых алюминиевых сплавов, упрочняемых термической обработкой.

3. Перечислите деформируемые алюминиевые сплавы, не упрочняемые термической обработкой. Каковы их свойства и области применения?

4. Дайте характеристику литейных алюминиевых сплавов. Каковы их свойства и области применения? Как влияет модифицирование на структуру и механические свойства некоторых сплавов этой группы?

5. На какие группы подразделяются сплавы на основе магния? Каковы особенности термической обработки этих сплавов? Перечислите состав, свойства и области применения распространенных магниевых сплавов различного назначения.

1.15. СПЛАВЫ НА ОСНОВЕ МЕДИ (2 часа)

[1], с. 406...417 или [2], с. 302...318; [3], с. 509...523; [4], с. 503...520

Свойства и применение технической меди. Сплавы на основе меди. Латунь; изменение их структуры и механических свойств в зависимости от содержания цинка. Классификация латуней по составу, структуре и технологическим свойствам. Маркировка латуней. Свойства и применение латуней различных марок.

Влияние содержания олова на структуру и свойства оловянных бронз. Классификация бронз по технологическим свойствам. Состав, свойства и области применения оловянных и безоловянных (алюминиевых, бериллиевых) бронз. Маркировка обрабатываемых давлением и литейных бронз.

Вопросы для самопроверки

1. Как изменяются структура и механические свойства латуней и зависимости от содержания цинка?
2. Приведите несколько марок двойных и специальных латуней, дайте характеристику их состава и свойств, назовите области применения.
3. Как изменяются структура и механические свойства оловянных бронз в зависимости от содержания олова?
4. Приведите две-три марки бронз и дайте характеристику их состава и свойств, перечислите области применения.
5. Какой термической обработке подвергается бериллиевая бронза? С помощью диаграммы состояния системы медь - бериллий дайте обоснование применяемому режиму термической обработки.

1.16. ПОДШИПНИКОВЫЕ СПЛАВЫ И ПРИПОИ (1 часа)

[1], с. 418...422 или [2], с. 326...337, 341...347, 577...579; [3], с. 524...532; [4], с. 313...314, 519...520

Требования к подшипниковым сплавам. Особенности их структуры. Баббиты, их состав, структура, свойства и наиболее распространенные марки. Антифрикционные бронзы и чугуны.

Порошковые (металлокерамические) антифрикционные материалы.

Классификация, состав и применение припоев. Свойства и назначение мягких и твердых припоев.

Вопросы для самопроверки

1. Какие требования предъявляются к подшипниковым сплавам? Какими особенностями должна обладать структура сплава, чтобы удовлетворять этим требованиям?
2. Перечислите наиболее распространенные подшипниковые сплавы. Дайте характеристику их структуры и свойств. Приведите области их применения.
3. Как классифицируются припои? Приведите марки припоев каждого класса. Каковы их физико-механические свойства и назначение?

1.17. КОМПОЗИЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ, РЕЗИНА, ПЛАСТМАССА (3 часа)

[1], с. 422...427, 449...474, 482...494 или [2], с. 382...395, 399...405, 434...469; [4], с. 577...597, 639...654

Виды композиционных материалов, их классификация, строение и свойства, преимущества и недостатки. Композиционные материалы с металлической матрицей.

Общая характеристика пластмасс. Термопластичные пластмассы (термопласты). Термореактивные пластмассы (реактопласты).

Резины.

Вопросы для самопроверки

1. Какие материалы называют композиционными? В чем заключается особенность их строения?
2. На чем основана классификация композиционных материалов?
3. Какие требования предъявляются к компонентам композиционных материалов?
4. От каких факторов зависят механические свойства (в частности, прочность) композиционных материалов?
5. Какие компоненты используют обычно для металлических композиционных материалов?
6. Каковы преимущества металлических композиционных материалов по сравнению с обычным металлом? Чем они обусловлены?
7. Какова номенклатура изделий, изготавливаемых из металлических композиционных материалов?
8. Какие компоненты используют для пластмасс?
9. Какие полимеры применяются для термопластов и реактопластов?
10. Какие материалы называют резинами?
11. Основные типы резин и виды каучуков?

1.18. ОСНОВЫ РАЦИОНАЛЬНОГО ВЫБОРА МАТЕРИАЛОВ И МЕТОДОВ УПРОЧНЕНИЯ ДЕТАЛЕЙ МАШИН (3 часа)

[1], с. 313...348 или [2], с. 47...48, 221...236, 273...282. 326...334;

[4], с. 680...693

Факторы, определяющие работоспособность изделий различного назначения. Виды повреждений изделий в зависимости от условий их эксплуатации. Эксплуатационные, технологические и экономические требования к промышленным материалам. Выбор материалов и методов упрочнения изделий в зависимости от основных видов отказов при эксплуатации. Сравнительный анализ экономической эффективности материалов и технологий изготовления изделий из них.

Вопросы для самопроверки

1. От каких факторов зависит работоспособность изделий (деталей машин, конструкций, инструмента)?
2. Назовите основные причины отказа изделий в процессе эксплуатации.
3. Каким требованиям должны удовлетворять материалы для предотвращения: а) деформации; б) хрупкого; в) усталостного разрушения; г) поверхностного износа изделий?
Какие виды упрочняющей обработки следует применять в этих случаях?
4. Какими критериями характеризуются эксплуатационные, технологические и экономические требования, предъявляемые к материалам различного назначения?

ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН ЛЕКЦИЙ ДЛЯ СТУДЕНТОВ
ОЧНО-ЗАОЧНОЙ ФОРМЫ ОБУЧЕНИЯ (24 часа)

Темы лекций	Объём, ч
1. Кристаллическое строение и свойства металлов. Дефекты кристаллической решетки и их влияние на свойства (прочность) металлов, пути повышения прочности металлов.	2
2. Строение металлических сплавов; типы кристаллических фаз, образующихся при сплавлении компонентов. Диаграммы состояния двойных сплавов, их анализ (формирование структур сплавов различного химического состава). Практическое значение диаграмм состояния.	4
3. Структура и свойства железоуглеродистых сплавов в равновесном состоянии. Диаграмма состояния железо-цементит.	2
4. Классификация железоуглеродистых сплавов. Зависимость механических свойств углеродистых сталей от содержания углерода; их классификация и маркировка.	4
5. Влияние термической обработки на структуру и свойства стали. Теория и технология основных видов термической обработки стали (отжиг, закалка, отпуск).	4
6. Влияние легирующих элементов на структуру и свойства сталей. Классификация и маркировка легированных сталей. Состав, свойства, режимы термической обработки легированных сталей и сплавов различного назначения (конструкционных, инструментальных, с особыми физико-механическими свойствами).	2
7. Химико-термическая обработка сталей: цементация, азотирование, цианирование, борирование и диффузионное насыщение стали металлами.	2
8. Сплавы на основе меди, алюминия, магния, титана.	2
9. Электротехнические материалы, резина, пластмассы.	2

ТЕМЫ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ (8 часов)

Темы лабораторных работ	Объём, ч
1. Изучение структуры металлов и сплавов методами макро-скопического и микроскопического анализов.	1
2. Структура и свойства углеродистых сталей и белых чугунов в равновесном состоянии. Структура и свойства серых чугунов.	3
3. Термическая обработка (закалка и отпуск) углеродистых сталей.	3
4. Структура и свойства сплавов на основе алюминия, меди.	1

ЛИТЕРАТУРА

Основная:

1. Л а х т и н Ю. М., Л е о н т ь е в а В. П. Материаловедение. - М.: Машиностроение, 1990. - 528 с.
2. Материаловедение/ Под общ. ред. Б. Н. Арзамасова. - М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э.Баумана, 2002. - 648 с.
3. Гуляев А. П. Металловедение. - М.: Металлургия, 1986. – 544 с.
4. Солнцев Ю.П., Пряхин Е.И., Войткун Ф. Материаловедение. - Пб.: Химиздат, 2002. - 696 с.
5. Материаловедение: методические указания к выполнению лабораторных работ. - СПб.: СЗПИ, 2000. - 68 с.

Дополнительная:

6. Г е л л е р Ю. Л., Р а х ш т а д т А. Г. Материаловедение.-М.: Металлургия, 1989
7. Ш а д р и ч е в Е. В. Строение и свойства металлических сплавов. - Л.: СЗПИ, 1991. - 78 с. - 456 с.
8. Б р у к Б. И. Закономерности формирования структуры и свойств кристаллических материалов. - Л.: Изд-во СЗПИ, 1984. - 78 с.
9. Ч е р н е ц о в В. И. Материаловедение и обработка конструкционных материалов. - Л.: . Изд-во СЗПИ, 1988. - 88 с.
10. Марочник сталей и сплавов / В. Г. Сорокин, А. В. Волосникова, С. А. Вяткин и др.; Под общ. ред. В. Г. Сорокина. - М.: Машиностроение, 1989. – 640 с.

11. Журавлев В. Н., Николаева О. И. Машиностроительные стали: Справочник. – М.: Машиностроение, 1981. – 391 с.

12. Машиностроительные материалы; Краткий справочник / В. М. Раскатов, В. С. Чуенков, Н. Ф. Бессонова, Д. А. Вейс. – М.: Машиностроение, 1980. – 511 с.

13. Композиционные материалы: Справочник / Под общ. ред. В. В. Васильева, Ю.М. Тарнопольского. – М.: Машиностроение, 1990. – 512 с.

14. Термическая обработка в машиностроении: Справочник / Под ред. Ю.М. Лахтина, А. Г. Рахштадта. – М.: Машиностроение, 1980. – 783 с.

15. Полевой С. Н., Евдокимов В. Д. Упрочнение металлов. – М.: Машиностроение, 1986: 320 с.

СОДЕРЖАНИЕ

Предисловие.....	3
1. Рабочая программа. Введение.....	3
1.1. Строение и свойства металлов.....	3
1.2. Кристаллизация металлов.....	4
1.3. Изменение структуры и свойств металлов при пластической деформации и рекристаллизации.....	5
1.4. Металлические сплавы, диаграммы состояния.....	6
1.5. Механические свойства и конструктивная прочность металлов и сплавов.....	7
1.6. Железоуглеродистые сплавы.....	8
1.7. Теория термической обработки стали.....	10
1.8. Технология термической обработки стали.....	11
1.9. Химико-термическая обработка стали и другие методы получения износостойких покрытий.....	12
1.10. Влияние легирующих элементов на свойства стали и на процессы фазовых превращений.....	13
1.11. Конструкционные стали.....	14
1.12. Инструментальные стали и твердые сплавы.....	15
1.13. Стали и сплавы с особыми физико-механическими свойствами.....	16
1.14. Сплавы на основе алюминия и магния.....	18
1.15. Сплавы на основе меди.....	19
1.16. Подшипниковые сплавы и припой.....	19
1.17. Композиционные материалы, резина, пластмасса.....	20
1.18. Основы рационального выбора материалов и методов упрочнения деталей машин.....	21
Тематический план лекций.....	22
Темы лабораторных работ.....	23
Литература.....	23

СИВЕНКОВ Алексей Валентинович

МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ

Рабочая программа

Лицензия ЛР № 020308 от 14.02.97г.

Редактор Т. В. Шабанова

Подписано в печать _____.____.2004. Формат 60×84¹/₁₆. Б. кн. -журн.
П.л. _____. Б.л. _____. РТП РИО СЗТУ. Тираж 100. Заказ _____.

Северо-Западный государственный заочный технический университет
РИО СЗТУ, член Издательско- полиграфической ассоциации
вузов Санкт-Петербурга
191186, Санкт-Петербург, ул. Миллионная, 5