

**Министерство образования и науки Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования  
«Амурский государственный университет»**

Кафедра физики

**УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС ДИСЦИПЛИНЫ  
«Материаловедение. Технология конструкционных материалов»**

Основной образовательной программы по специальности: **140106.65 «Энергообеспечение предприятий»**

Благовещенск 2012 г.

УМКД разработан старшим преподавателем Волковой Натальей Александровной.

Рассмотрен и рекомендован на заседании кафедры.

Протокол заседания кафедры от «\_\_\_» января 2012 года №\_\_\_

И.о. зав. кафедрой

И.А. Голубева

## **УТВЕРЖДЁН**

Протокол заседания УМСС 140106.65 «Энергообеспечение предприятий»

от «\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2012 г. №\_\_\_

Председатель УМСС \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_  
(подпись) (Ф.И.О.)

## Содержание

1. Рабочая программа учебной дисциплины	4
2. Краткое изложение программного материала	13
2.1 Лекции	13
2.2 Лабораторные работы	27
2.3 Практические работы	28
3. Методические указания (рекомендации)	39
3.1 Методические указания для преподавателя	39
3.2 Методические указания для студентов	41
3.3 Методические указания к самостоятельной работе студента	42
4. Контроль знаний	45
4.1 Текущий контроль знаний	45
4.2 Итоговый контроль знаний	47
5. Интерактивные технологии и инновационные методы, используемые в образовательном процессе	51

## **1.Рабочая программа учебной дисциплины**

### **ФЕДЕРАЛЬНЫЙ КОМПОНЕНТ**

#### **Материаловедение. Технология конструкционных материалов:**

номенклатура технических материалов в теплоэнергетике, их структура и основные свойства; атомно-кристаллическое строение металлов; фазово-структурный состав сплавов; типовые диаграммы состояния; железо и сплавы на его основе; деформация, термическая обработка металлических материалов; новые металлические материалы; неметаллические материалы; композиционные и керамические материалы.

### **ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА**

#### **1.1. Цель преподавания дисциплины:**

Курс материаловедения и технологии конструкционных материалов знакомит студента с основами строения сплавов, их поведения в процессе термической обработки и пластической деформации, свойствами и назначением промышленных сплавов.

Целью изучения курса является познание природы и свойств металлических материалов для наиболее эффективного использования их в технике.

Раздел металловедения знакомит студента с основами строения сплавов, их поведения в процессе термической обработки и пластической деформации, свойствами и назначением промышленных сплавов.

Разделом неметаллических материалов предусматривается изучение различных видов пластмасс, их классификации, основ строения, а также физико-механических и технологических свойств.

1.2. Основные знания, приобретаемые студентами при изучении дисциплины. Изучение данного курса и выполнение лабораторных работ обеспечит приобретение студентами теоретических и практических навыков в вопросах материаловедения и технологии конструкционных материалов.

#### **1.3. Основные умения, приобретаемые студентами при изучении дисциплины.**

При конструировании машин, узлов и их деталей студент должен выбирать материалы для деталей, отвечающие предъявленным к ним требованиям, уметь выбирать режим термической обработки, должен иметь некоторые навыки будущего конструктора в указанном направлении.

### **СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

#### **ЛЕКЦИОННЫЙ КУРС**

##### **1. Введение.**

Содержание курса и его значение в подготовке инженеров машиностроительных специальностей. Номенклатура технических материалов в теплоэнергетике (1 час).

2. Строение и основные свойства металлов и сплавов. Атомно-кристаллическое строение металлов. Дефекты строения реальных металлов и сплавов. Кристаллизация металлов.

Аллотропические превращения в металлах. Теоретические основы физики твердого тела. Индексы и плоскости Миллера. Аллотропия (полиморфизм). Понятие о строении сплавов. Основные типы диаграмм двухкомпонентных систем. Правило фаз и отрезков (5 часов.)

### 3. Железоуглеродистые сплавы.

Диаграмма состояния системы железо-углерод. Микроструктура железоуглеродистых сплавов. Влияние постоянных примесей N, S, P, Si, Mn на свойства стали. Классификация и маркировка углеродистых сталей и чугунов. Механические свойства сталей и чугунов. Методы их определения. Влияние методов получения стали на ее свойства. (6 часов.)

### 4. Основы термической обработки стали.

Виды термической обработки. Превращение при нагреве и охлаждении. Виды отжига. Старение сплавов. Превращение при отпуске. Прокаливаемость стали. Технология закалки и отпуска стали, виды закалки (ступенчатая, изотермическая). Дефекты закалки. Поверхностная закалка стали, газопламенная и с нагревом ТВЧ. Термомеханическая обработка стали.

Остаточные напряжения при термической обработке и их влияние на свойства стали (4 часа).

5. Пластическая и упругая деформация. Влияние деформации на структуру и свойства металлов и сплавов. Наклеп. Процесс рекристаллизации(2 часа).

6. Химико-термическая обработка, стали. Цементация, нитроцементация, азотирование. Основные, параметры процессов и области их применения. Диффузионная металлизация. (2 часа)

### 7. Легированные стали и сплавы.

Влияние легирующих элементов, на строение и свойства стали. Конструкционные легированные стали, их маркировка и области применения. Инструментальные стали и сплавы, их маркировка и области применения.

Стали и сплавы с особыми свойствами - нержавеющие, жаропрочные. Мартенситно-старяющие стали. (4 часа.)

### 8. Цветные металлы и сплавы.

Медь и ее сплавы, применение медных сплавов в промышленности. Алюминий и его сплавы, применение алюминиевых сплавов в промышленности. Магний и его сплавы. Титан и его сплавы. Подшипниковые сплавы. (4 часа.)

### 9. Стали и сплавы с особыми свойствами.

Материалы в теплоэнергетике, приборостроении и автоматике. Магнитные материалы. Материалы с особыми тепловыми и упругими свойствами. Проводниковые материалы, сплавы с высоким электросопротивлением. Припой. Контактные материалы. Материалы в микроэлектронике. (4 часа.)

10. Композиционные и неметаллические материалы. Металло - и минералокерамика. Композиционные материалы. Основы строения и свойства. Неметаллические полимерные материалы. Экономическая эффективность применения в машиностроении. Современные тенденции повышения качества материалов в машиностроении. (4 часов.)

## СПИСОК ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ

№	Объем в часах	Наименование	Характер и цель занятий
1	2	3	4
1.	2	Изучение устройства металлографического микроскопа МИМ-10	Приобретение навыков работы с микроскопом МИМ-10. Освоение методики исследования микроструктур металлов и сплавов.
2.	2	Изготовление микрошлифа	Практическое ознакомление студентов с техникой изготовления образцов, предназначенных для изучения микроструктуры.
3.	2	Процесс кристаллизации	Знакомство с устройством биологического микроскопа. Изучение процесса кристаллизации металлов на примере кристаллизации солей.
4.	2	Определение твердости по методу Роквелла	Изучение механических свойств металлов и способов их определения. Знакомство с устройством твердомера ТК-2 и приобретение навыков работы на нем.
5.	2	Изучение микроструктуры металлов и двойных сплавов	Изучение структур чистых металлов и двойных сплавов на примере системы свинец — сурьма, медь — никель и зарисовка их структур
6.	2	Изучение микроструктур сталей и чугунов в равновесном состоянии	Изучение микроструктур сталей, содержащих различное количество углерода. Определение содержания углерода в микроструктуре. Определение вида чугуна по его структуре
7.	2	Закалка стали в различных средах	Изучение влияния различных охлаждающих сред на превращение аустенита при закалке путем контроля твердости.
8	2	Влияние холодной пластической деформации и температуры рекристаллизации на структуру и свойства малоуглеродистой стали	Изучение влияния пластической деформации на структуру и твердость стали
9.	2	Влияние температуры отпуска на структуру стали	Изучение структур, полученных в результате различных видов отпуска

## СПИСОК ПРАКТИЧЕСКИХ РАБОТ

№	Объем в часах	Наименование	Характер и цель занятий
1	2	3	4
1.	2	Изучение диаграмм двойных сплавов	Уяснение значения диаграмм состояния при изучении сплавов и превращений в них.
2.	4	Изучение диаграммы железо-углерод	Изучение структурных составляющих, образованных железом и углеродом, превращений, происходящих в сплавах при медленном охлаждении. Построение кривых охлаждения.
3	4	Термическая обработка сталей, назначение, виды	Влияние скорости охлаждения на структуру и свойства стали
4.	2	Изучение процессов химико-термической обработки	Изучение влияния различных химических элементов на изменение структуры и свойств поверхностного слоя стали в результате химико-термической обработки.
5	2	Изучение легированных сталей	Влияние различных легирующих элементов на свойства легированных сталей. Классификация, свойства, маркировка.
6	4	Изучение неметаллических материалов	Классификация пластмасс, резин, композиционных материалов,

## ВОПРОСЫ К ЗАЧЕТУ

1. Атомно-кристаллическое строение металлов.
2. Описание строения кристаллов с помощью пространственных решеток. Сингонии. Решетки Браве.
3. Кристаллографические направления, плоскости и их индексирование.
4. Кристаллографические характеристики. Основные типы металлографических систем.
5. Виды дефектов кристаллического строения..
6. Фазовый состав сплавов.
7. Система с непрерывным рядом твердых растворов.
8. Система эвтектического типа.
9. Система перетектического типа.
10. Система с образованием химического соединения.
11. Диаграмма Fe-C.
12. Влияние примесей на свойства стали и их классификация.
13. Классификация углеродистых сталей.
14. Классификация чугунов.
15. Основы термической обработки. Классификация видов термической обработки.

- 16.Отжиг первого рода. Гомогенизационный отжиг. Рекристаллизационный отжиг. Отжиг, уменьшающий остаточные напряжения.
- 17.Отжиг 2-го рода. Полный и неполный отжиг.
- 18.Закалка стали. Виды закалки. Мартенситное превращение.
- 19.Прокаливаемость и закаливаемость сталей.
- 20.Старение.
- 21.Отпуск.
- 22.Термо-механическая обработка сталей.
- 23.Химико-термическая обработка. Цементация. Азотирование. Цианирование и нитроцементация. Диффузионная металлизация
- 24.Классификация и маркировка легированных сталей.
- 25.Влияние легирующих элементов на структуру и фазовые превращения в сталях.
- 26.Легированные стали с особыми свойствами (коррозионностойкие, жаропрочные и жаростойкие стали, износостойкие стали).
- 27.Медь и ее сплавы.
- 28.Алюминий и его сплавы.
- 29.Магний и его сплавы.
- 30.Титан и его сплавы.
- 31.Стали и сплавы с особыми свойствами.
- 32.Полимерные материалы.
- 33.Резины.
- 34.Композиционные материалы.
- 34.Металло-и минералокерамика.

#### РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

##### а) основная литература:

1/ Материаловедение и технология конструкционных материалов: учеб.: рек. УМО / под ред. В. Б. Арзамасова, А. А. Черепихина. - М. : Академия, 2007. - 448 с

2. Колесов, Святослав Николаевич. Материаловедение и технология конструкционных материалов [Текст] : учеб.: доп. Мин. обр. РФ / С. Н. Колесов, И. С. Колесов. - 2-е изд., перераб. и доп. - М. :Высш. шк., 2008. - 536 с.

3. Ржевская С.В. Материаловедение: учеб.: рек. Мин. обр. РФ. – М.: Московский государственный горный университет, 2007. – 447 с. (ЭБС Ун. б-ка online)

##### б) дополнительная литература:

1. Материаловедение [Текст] : лаб. практикум: учеб.пособие: рек. РУМЦ / Н. А. Волкова, А. В. Козырь, И. Ю. Бочкарева ;АмГУ, ИФФ. - Благовещенск : Изд-во Амур.гос. ун-та, 2008. - 96 с.

2. Материаловедение [Текст] : учеб. для вузов / Ю. М. Лахтин, В. П. Леонтьева. - 3-е изд., перераб. и доп. - М. : Машиностроение, 1990. - 528 с. : граф., рис., табл.

3. Материаловедение. Технология конструкционных материалов [Текст] : учеб. : в 2 т / под ред. В. С. Чередниченко. - Новосибирск : Изд-во Новосиб. гос. техн. ун-та, 2004 - . - (Учебники НГТУ) Т. 1 : Элементы теоретических основ материаловедения и технологии получения материалов. - 2004

4. Материаловедение и технология металлов [Текст] : учеб.: рек. Мин. обр РФ / под ред. Г. П. Фетисова. - 4-е изд., испр. . - М. : Высш. шк., 2006. - 863 с.

5/. Материаловедение. Технология конструкционных материалов [Текст]: учеб. пособие: доп. УМО / под ред. В. С. Чердниченко. - 2-е изд., перераб. - М. : Омега-Л, 2006. - 752 с. : ил., табл. - (Высшее техническое образование).

### **Критерии оценки при сдаче зачета**

1. К сдаче зачета допускаются студенты:

- посетившие все лекционные и лабораторные занятия данного курса;
- защитившие лабораторные работы;
- выполнившие все работы по промежуточному контролю знаний на положительную оценку.

При наличии пропусков и неудовлетворительных оценок темы пропущенных занятий должны быть отработаны, т.е. проведены преподавателем устные собеседования по темам лабораторных занятий. Программные вопросы к зачету доводятся до сведения студентов за месяц до зачета.

2. Критерии оценки:

Итоговая оценка знаний студентов должна устанавливать активность и текущую успеваемость студентов в течение семестра по данному предмету.

Оценка «зачет» - ставиться при 70 - 100 % правильных ответов на зачете и наличии всех защищенных лабораторных работ.

Учебно-методическая карта дисциплины

Номер недели	Номер темы	Наименование вопросов, изучаемых на лекции	Занятия (номера)		Используемые наглядные и методические пособия	Самостоятельная работа студентов		Форма контроля
			Практич	Лабо-рат.		Содержание	часы	
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	1	Введение. Содержание курса и его значение в подготовке инженеров машиностроительных специальностей.		№1	Использование фоллий и кодоскопа	Дефекты кристаллического строения	4	Опрос
1, 2,3, 4	2	Строение и основные свойства металлов и сплавов. Атомно-кристаллическое строение металлов. Дефекты строения реальных металлов и сплавов. Кристаллизация металлов. Аллотропические превращения в металлах. Теоретические основы физики твердого тела. Индексы и плоскости Миллера. Аллотропия (полиморфизм). Понятие о строении сплавов. Основные типы диаграмм двухкомпонентных систем. Правило фаз и отрезков.	№1,2	№2	Использование фоллий и кодоскопа	Индексы и плоскости Миллера	6	Опрос
5, 6, 7	3	Железоуглеродистые сплавы. Диаграмма состояния системы железо-углерод. Микроструктура железоуглеродистых сплавов. Влияние постоянных примесей N, S, P, Si, Mn на свойства стали. Классификация и маркировка углеродистых сталей и чугунов. Механические свойства сталей и чугунов. Методы их определения. ГОСТы на стали и чугуны. Влияние методов получения стали на ее свойства.	№3	№3,4	Использование фоллий и кодоскопа	Влияние методов получения стали на ее свойства.	8	Опрос

1	2	3	4	5	6	7	8	9
8, 9, 10	4	Основы термической обработки стали. Виды термической обработки. Превращение при нагреве и охлаждении. Виды отжига. Старение сплавов. Превращение при отпуске. Прокаливаемость стали. Технология закалки и отпуска стали, виды закалки (ступенчатая, изотермическая). Дефекты закалки. Поверхностная закалка стали, газопламенная и с нагревом ТВЧ. Термомеханическая обработка стали. Остаточные напряжения при термической обработке и их влияние на свойства стали. Техника безопасности при термической обработке стали.	№4,5	№5	Использование фоль и кодоскопа	Изучение особых микроструктур стали	8	Опрос
11, 12	5	Химико-термическая обработка, стали. Цементация, нитроцементация, азотирование. Основные, параметры процессов и области их применения. Диффузионная металлизация.	№6	№6	Использование фоль и кодоскопа	Изучение структур сталей подверженных химико-термической обработке	8	Опрос
13	6	Легированные стали и сплавы. Влияние легирующих элементов, на строение и свойства стали. Конструкционные легированные стали, их маркировка и области применения. Инструментальные стали и сплавы, их маркировка и области применения. Стали и сплавы с особыми свойствами - нержавеющие, жаропрочные. Мартенситно-стареющие стали.		№7	Использование фоль и кодоскопа	Термическая обработка легированных сталей	8	Опрос
14, 15	7	Цветные стали и сплавы. Медь и ее сплавы, применение медных сплавов в промышленности. Алюминий и его сплавы, применение алюминиевых сплавов в промышленности. Магний и его сплавы. Титан и его сплавы. Подшипниковые сплавы.	№7		Использование фоль и кодоскопа	Способы получения меди алюминия, магния и титана, подшипниковых сплавов	8	Опрос

1	2	3	4	5	6	7	8	9
16, 17	8	Стали и сплавы с особыми свойствами. Материалы в приборостроении и автоматике. Магнитные материалы. Материалы с особыми тепловыми и упругими свойствами. Проводниковые материалы, сплавы с высоким электросопротивлением. Припои. Контактные материалы. Материалы в микроэлектронике.	№8	№8	Использование фольг и кодоскопа	Влияние легирующих элементов на структуру и свойства сталей с особыми свойствами	8	Опрос
18	9	Композиционные и неметаллические материалы. Металло - и минералокерамика. Композиционные материалы. Основы строения и свойства. Неметаллические полимерные материалы. Экономическая эффективность применения в машиностроении. Современные тенденции повышения качества материалов в машиностроении		№9	Использование фольг и кодоскопа	Способы получения пластмассовых и резиновых изделий	10	Опрос

## 2. Краткое изложение программного материала

### 2.1 Лекции

#### **Тема 1 «Строение и основные свойства металлов и сплавов»**

#### **Лекция 1 «Реальное строение и основные свойства металлов и сплавов.**

#### **Номенклатура технических материалов в теплоэнергетике.»**

#### **План лекции**

1. Особенности атомно-кристаллического строения металлов
2. Понятие изотропии, анизотропии, аллотропии.
3. Строение реальных металлов. Дефекты кристаллического строения.

Цель: формирование у студентов знаний: атомно-кристаллического строения сплавов,

Задача: усвоить основы строения реальных металлов и сплавов

Материаловедение - это наука, изучающая взаимосвязь между химическим составом, электронным строением, структурой, физическими, химическими, технологическими и эксплуатационными свойствами.

Научные основы материаловедения разработал русский учёный Чернов Д. К., который установил критические температуры фазовых превращений в сталях и их связь с количеством углерода в результате были заложены основы для важнейшей в металловедении диаграммы состояния железоуглеродистых сплавов. Из всех известных в настоящее время химических элементов металлы занимают особое место. Это один из классов конструкционных материалов, характеризующийся определённым набором свойств: пластичность, высокая теплопроводность, электропроводность, специфический «металлический» блеск. Данные свойства обусловлены особенностями строения металлов. Все металлы, затвердевающие в нормальных условиях, представляют собой кристаллические вещества, расположение атомов которых характеризуется периодичностью, как по различным направлениям, так и по различным плоскостям. Этот порядок определяется понятием - кристаллическая решётка. Элементарная ячейка – элемент объёма из минимального числа атомов, многократным переносом которого в пространстве можно построить весь кристалл. Элементарная ячейка характеризует особенности строения кристалла. Основными параметрами являются: периоды решётки, углы между осями, координационное число, базис решётки и плотность упаковки. Основными типами кристаллических решёток являются: объёмно-центрированная кубическая, гранецентрированная кубическая, гексагональная плотноупакованная. В кристаллических телах атомы правильно располагаются в пространстве, но по разным направлениям расстояние между атомами не одинаково, что предопределяет существенные различия в силах взаимодействия между ними. Это явление называется анизотропией. В аморфных телах с хаотичным расположением атомов расстояние между атомами в различных направлениях равны, а свойства будут одинаковы, то есть аморфные тела изотропны. Способность некоторых металлов существовать в различных кристаллических формах в зависимости от внешних условий называется аллотропией или полиморфизмом.

Металлы и сплавы, полученные в обычных условиях, состоят из большого количества кристаллов, то есть, имеют поликристаллическое строение. Эти кристаллы называются зёрнами. Они имеют неправильную форму и различно ориентированы в пространстве. Каждое зерно имеет свою ориентировку кристаллической решётки, отличную от ориентировки соседних зёрен, в следствии чего свойства реальных металлов усредняются, и явления анизотропии не наблюдается. В кристаллической решётке реальных металлов имеются различные дефекты, которые нарушают связи

между атомами и оказывают влияние на свойства металлов. Различают следующие структуры несовершенства: точечные (вакансия, внедрённый атом, замещённый атом), линейные (дислокации краевые и винтовые), поверхностные, малые в одном измерении.

## Лекция 2 «Кристаллизация металлов»

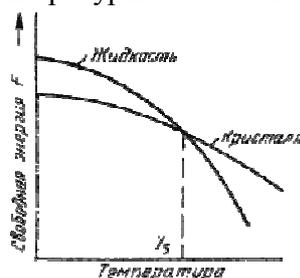
### План лекции:

1. Механизм кристаллизации металлов
2. Зависимость величины зерна от степени переохлаждения
3. Строение металлического слитка.
4. Изучение структуры

Цель: изучить особенности процесса кристаллизации металлов

Задача: усвоить понятия различных видов структур, а также влияние скорости охлаждения на величину зерна

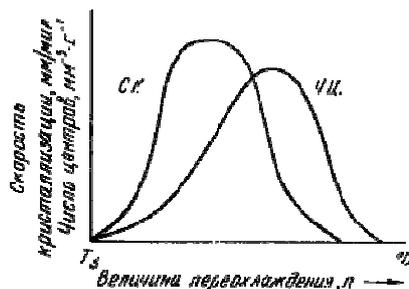
Любое вещество может находиться в трёх агрегатных состояниях: твёрдом, жидком, газообразном. Если новое состояние в новых условиях является более устойчивым, то есть обладает меньшим запасом свободной энергии, то возможен переход из одного состояния в другое. С изменением внешних условий свободная энергия изменяется различно для жидкого и кристаллического состояния. Характер изменения свободной энергии жидкого и твёрдого состояний с изменением температуры показан на рисунке 1.



### Изменение свободной энергии в зависимости от температуры

В соответствии с этой схемой выше температуры  $T_s$  вещество должно находиться в жидком состоянии, ниже — в твёрдом. При  $T_s$  металл в обоих состояниях находится в равновесии, поэтому две фазы могут существовать одновременно бесконечно долго.  $T_s$  — равновесная или теоретическая температура кристаллизации. Процесс кристаллизации возможен при охлаждении жидкости ниже температуры  $T_s$ . Это состояние называется переохлаждением. При нагреве всех кристаллических тел наблюдается чёткая граница перехода из твёрдого состояния в жидкое. Такая же граница существует при переходе из жидкого состояния в твёрдое. Кристаллизация — это процесс образования участков кристаллической решётки в жидкой фазе и рост кристаллов из образовавшихся центров. Кристаллизация протекает в условиях, когда система переходит к термодинамически более устойчивому состоянию с минимумом свободной энергии. При понижении температуры в жидком металле начинают образовываться центры кристаллизации или зародыши. Центры кристаллизации образуются в исходной фазе независимо друг от друга. Сначала кристаллы имеют правильную форму, но по мере столкновения и срастания с другими форма нарушается, а рост продолжается в направлениях, где есть свободный доступ питающей среды. После окончания кристаллизации имеем поликристаллическое тело. То есть процесс кристаллизации состоит из образования центров кристаллизации (ч.ц. — число центров) и

роста кристаллов (с.р. – скорость роста) из этих центров. В свою очередь эти параметры зависят от степени переохлаждения.



Зависимость числа центров кристаллизации и скорости роста кристаллов от степени переохлаждения

Если степень переохлаждения невелика, то образуются крупные кристаллы. При большой степени переохлаждения образуется мелкозернистая структура. Если расплавленный металл залить в специально подготовленную форму (изложницу), то в результате образуется слиток, состоящий из трёх зон: мелкозернистая корка, зона столбчатых кристаллов, внутренняя зона крупных равноосных кристаллов.

В металловедении различают понятия макроструктуры, микроструктуры и тонкой структуры. Макроструктурный анализ – изучение строения металлов и сплавов невооружённым глазом или при помощи лупы. Позволяет выявить и определить дефекты, возникающие на различных этапах производства различных заготовок, а также причину разрушения деталей. Микроструктурный анализ – изучение поверхности при помощи световых микроскопов (увеличение до 2000 раз). Позволяет обнаружить элементы структуры размером до 0.2 мкм. Тонкая структура – атомное кристаллическое строение, для изучения которого используются рентгенографические методы, позволяющие установить связь между химическим составом, структурой и свойствами металла или сплава.

## Тема2 « Основные типы диаграмм двухкомпонентных систем»

### Лекция 3 «Основы теории сплавов»

#### План лекции

1. Основные понятия теории сплавов
2. Кристаллизация сплавов
3. Диаграммы состояния двойных сплавов

Цель: изучить основы теории сплавов, фазовый состав сплавов и соответствующие диаграммы состояния

Задача: уяснить взаимосвязь между типом диаграммы и фазами, которые образуют между собой компоненты, переходя в кристаллическое состояние.

Сплавами называют вещества, полученные сплавлением двух или более металлов. В состав сплавов могут входить также и неметаллы. Основные понятия теории сплавов: фаза – однородная часть системы, отделённая от других частей системы поверхностью раздела, при переходе через которую структура и свойства резко меняются; в металловедении системами являются металлы и металлические сплавы; чистый металл – простая однокомпонентная система; сплав – сложная система, состоящая из двух и более компонентов. компоненты – вещества, образующие системы. Строение металлического сплава зависит от того, в какие взаимодействия вступают компоненты, составляющие

сплав. Почти все металлы в жидком состоянии растворяются друг в друге в любых соотношениях. При образовании сплавов в процессе из затвердевания возможно различное взаимодействие компонентов. В зависимости от характера взаимодействия компонентов различают сплавы: механические смеси; химические соединения, твёрдые растворы (ограниченные и неограниченные). Кристаллизация сплавов подчиняется тем же закономерностям, что и кристаллизация чистых металлов. Необходимым условием является стремление системы в состояние с минимумом свободной энергии. Переход одной фазы в другую называется фазовым превращением. Диаграммы состояния показывают устойчивые состояния. Поэтому диаграмму называют диаграммой равновесия, так как она показывает, какие при данных условиях существуют равновесные фазы. Построение диаграммы состояния осуществляется при помощи термического анализа. В результате получают серию кривых охлаждения, на которых при температурах фазовых превращений наблюдаются точки перегиба и температурные остановки. Температуры, соответствующие фазовым превращениям, называют критическими точками. Точки, отвечающие началу кристаллизации, называют точками ликвидус, а концу кристаллизации – точками солидус. По кривым охлаждения строят диаграмму в координатах: по оси абсцисс – концентрация компонентов, по оси ординат – температура. Шкала концентраций показывает содержание второго компонента.

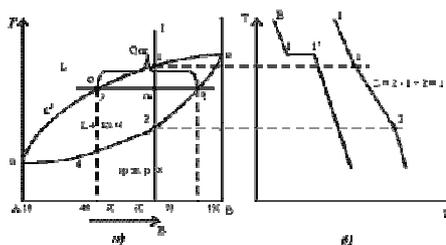


Диаграмма состояния сплавов с неограниченной растворимостью компонентов в твердом состоянии (а); кривые охлаждения типичных сплавов (б)

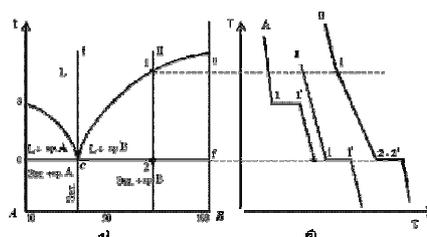


Диаграмма состояния сплавов с отсутствием растворимости компонентов в твердом состоянии (а) и кривые охлаждения сплавов (б)

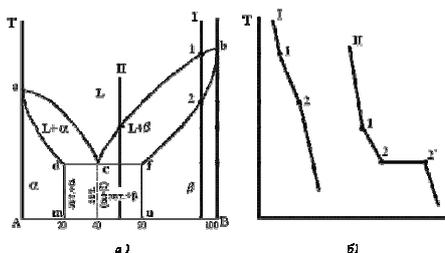


Диаграмма состояния сплавов с ограниченной растворимостью компонентов в твердом состоянии (а) и кривые охлаждения типичных сплавов (б)



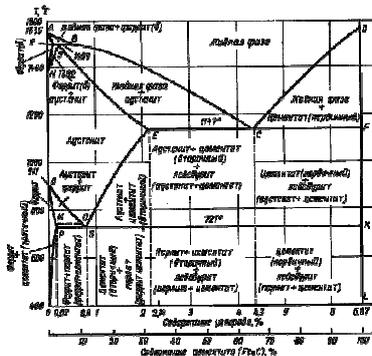


Рис. 7. Диаграмма состояния железо – цементит

Цементит ( $Fe_3C$ ) – химическое соединение железа с углеродом (карбид железа), содержит 6,67 % углерода. Цементит имеет высокую твердость (более 800 HB, легко царапает стекло), но чрезвычайно низкую, практически нулевую, пластичность. Такие свойства являются следствием сложного строения кристаллической решетки. Феррит ( $\Phi$ )  $Fe_{\alpha}(C)$  – твердый раствор внедрения углерода в  $\alpha$ -железо. Феррит имеет переменную предельную растворимость углерода: минимальную – 0,006 % при комнатной температуре (точка Q), максимальную – 0,02 % при температуре 727° C ( точка P). . Аустенит (A)  $Fe_{\gamma}(C)$  – твердый раствор внедрения углерода в  $\gamma$ -железо. Углерод занимает место в центре гранцентрированной кубической ячейки. Аустенит имеет переменную предельную растворимость углерода: минимальную – 0,8 % при температуре 727° C (точка S), максимальную – 2,14 % при температуре 1147° C (точка E). Перлит – механическая эвтектоидная смесь феррита и цементита, образующаяся из аустенита при температуре 727° и концентрации углерода 0,8 %. Ледебурит – механическая эвтектическая смесь аустенита и цементита, образующаяся из жидкой фазы при температуре 1147° и концентрации углерода 4,3 %.

Линия ABCD – ликвидус системы ANJECF – солидус системы, линия EF – эвтектического превращения, GS – линия превращения аустенита в феррит, ES - линия выделения вторичного цементита из аустенита. Линия PSK – эвтектоидное превращение. CD - линия образования первичного цементита. Линия PQ – образование третичного цементита.

## Лекция 5 «Углеродистые стали»

### План лекции

1. Влияние углерода и примесей на свойства сталей
2. Классификация и маркировка сталей
3. Углеродистые стали обыкновенного качества
4. Качественные углеродистые стали
5. Качественные и высококачественные инструментальные стали

Цель: изучить стали различных групп и их свойства

Задачи: усвоить химический состав различных сталей, влияние различных примесей на свойства сталей

Стали являются наиболее распространёнными материалами. Свойства углеродистых сталей определяется количеством углерода и содержанием примесей, которые взаимодействуют с железом и углеродом.

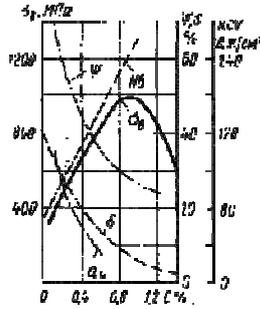


Рис.8 Влияние углерода на свойства сталей

С ростом содержания углерода в структуре стали увеличивается количество цементита, при одновременном снижении доли феррита. Изменение соотношения между составляющими приводит к уменьшению пластичности, а также к повышению прочности и твердости. Прочность повышается до содержания углерода около 1%, а затем она уменьшается, так как образуется грубая сетка цементита вторичного. В сталях всегда присутствуют примеси, которые делятся на четыре группы: постоянные (кремний, марганец – полезные, сера, фосфор – вредные), скрытые (азот, кислород, водород), случайные (попавшие с рудой или при переплавке металлолома), специальные (вводимые для получения заданных свойств). Классификация сталей: по равновесной структуре (доэвтектоидные, эвтектоидные, заэвтектоидные), по качеству (обыкновенного качества, качественные, высококачественные), по способу выплавки (мартеновские, кислородно-конверторные, электростали), по назначению (конструкционные, инструментальные), по степени раскисления (кипящие, полуспокойные, спокойные). Стали обыкновенного качества содержат повышенное количество серы и фосфора. Маркируются Ст2кп, БСт3кп, ВСт4сп. Конструкционные качественные углеродистые стали маркируются двузначным числом, указывающим среднее содержание углерода в сотых долях процента. Сталь 08 кп, Сталь 10пс, Сталь 45, Сталь 65Г. Г – указывает на повышенное содержание марганца в стали. Инструментальные качественные и высококачественные углеродистые стали маркируются буквой У и числом, указывающим содержание углерода в десятых долях процента. Сталь У8, Сталь У10А, Сталь У13.

## Лекция 6 « Чугуны. Строение, свойства, классификация и маркировка. Диаграмма состояния железо-графит.»

### План лекции

- 1.Классификация чугунов
- 2.Диаграмма состояния железо-графит
- 3.Процесс графитизации
- 4.Строение, свойства, классификация и маркировка серых чугунов
- 5.Влияние состава чугуна на процесс графитизации

Цель: изучить чугуны различных групп, их строение, свойства и области их применения

Задача: усвоить процесс распада цементита при получении серых чугунов, происходящий в две стадии (процесс графитизации), влияние стадий распада цементита на структуру металлической основы группы серых чугунов

Чугун отличается от стали: по составу – более высокое содержание углерода и примесей; по технологическим свойствам – более высокие литейные свойства, малая способность к пластической деформации, почти не используется в сварных конструкциях. В зависимости от состояния углерода в чугунах различают: белый чугун – углерод в связанном состоянии в виде цементита; серый чугун – весь углерод или большая его часть находится в свободном состоянии в виде графита; половинчатый – часть углерода

находится в свободном состоянии в виде графита, но не менее 2-х процентов - углерода в виде цементита. В результате превращения углерод может не только химически взаимодействовать с железом, но и выделяться в элементарном состоянии в форме графита. Диаграмма состояния железо-графит показана штриховыми на линиями на рисунке 9.

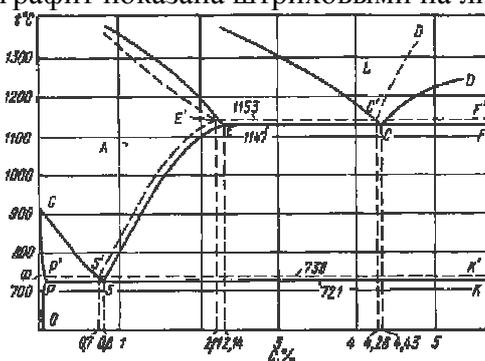


Рис.9. Диаграмма состояния железо – углерод: сплошные линии – цементитная система; пунктирные – графитная

Графит – это полиморфная модификация углерода. Так как графит содержит 100% углерода, а цементит – 6,67%, то жидкая фаза и аустенит по составу более близки к цементиту чем к графиту. Следовательно, образование цементита из жидкой фазы и аустенита должно протекать легче чем графита. С другой стороны при нагреве цементит разлагается на железо и углерод. Следовательно, графит является более стабильной фазой чем цементит. Металлическая основа серых чугунов похожа на структуру эвтектоидной или доэвтектоидной стали или технического железа. В зависимости от формы графита и условий его образования различают следующие группы чугунов: серые – с пластинчатым графитом; высокопрочные – с шаровидным; ковкие – с хлопьевидным графитом. Наиболее широкое распространение получили чугуны с содержанием углерода 2,14 – 3,8%. Чем выше содержание углерода, тем больше образуется графита, тем ниже его механические свойства. В тоже время для обеспечения высокой жидкотекучести, углерода должно быть не менее 2,4%. Углерод и кремний способствуют графитизации. Марганец её затрудняет и способствует отбеливанию чугуна. Сера способствует отбеливанию чугуна и ухудшает литейные свойства. Фосфор на процесс графитизации не влияет, но улучшает жидкотекучесть. В чугунах фосфор является полезной примесью.

#### Тема 4 «Основы термической обработки. Превращения при нагреве и охлаждении»

##### Лекция 7 «Виды термической обработки металлов. Основы теории термической обработки стали»

###### План:

1. Виды термической обработки
2. Превращения, протекающие в структуре стали при нагреве и охлаждении
3. Механизм основных превращений

Цель: изучить различные виды термической обработки, влияние скорости охлаждения на структуру и свойства стали

Задача: приобрести теоретические навыки назначения режимов термической обработки

Свойства сплава зависят от его структуры. Основным способом, позволяющим изменять структуру, а, следовательно, и свойства является термическая обработка, которая представляет собой совокупность операции нагрева, выдержки и охлаждения, выполняемых в определённой последовательности при определённых режимах, с целью

изменения внутреннего строения сплава и получения нужных свойств. Различают следующие виды термической обработки:

1) Отжиг I-рода – устраняет химическую неоднородность, уменьшает внутреннее напряжение. Основное значение имеет температура нагрева и время выдержки (диффузионный, рекристаллизационный, отжиг для снятия напряжений послековки, сварки литья)

2) Отжиг II-рода – проводится для сплавов, имеющих полиморфные или эвтектоидные превращения или переменную растворимость компонентов в твёрдом состоянии. Проводят с целью получения более равновесной структуры и подготовки её к дальнейшей обработке.

3) Закалка – проводится для сплавов, испытывающих фазовые превращения в твёрдом состоянии при нагреве и охлаждении, с целью повышения твёрдости и прочности путём образования неравновесных структур. Характеризуется нагревом до температур выше критических и высокими скоростями охлаждения

4) Отпуск – проводится с целью снятия внутренних напряжений, полученных в результате закалки, снижения твёрдости и увеличения пластичности и вязкости закалённых сталей. Характеризуется нагревом до температуры ниже критической. Скорость охлаждения роли не играет.

Любая разновидность термической обработки состоит из комбинации 4-х основных превращений, в основе которых лежат стремления системы к минимуму свободной энергии: превращение перлита в аустенит; превращение аустенита в перлит; превращение аустенита в мартенсит; превращение мартенсита в перлит

## **Лекция 8 «Технологические особенности различных видов термической обработки»**

### **План:**

1. Превращение аустенита в мартенсит при высоких скоростях охлаждения
2. Технологические возможности и особенности отжига, нормализации
3. Процесс закалки
4. Отпуск. Отпускная хрупкость

Цель: изучить различные виды термической обработки, влияние скорости охлаждения на структуру и свойства стали

Задача: приобрести теоретические навыки назначения режимов термической обработки

Превращение аустенита в мартенсит имеет место при высоких скоростях охлаждения, когда диффузионные процессы подавляются. Сопровождается полиморфным превращением  $Fe_\gamma$  в  $Fe_\alpha$ . При охлаждении стали со скоростью, большей критической, превращение начинается при температуре начала мартенситного превращения ( $M_n$ ) и заканчивается при температуре окончания мартенситного превращения ( $M_k$ ). В результате такого превращения аустенита образуется продукт закалки-мартенсит. Минимальная скорость охлаждения, при которой весь аустенит переохлаждается до температуры  $t_{M_n}$  и превращается, называется критической скоростью закалки. Так как процесс диффузии не происходит, то весь углерод аустенита остаётся в решетке  $Fe_\alpha$  и располагается либо в центрах тетраэдров, либо в середине длинных рёбер. Мартенсит – пересыщенный твёрдый раствор внедрения углерода в  $Fe_\alpha$ . При разработке технологии термической обработки необходимо установить температуру и время нагрева, характер среды, условия охлаждения. Отжиг, снижая твёрдость и повышая пластичность и вязкость за счет получения равновесной мелкозернистой структуры, позволяет улучшить обрабатываемость заготовок, исправить структуру стали после литья, сварки, обработки давлением, подготовить структуру к последующей термической обработке. Нормализация – разновидность отжига,

когда изделие нагревают до аустенитного состояния с последующим охлаждением на воздухе. В результате нормализации получают более тонкое строение эвтектоида (тонкий перлит или сорбит), уменьшаются внутренние напряжения, устраняются пороки, полученные в процессе предшествующей обработки. Твёрдость и прочность несколько выше, чем после отжига. Основными параметрами закалки являются температура нагрева и скорость охлаждения. Конструкционные стали подвергают закалке и отпуску для повышения твёрдости и прочности, высокой вязкости и износостойкости. Верхний предел температур нагрева для заэвтектоидных сталей ограничивается, т.к. приводит к росту зерна, что снижает прочность и сопротивление хрупкому разрушению. Различают виды закалки: полная – для доэвтектоидных сталей; неполная – для заэвтектоидных сталей. Отпуск является окончательной термической обработкой. Цель отпуска – повышение вязкости и пластичности, уменьшение внутренних напряжений закалённых сталей. Различают три вида отпуска: низкий – с температурой нагрева 150 - 200°, структура мартенсит отпуска; средний – с температурой нагрева 300 - 450°, структура троостит отпуска; высокий – с температурой нагрева 450 - 650°, структура сорбит отпуска. С повышением температуры отпуска ударная вязкость увеличивается, а скорость охлаждения не влияет на свойства. Но для некоторых сталей наблюдается снижение ударной вязкости. Этот дефект называется отпускной хрупкостью. различают отпускную хрупкость первого рода и второго рода.

## **Тема 5 «Пластическое деформирование металлов и сплавов, методы определения конструкционных свойств металлов и сплавов»**

### **Лекция 9 «Природа деформации металлов. Методы определения механических свойств.»**

#### **План:**

1. Природа деформации металлов.
2. Дислокационный механизм пластической деформации.
3. Разрушение металлов.
4. Механические свойства и способы определения их количественных характеристик

Цель: изучить влияние процесса пластической деформации на структуру и свойства металлов и сплавов.

Задача: приобрести теоретические навыки определения механических характеристик металлов.

Деформацией называется изменение формы и размеров тела под действием напряжений. Напряжение – сила, действующая на единицу площади сечения детали. Напряжение и вызываемые ими деформации могут возникать при действии на тело внешних сил растяжения, сжатия и так далее, а также в результате фазовых превращений (структурных), усадки и других физико-химических процессов, протекающих в металлах, и связанных с изменением объёма. Металл, находящийся в напряженном состоянии, при любом виде нагружения всегда испытывает напряжения нормальные и касательные (рис. 10.).

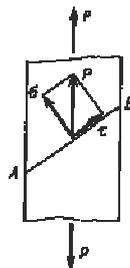


Схема возникновения нормальных и касательных напряжений в металле при его нагружении

Рост нормальных и касательных напряжений приводит к разным последствиям. Рост нормальных напряжений приводит к хрупкому разрушению. Пластическую деформацию вызывают касательные напряжения.

Деформация металла под действием напряжений может быть упругой и пластической. Упругой называется деформация, полностью исчезающая после снятия вызывающих её напряжений. Пластической или остаточной называется деформация, которая остаётся после прекращения действий вызывающих её напряжений. При пластическом деформировании одна часть кристалла перемещается по отношению к другой под действием касательных напряжений. После снятия нагрузок сдвиг остаётся. В результате развития пластической деформации может произойти вязкое разрушение путём сдвига. Пластическая деформация происходит в результате скольжения или двойникования. В основу современной теории пластической деформации взяты следующие положения: скольжение распространяется по плоскости сдвига последовательно, а не одновременно; скольжение начинается от мест нарушений кристаллической решётки, которая возникает в кристалле при его нагружении. Процесс деформации при достижении высоких напряжений завершается разрушением. Тела разрушаются по сечению не одновременно, а вследствие развития трещин. Различают транскристаллитное разрушение и интеркристаллитное.

Зная механические свойства, конструктор обоснованно выбирает соответствующий материал, обеспечивающий надёжность и долговечность конструкции. Механические свойства определяют поведение материала при деформации и разрушении от действия внешних нагрузок. Основными механическими свойствами являются твёрдость, прочность, вязкость, упругость. Эти свойства могут определяться при статическом, динамическом и циклическом нагружении.

## **Тема 6 «Химико-термическая обработка»**

### **Лекция 10**

#### **План:**

1. Назначение и технология химико-термической обработки
2. Процесс цементации
3. Азотирование
4. Цианирование и нитроцементация
5. Диффузионная металлизация

Цель: изучить процессы, происходящие на границе металл-насыщающая среда при химико-термической обработке. виды ХТО. их назначение и области применения

Задача: освоить теорию назначения режимов химико-термической обработки для различных сталей

Химико-термическая обработка (ХТО) – процесс изменения химического состава, микроструктуры и свойств поверхностного слоя детали. Достигается в результате их взаимодействия с окружающей средой (твёрдой, жидкой, газообразной), в которой осуществляется нагрев. В результате изменяется фазовый состав и микроструктура. Основными параметрами ХТО являются температура нагрева и время выдержки. В основе любой ХТО лежат процессы диссоциации, абсорбции, диффузии. Основными разновидностями ХТО являются цементация, азотирование, цианирование, диффузионная металлизация. Цементация – насыщение поверхностного слоя углеродом при температуре 900 - 950°, степень насыщения не более 1,2 %. Более высокое содержание углерода приводит к повышению хрупкости поверхностного слоя. На практике применяют цементацию в твёрдом и газовом карбюризаторе. В результате цементации достигается только выгодное распределение углерода по сечению. Окончательные свойства формируются закалкой с низким отпуском. Азотирование – насыщение азотом. В результате увеличивается не только твёрдость и износостойкость, но также повышается

коррозионная стойкость. Температура азотирования 550 - 650°. Азотирование проводят на готовых изделиях, прошедших окончательную механическую и термическую обработку. После азотирования в сердцевине изделия сохраняется структура сорбита. Цианирование – ХТО, при которой поверхность насыщается одновременно азотом и углеродом. Осуществляется в ваннах с расплавленными цианистыми солями. Глубина слоя и концентрация в нём углерода и азота зависят от температуры процесса и его продолжительности. Различают высокотемпературное цианирование (800 - 950°), сопровождается преимущественным насыщением стали углеродом (0,6 – 1,2%), содержание азота в цианированном слое 0,2 – 0,6 %. Низкотемпературное цианирование проводится при температуре 540 - 600°, сопровождается преимущественным насыщением стали азотом. Нитроцементация – газовое цианирование, осуществляется в газовых смесях из цементующего газа и диссоциированного аммиака. Диффузионная металлизация – ХТО, при которой поверхность стальных изделий насыщается различными элементами: алюминием, хромом, кремнием, бором и т.д.

## **Тема 1.7 «Легированные стали, область применения, термическая обработка»**

### **Лекция 11,12**

#### **План:**

1. Влияние легирующих элементов на свойства легированных сталей
2. Классификация легированных сталей
3. Конструкционные легированные стали
4. Инструментальные легированные стали

Цель: изучить свойства сталей разного химического состава и области их применения

Задача: освоить маркировку сталей различного назначения, научиться выбирать сталь для изготовления конкретных деталей

Элементы, специально вводимые в сталь в определённых концентрациях с целью изменения её строения и свойств, называются легирующими элементами, а стали легированными. Содержание легирующих элементов может изменяться в очень широких пределах. Все элементы, которые растворяются в железе, влияют на температурный интервал существования его аллотропических модификаций ( $A_3 = 911^\circ\text{C}$ ,  $A_4 = 1392^\circ\text{C}$ ). В зависимости от расположения элементов в периодической системе и строения кристаллической решётки легирующего элемента возможны варианты взаимодействия легирующего элемента с железом. Им соответствуют и типы диаграмм состояния сплавов системы железо-легирующий элемент. Большинство элементов или повышают  $A_4$  и снижают  $A_3$ , расширяя существование  $\gamma$  – модификации, или снижают  $A_4$  и повышают  $A_3$ , сужая область существования  $\gamma$  – модификации. Свыше определённого содержания марганца, никеля и других элементов, имеющих гранцентрированную кубическую решётку,  $\gamma$  – состояние существует как стабильное от комнатной температуры до температуры плавления, такие стали называются аустенитными. При содержании ванадия, молибдена, кремния и др. элементов, имеющих объёмно-центрированную решётку, выше определённого предела устойчивым при всех температурах является  $\alpha$  – состояние. Такие стали называются ферритными. Карбидообразующие элементы (хром, молибден, вольфрам, ванадий, титан) вносят качественные изменения в кинетику изотермического превращения. При разных температурах они по-разному влияют на скорость распада аустенита. При нагреве большинство легирующих элементов растворяются в аустените. Карбиды титана и ниобия не растворяются. Эти карбиды тормозят рост аустенитного зерна при нагреве и обеспечивают получение мелкоиглочатого мартенсита при закалке. Стали классифицируют по нескольким признакам: по структуре после охлаждения – перлитные, мартенситные, аустенитные; по степени легирования – низколегированные (до 2,5%

легирующих элементов), среднелегированные (до 10%), высоколегированные (более 10%); по числу легирующих элементов – трёхкомпонентные, четырёхкомпонентные и т. д.; по составу – хромистые, хромоникелевые, силхромы и т. д.; по назначению – конструкционные, инструментальные, с особыми свойствами. К числу конструкционных легированных сталей относятся строительные, машиностроительные, пружинно-рессорные, шарикоподшипниковые (15X, 20XH, 40X, 30XГСА, 60С2ВА, ШХ15). Машиностроительные цементуемые стали после изготовления из них деталей подвергают цементации с последующей закалкой и низким отпуском. Улучшаемые машиностроительные – закалке и высокому отпуску. Пружинно-рессорные – закалке и среднему отпуску. Шарико-подшипниковые – закалке и низкому отпуску. К инструментальным сталям относятся стали для режущих инструментов, измерительных инструментов, штамповые стали (9ХС, 9ХВ5, ХГ, 5ХНМ). Стали после изготовления из них режущего инструмента подвергают закалке с низким отпуском. Стали для измерительного инструмента с целью препятствия короблению и предотвращения коррозии часто подвергают ХТО. Штамповые стали – закалке с низким отпуском. К сталям с особыми свойствами относятся нержавеющие (40Х13, 12Х18Н9Т, 08Х17), жаростойкие и жаропрочные (15ХГС, 40Х10С2М), износостойкие (110Г13Л, ЭП336) и др.

## **Тема 8 «Цветные металлы и сплавы на их основе»**

### **Лекция 13,14**

#### **План:**

1. Медь и её сплавы
2. Титан и его сплавы
3. Алюминий и его сплавы
4. Магний и его сплавы

Цель: изучить химический состав цветных сплавов, их назначение, свойства и области применения, термическую обработку.

Задача: научиться выбирать марку сплава для изготовления конкретных деталей.

Цветные металлы являются более дорогими и дефицитными по сравнению с чёрными металлами, однако область их применения в технике непрерывно расширяется. Переход промышленности на сплавы из легких металлов значительно расширяет сырьевую базу. Титан, алюминий, магний можно получать из бедных и сложных по составу руд, отходов производства. Титан – лёгкий металл с плотностью 4,5 г/см<sup>3</sup>. Температура плавления 1680°C. Наличие полиморфизма у титана создаёт предпосылки для улучшения свойств титановых сплавов с помощью термической обработки. Титановые сплавы имеют ряд преимуществ по сравнению с другими: сочетание высокой прочности с хорошей пластичностью, малая плотность, хорошая жаропрочность и высокая коррозионная стойкость (BT9, BT18, BT21Л). Алюминий - лёгкий металл с плотностью 2,7 г/см<sup>3</sup> с температурой плавления 657°C. Алюминиевые сплавы по технологическим свойствам подразделяют на три группы: деформируемые, не упрочняемые термической обработкой (АМц, АМг); деформируемые, упрочняемые термической обработкой (Д1, В95, АК8); литейные сплавы (АЛ2, АЛ20). Магний – очень лёгкий металл с плотностью 1,74 г/см<sup>3</sup> с температурой плавления 650°C. Сплавы на основе магния делятся на деформируемые (МА1, МА8) и литейные (МЛ3, МЛ5). Медь – металл с плотностью 8,94 г/см<sup>3</sup> и температурой плавления 1083°C. Различают две основных группы медных сплавов: латуни – сплавы меди с цинком, которого в составе латуни может быть до 45% (Л62, ЛАЖ60-1-1); бронзы – сплавы меди с другими элементами (БрОФ10-1, БрАЖ9-4, БрБ2).

## **Тема 9 «Стали и сплавы с особыми свойствами»**

### **Лекция 15,16.**

#### **План:**

- 1.Жаростойкие стали и сплавы.
- 2.Жаропрочные стали и сплавы.
- 3.Магнитные стали и сплавы.
- 4.Стали и сплавы с особыми тепловыми и упругими свойствами.

Цель: изучить материалы, применяемые в теплоэнергетике

Задача: научиться выбирать материалы для деталей, работающих в теплоэнергетике

Материалы в теплоэнергетике, приборостроении и автоматике. Магнитные материалы. Материалы с особыми тепловыми и упругими свойствами. Проводниковые материалы, сплавы с высоким электросопротивлением, припой. Контактные материалы, материалы в микроэлектронике. Многие аппараты, машины и отдельные детали работают при повышенных и высоких температурах, испытывая большие напряжения. В этих случаях используют жаропрочные стали и сплавы. Если изделия, работающие при повышенных температурах, слабонагружены, то для их изготовления используют жаростойкие стали и сплавы. Основной способ повышения жаростойкости – легирование хромом, алюминием или кремнием, образующими на поверхности окислы. Чем выше содержание хрома, тем более окалиностойки стали, например сталь 15X25T окалиностойка до 1100°C. Высокой жаростойкостью обладают силхромы, силхромали, а также стали 08X17T, 15X28, 30X13H7C2, 15X6Ю, 36X18H25C2. Сплавы на основе никеля по жаропрочным свойствам превосходят лучшие жаропрочные стали: ХН60Ю, ХН78Т. Для многих деталей приборов иногда необходимо получить заданные магнитные характеристики, для других – определённые электрические величины, тепловые свойства и т.д. Магнитные стали и сплавы по назначению подразделяют на магнитомягкие и магнитотвёрдые. Для магнитомягких характерны малая коэрцитивная сила, высокая магнитная проницаемость и узкая петля гистерезиса: Э11, Э21, Э310, Э41, пермендюр, алсифер. Магнитотвёрдые материалы имеют большую остаточную индукцию, высокую коэрцитивную силу и небольшую магнитную проницаемость. Для изготовления высококачественных магнитов используют сплавы ални, алниси, алнико (магнико). Сплавы с особыми упругими свойствами. Аномальность изменения коэффициента линейного расширения сплавов системы железо – никель широко используют в технике. Сплав с содержанием никеля 36% называют инваром (И36) Инвар сохраняет постоянным коэффициент линейного расширения в интервале температур от -80 до +100°C. Его применяют для изготовления деталей приборов, которые не должны заметно изменять размеры при колебаниях температуры. Широкое применение получили платинит, суперинвар.

## **Тема 10 «Композиционные и неметаллические материалы»**

### **Лекция 17,18**

#### **План:**

- 1.Композиционные материалы
- 2.Материалы порошковой металлургии
- 3.Спечные цветные сплавы
- 4.Пластмассы
- 5.Резины
- 6.Керамика

Цель: изучить различные группы неметаллических материалов

Задача: рассмотреть области их применения и научиться выбирать неметаллические материалы для изделий, работающих в теплоэнергетике

Композиционные материалы (КМ) – искусственно созданные материалы, которые состоят из двух и более компонентов, различающихся по составу и разделённых выраженной границей, и которые имеют новые свойства, запроектированные заранее. Компонент, непрерывный во всём объёме КМ, называется матрицей. Компонент прерывистый, разделённый в объёме КМ, называется арматурой. КМ с органическими полимерами в качестве непрерывной фазы называют полимерными КМ. Порошковая металлургия – область техники, охватывающая процессы получения порошков металлов и металлоподобных соединений и процессы изготовления изделий из них без расплавления. Характерная особенность – применение исходного материала в виде порошков, из которых прессованием формируется изделие заданной формы и размеров. Спечные цветные сплавы используют тогда, когда не представляется возможным получить изделие другим способом. Их получают из порошков основного металла и порошков легирующих элементов, которым придают форму, прессуют и спекают. Пластмассы- искусственные материалы, полученные на основе синтетических или природных материалов (смола). Подразделяются на простые, состоящие из чистых смол, и сложные или композиционные, в состав которых входят наполнители, пластификаторы, связующие вещества, смазывающие и т. д. В зависимости от входящих компонентов сложные пластмассы делятся на термопластичные и терморезистивные. Резина-продукт вулканизации (химического взаимодействия) смеси натурального или синтетического каучука и серы с различными наполнителями. Является терморезистивным материалом. В зависимости от количества серы различают: мягкие резины (2-4% серы) ; жесткие резины - полуэбониты (12-13% серы); твердые резины – эбониты (30-50%) серы. Основные свойства резиновых изделий: высокая эластичность, сопротивление разрыву и износу, газо- и водонепроницаемость, морозоустойчивость, химическая стойкость, способность к большим деформациям, является диэлектриком. Керамика – многокомпозиционный материал, получаемый из формовочной массы заданного химического состава из минералов и оксидов металлов. Любая керамика – это материал многофазный, состоящий из кристаллической, аморфной и газовой фаз. По назначению керамика может быть электротехнической, высокочастотной, термостойкой, корундовой (износостойкой) и т. д.

## 2.2 ЛАБОРАТОРНЫЕ РАБОТЫ

В рамках дисциплины выполняются лабораторные работы по соответствующим разделам.

В пункте 5.2 рабочей программы дисциплины приведен список лабораторных работ. Студенты разбиваются на бригады, состоящие из трех человек. Теоретическое содержание и методические указания по выполнению лабораторных работ представлены в учебно-методическом пособии [1] дополнительного списка литературы.

## 2.3 ПРАКТИЧЕСКИЕ РАБОТЫ

№	Объем в часах	Наименование	Характер и цель занятий
1	2	3	4
1.	2	Изучение диаграмм двойных сплавов	Уяснение значения диаграмм состояния при изучении сплавов и превращений в них.
2.	4	Изучение диаграммы железо-углерод	Изучение структурных составляющих, образованных железом и углеродом, превращений, происходящих в сплавах при медленном охлаждении. Построение кривых охлаждения.
3	4	Термическая обработка сталей, назначение, виды	Влияние скорости охлаждения на структуру и свойства стали
4.	2	Изучение процессов химико-термической обработки	Изучение влияния различных химических элементов на изменение структуры и свойств поверхностного слоя стали в результате химико-термической обработки.
5	2	Изучение легированных сталей	Влияние различных легирующих элементов на свойства легированных сталей. Классификация, свойства, маркировка, термическая обработка.
6	4	Изучение неметаллических материалов	Классификация пластмасс, резин, композиционных материалов,

### ЗАДАНИЯ К ПРАКТИЧЕСКИМ ЗАНЯТИЯМ

#### Задание к практической работе № 1

*Цель работы:* изучение структур двойных сплавов, уяснение значения диаграмм состояния при изучении сплавов и превращений в них.

*Содержание:* каждому студенту предлагается одна из диаграмм (табл. 6, рис. 26-35).

*При выполнении задания необходимо:*

1. Вычертить диаграмму состояния указанной системы и показать структурные составляющие во всех областях диаграммы.
2. Для сплава с указанной концентрацией компонентов построить кривую охлаждения или нагревания с применением правила фаз.
3. Объяснить превращения, происходящие в сплаве при его нагревании или охлаждении.
4. Выбрать для заданного сплава любую температуру, лежащую между линиями ликвидус и солидус, и определить:
  - а) процентное соотношение компонентов в жидкой и твердой фазах;
  - б) количественное соотношение фаз.

### Варианты заданий для выполнения практической работы № 1

№ задания	Система	Кривая	Сплав для построения кривой охлаждения (нагрева)
1	Al-Si	Охл.	10 % Si
2	Al-Cu	Нагр.	20 % Cu
3	Sn-Zn	Нагр.	85 % Zn
4	Al-Ge	Охл.	10 % Ge
5	Pb-Sn	Нагр.	5 % Sn
6	Pb-Sb	Охл.	50 % Sb
7	Cu-Ag	Нагр.	25 % Ag
8	Pb-Mg	Охл.	10 % Mg
9	Cu-Ni	Нагр.	40 % Ni
10	Mg-Ca	Охл.	4 % Ca
11	Al-Si	Нагр.	4 % Al
12	Al-Cu	Охл.	6 % Cu
13	Sn-Zn	Нагр.	50 % Sn
14	Al-Ge	Охл.	80 % Ge
15	Pb-Sn	Нагр.	4 % Pb
16	Pb-Sb	Охл.	30 % Pb
17	Cu-Ag	Нагр.	12 % Cu
18	Pb-Mg	Охл.	10 % Pb
19	Cu-Ni	Нагр.	40 % Cu
20	Mg-Ca	Охл.	10 % Mg
21	Mg-Ca	Нагр.	45 % Mg
22	Pb-Mg	Охл.	40 % Pb
23	Pb-Sn	Нагр.	30 % Sn
24	Al-Si	Охл.	95 % Si
25	Al-Cu	Охл.	40 % Cu

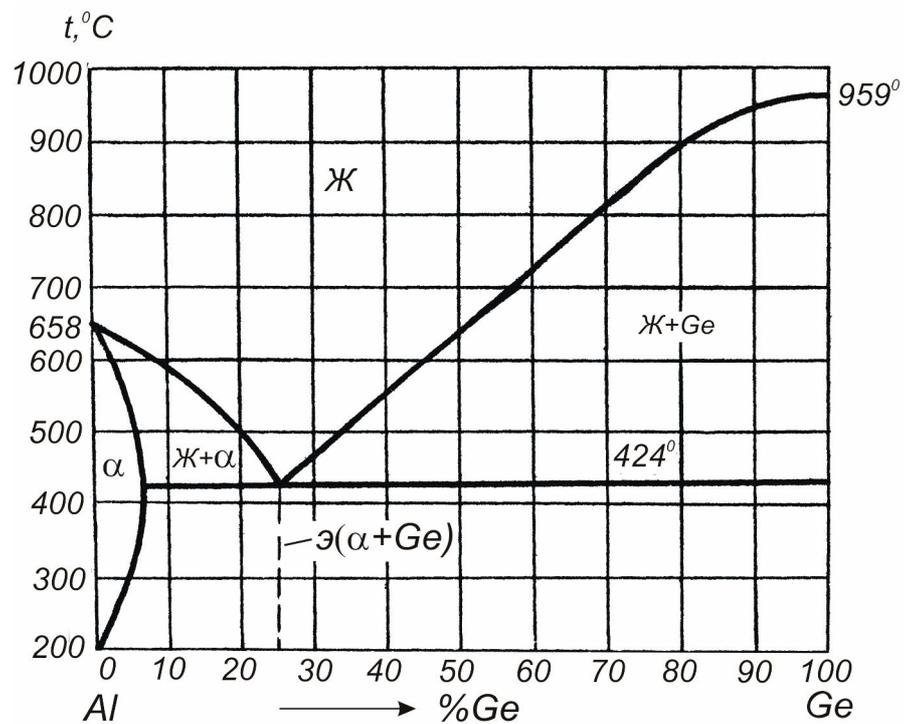


Диаграмма состояния Al-Ge.

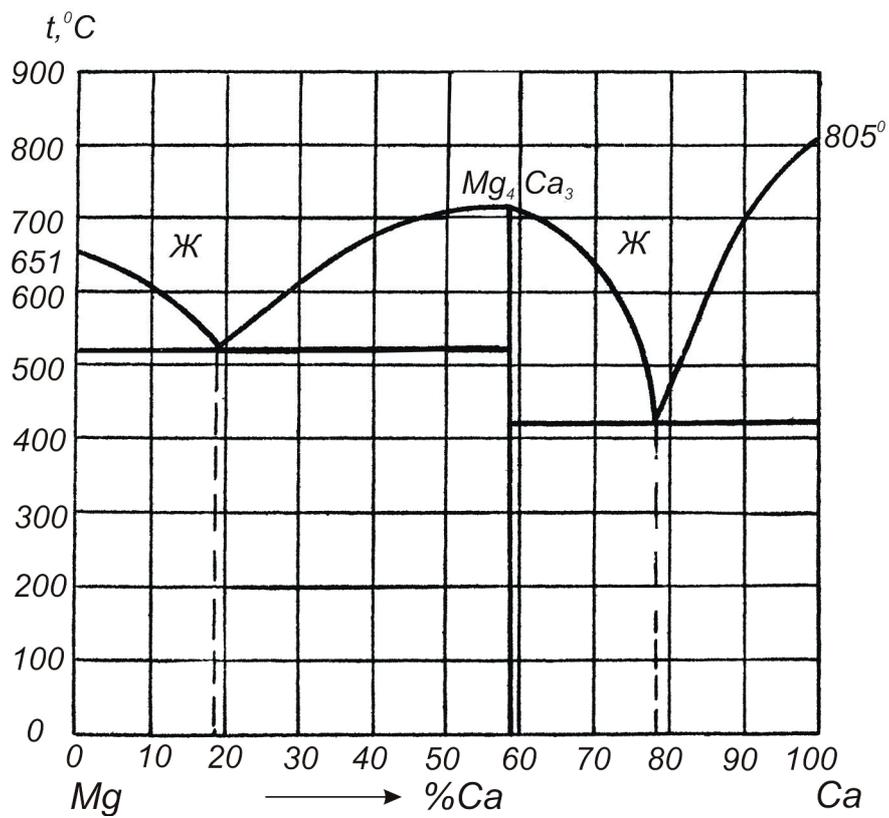


Диаграмма состояния Mg-Ca.

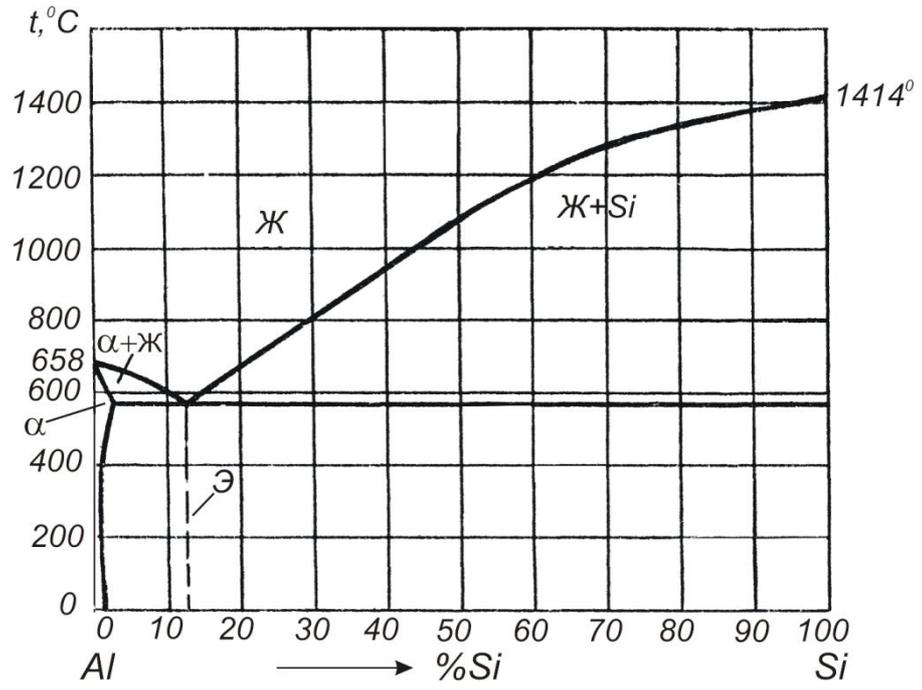


Диаграмма состояния Al-Si.

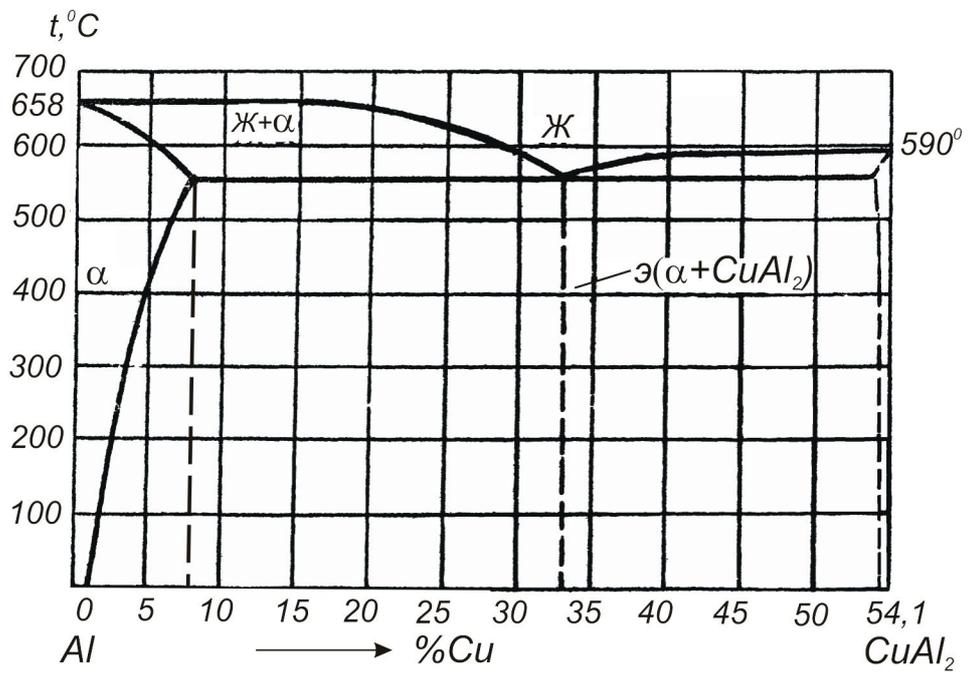


Диаграмма состояния Al-Cu.

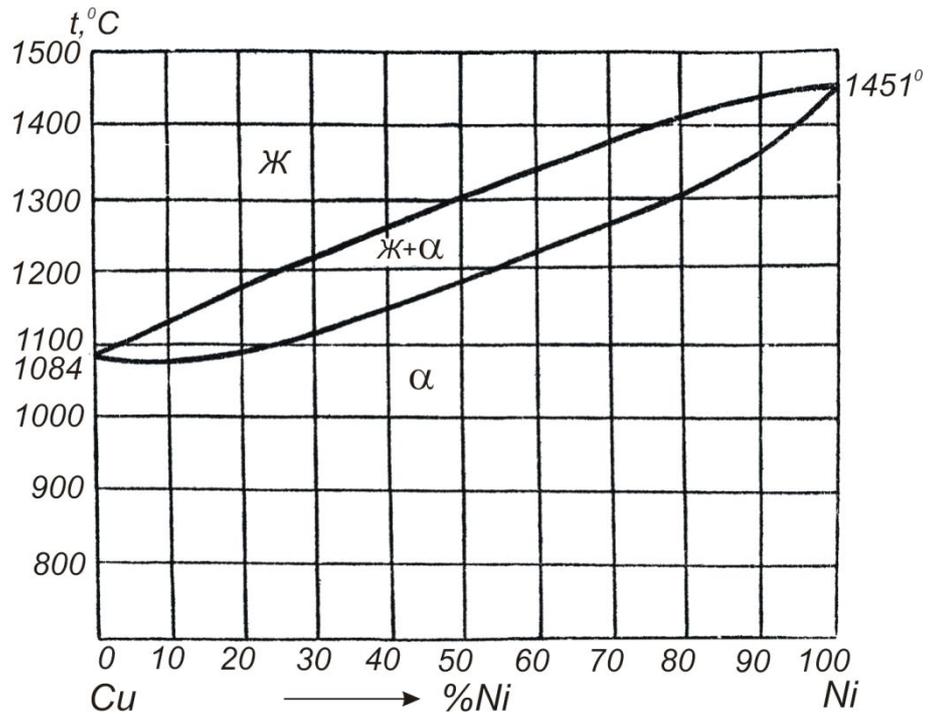


Диаграмма состояния Cu-Ni.

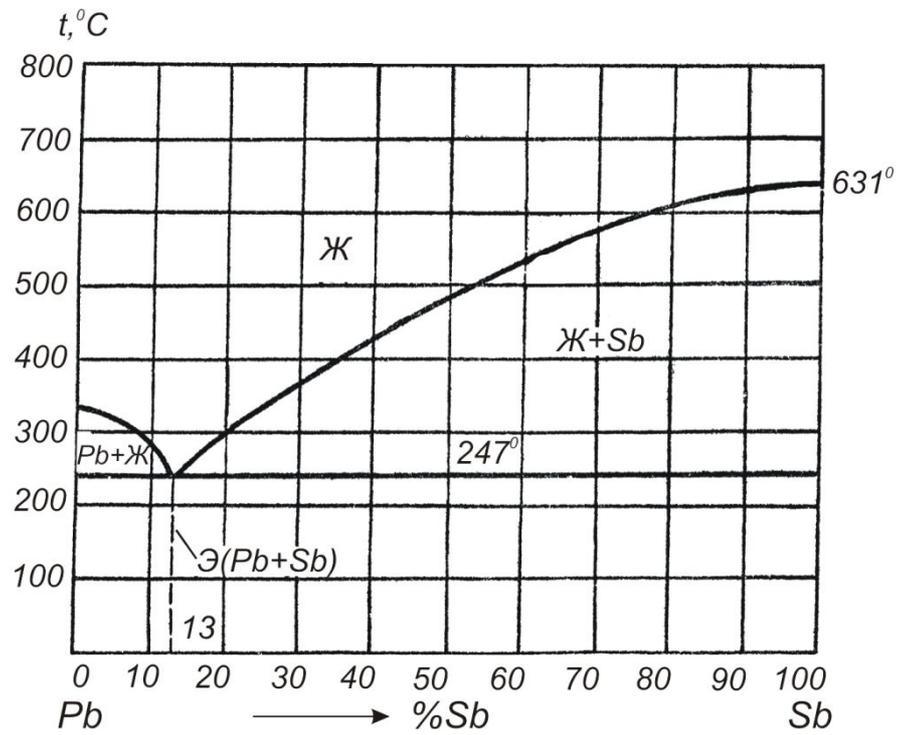


Диаграмма состояния Pb-Sb.

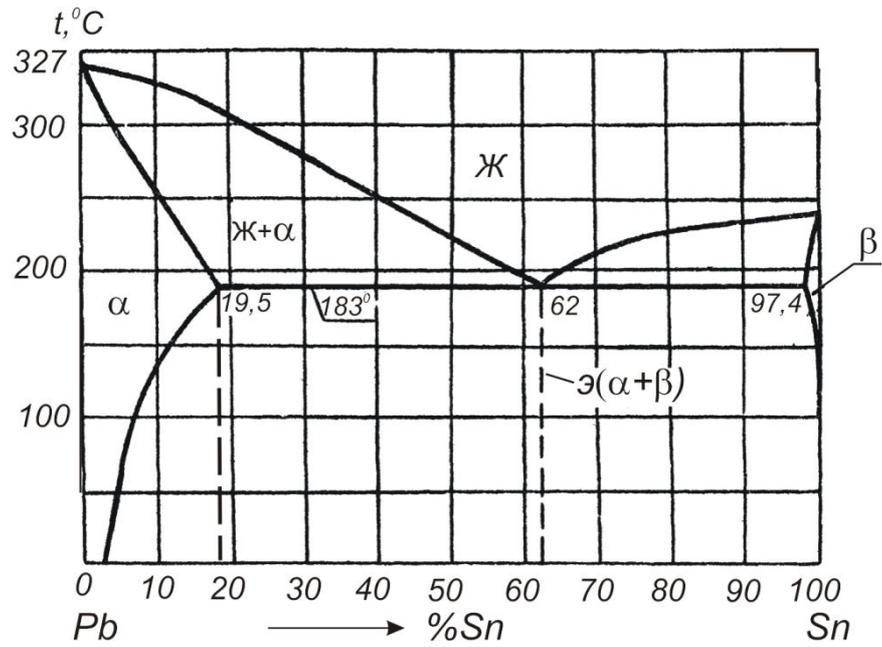


Диаграмма состояния Pb-Sn.

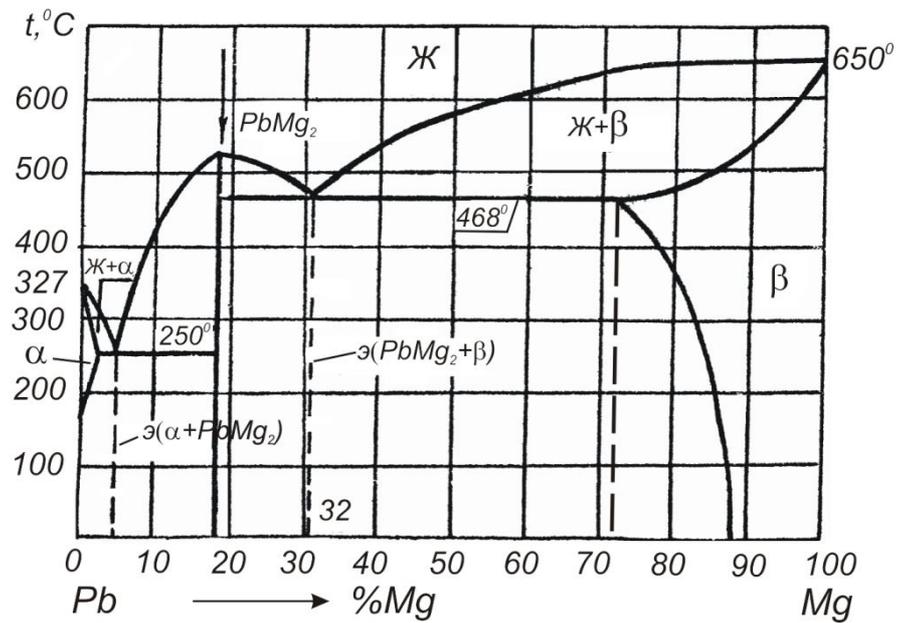


Диаграмма состояния Pb-Mg.

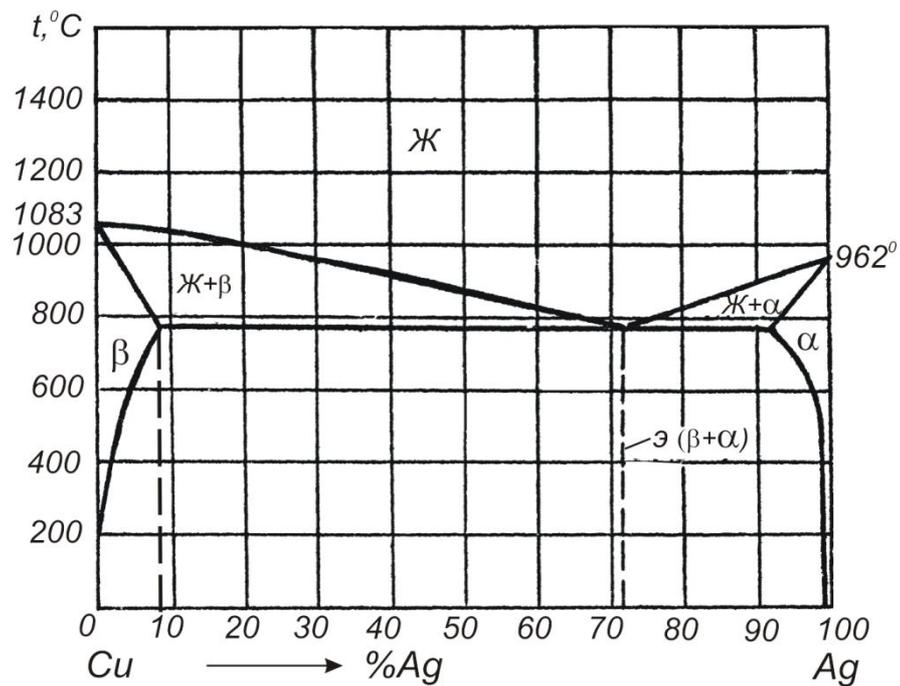


Диаграмма состояния Cu-Ag.

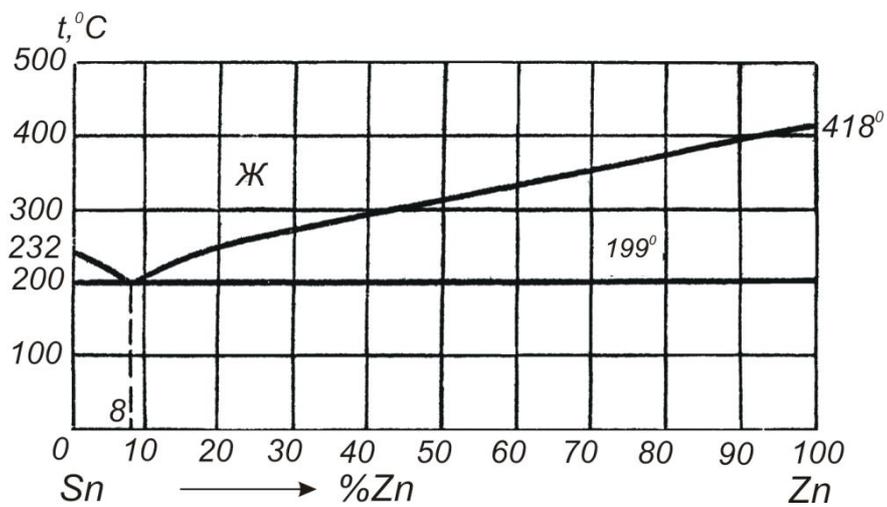


Диаграмма состояния Sn-Zn.

## Задание к практической работе № 2

*Цель работы:* детальное усвоение системы железо–углерод, характеризующей важнейшие и наиболее распространенные технические сплавы – сталь и чугун. Уяснение физической сущности превращений системы в различных зонах температур, на которых основывается термическая обработка.

*Содержание:* из системы сплавов железо-углерод каждому студенту предлагается четыре сплава (табл. 7) с различным содержанием компонентов. Два из них являются сталями и два – чугунами.

*При выполнении задания необходимо:*

1. Используя диаграмму железо-углерод, провести на ней четыре вертикальные линии, соответствующие заданному содержанию углерода.

2. Для каждого сплава построить кривую охлаждения, проектируя критические точки диаграммы на ординату кривой охлаждения.

3. На каждом участке кривой охлаждения изобразить схемы структур, по возможности согласуя процентное содержание компонентов с количественным соотношением структурных составляющих (по занимаемой им площади).

4. Пользуясь правилом фаз, обосновать характер кривых охлаждения и протекающих превращений.

### Варианты заданий для выполнения практической работы № 2

№ задания	Содержание углерода в сплаве, %			
	1-й сплав	2-й сплав	3-й сплав	4-й сплав
1	0,05	1,15	3,00	5,4
2	0,10	1,45	3,6	5,8
3	0,20	1,60	4,3	6,3
4	0,15	0,85	2,4	4,4
5	0,25	1,20	3,1	6,2
6	0,30	0,90	2,5	6,1
7	0,35	1,55	2,9	5,9
8	0,40	1,25	2,6	4,5
9	0,45	1,10	4,20	6,0
10	0,50	0,95	2,70	5,6
11	0,55	1,00	3,20	4,9
12	0,60	1,05	2,8	5,2
13	0,65	1,50	4,1	5,7
14	0,70	1,30	3,3	5,0
15	0,75	1,35	3,4	5,5
16	0,15	1,20	3,7	4,6
17	0,80	1,40	3,9	5,3

18	0,65	0,65	3,8	4,7
19	0,50	0,50	4,0	5,1
20	0,75	0,75	3,5	4,8
21	0,80	0,80	2,1	4,3
22	0,70	0,70	4,2	6,0
23	0,55	0,55	3,4	4,5
24	0,60	0,60	3,3	6,0
25	0,10	0,10	2,8	4,4

### Варианты заданий для выполнения практической работы № 3

Тема: Изучение процессов термической обработки

Цель работы: Освоение теории и практики назначения режимов термической обработки для углеродистых и низколегированных сталей.

#### Задание №1

По марке стали выбрать изделие, которое будет из неё изготовлено. По назначению изделия задать режимы термической обработки. Объяснить превращения, происходящие в стали при нагревании и последующем охлаждении.

#### Задание №2

В результате термической обработки была получена структура (вариант из табл.). Определить какой была сталь по количеству углерода. Какой термической обработке она подвергалась. Правильно ли были выбраны режимы термической обработки.

Вариант	Задание 1	Задание 2
1	Сталь У8	Мартенсит отпуска + феррит
2	Сталь 10Х	Троостит + феррит
3	Сталь 65Г	Сорбит + феррит
4	Сталь У10А	Троостит
5	Сталь 70	Мартенсит + аустенит остаточный
6	Сталь 15 ХН	Троостит + остаточный аустенит
7	Сталь У13	Сорбит + остаточный аустенит
8	Сталь 55Г	Мартенсит остаточный + цементит 2-ый
9	Сталь 40Х	Троостит + цементит 2-ый

10	Сталь 12А	Сорбит + цементит 2-ый
11	Сталь 60	Мартенсит закали + цементит 2-ый
12	Сталь 40ХН	Мартенсит закали + цементит 2-ый

#### Практическая работа №4

По теме «Химико-термическая обработка» студенты выступают с докладами, которые обсуждаются и анализируются всей группой.

##### Задание к практической работе № 5

*Цель работы:* применить знания теории термической обработки к решению практических задач по выбору режимов термообработки для деталей различного назначения, изготовленных из легированных сталей и сплавов

*Содержание:* каждому студенту предлагается марка материала, предназначенного для изготовления изделия соответствующего наименования .

*При выполнении задания необходимо:*

1. Расшифровать состав материала и определить, к какой группе относится данный материал по назначению.
2. Назначить режим термической обработки, привести подробное его обоснование, объяснить влияние входящих в данную марку легирующих элементов на превращения, происходящие при термической обработке.
3. Описать микроструктуру и главные свойства после термической обработки.

##### Варианты заданий для выполнения практической работы № 5

№ задания	Изделия	Марка материала
1	Пружины	Сталь 55ГС
2	Метчики	Сталь Р18
3	Протяжки	Сталь Р9
4	Вкладыши подшипников скольжения	Сплав Б83
5	Пуансоны штампов, работающие без интенсивного охлаждения	Сталь 5Х3В3МФС
6	Молотовые штампы небольших размеров	Сталь В2Ф
7	Штампы дл высадки	Сталь 4Х5МФС
8	Пилы для работы по металлу	Сталь В2Ф
9	Чеканочные штампы	Сталь 6ХС
10	Скальпели хирургические	Сталь 9Х18
11	Шары дробильных мельниц	Сталь Г13

№ задания	Изделия	Марка материала
12	Подшипники качения	Сталь ШХ15СГ
13	Пружины	Сталь 65ГА
14	Детали, работающие в агрессивных средах	Сталь 15Х25Т
15	Детали, работающие в агрессивных средах	Сталь 12Х18Н10Т
16	Детали, работающие при температуре до 600 °С	Сталь 11Х11Н2ВМФ
17	Выпускные клапаны двигателей внутреннего сгорания	Сталь 45Х14Н14В2М
18	Рессоры	Сталь 60СГ
19	Фрезы	Сталь Р18Ф2
20	Шестерни, которые должны иметь износостойчивый слой при вязкой сердцевине	Сталь 20Г
21	Шестерни, которые должны иметь износостойчивый слой при вязкой сердцевине	Сталь 40Х
22	Сверла	Сталь ХВ5
23	Оси, которые должны иметь повышенную прочность по всему сечению (НВ 230-280)	Сталь 40Х
24	Детали, работающие в соляной кислоте в интервале всех концентраций	Сталь 10Х14Г14Н4Т
25	Детали, работающие в уксусной кислоте	Сталь 08Х21Н16М2Т

### Практическая работа №6

По теме «Неметаллические материалы» студенты выступают с докладами, которые обсуждаются и анализируются всей группой.

### 3 Методические указания (рекомендации)

#### 3.1 Методические указания для преподавателей

Дисциплина «Материаловедение и технология конструкционных материалов» относится к циклу общепрофессиональных дисциплин, региональная компонента. Для изучения дисциплины предусмотрена аудиторная и самостоятельная формы работы.

В пунктах 4 и 6 рабочей программы приведены формы текущего, итогового контроля и форма самостоятельной работы. К аудиторным видам работы относятся лекции и лабораторные занятия.

На лекциях излагается основной материал по темам дисциплины. Подготовка лекции непосредственно начинается с разработки структуры рабочего лекционного курса по конкретной дисциплине. Количество лекций определяется с учетом общего количества часов, отведенных для лекционной работы.

Структура лекционного курса обычно включает в себя вступительную, основную и заключительную части. После определения структуры лекционного курса по темам можно приступить к подготовке той или иной конкретной лекции.

Методика работы над лекцией предполагает примерно следующие этапы:

- выяснение того, что и в каком объёме было изучено студентами ранее по родственным дисциплинам;
- определение места изучаемой дисциплины в учебном процессе подготовки специалиста;
- отбор материала для лекции;
- определение объема и содержания лекции;
- выбор последовательности и логики изложения, составление плана лекции;
- подбор иллюстративного материала;
- выработка манеры чтения лекции.

Отбор материала для лекции определяется ее темой. Следует тщательно ознакомиться с содержанием темы в базовой учебной литературе, которой пользуются студенты. Выяснить, какие аспекты изучаемой проблемы хорошо изложены, какие данные устарели и требуют корректировки. Следует определить вопросы, выносимые на лекцию, обдумать обобщения, которые необходимо сделать, выделить спорные взгляды и четко сформировать свою точку зрения на них.

Определение объема и содержания лекции – ещё один важный этап подготовки лекции, определяющий темп изложения материала. Это обусловлено ограниченностью временных рамок, определяющих учебные часы на каждую дисциплину. Не рекомендуется идти по пути планирования чтения на лекциях всего предусмотренного программой материала в ущерб полноте изложения основных вопросов. Лекция должна содержать столько информации, сколько может быть усвоено аудиторией в отведенное время. Лекцию нужно разгружать от части материала, переносить его на самостоятельное изучение. Самостоятельно изученный студентами материал, наряду с лекционным, выносится на экзамен. Если лекция будет прекрасно подготовлена, но перегружена фактическим (статистическим, и т.п.) материалом, то она будет малоэффективной и не достигнет поставленной цели.

Кроме того, при выборе объема лекции необходимо учитывать возможность «среднего» студента записать ту информацию, которую он должен обязательно усвоить. Приступая к решению вопроса об объеме и содержании лекции, следует учитывать ряд

особенных, специфических черт этого вида занятия, в том числе и дидактическую характеристику лекции. Лекция входит органичной частью в систему учебных занятий и должна быть содержательно увязана с их комплексом, с характером учебной дисциплины, а также с образовательными возможностями других форм обучения.

Содержание лекции должно отвечать ряду дидактических принципов. Основными из них являются: целостность, научность, доступность, систематичность и наглядность.

После определения объёма и содержания лекции, необходимо с современных позиций проанализировать состояние проблемы, изложенной в учебных материалах, и составить расширенный план лекции.

Основные этапы планирования и подготовки занятий:

- Разработка системы занятий по теме или разделу.
- Определение задач и целей занятия.
- Определение оптимального объема учебного материала, расчленение на ряд законченных в смысловом отношении блоков, частей.
- Разработка структуры занятия, определение его типа и методов обучения.
- Нахождение связей данного материала с другими дисциплинами и использование этих связей при изучении нового материала.
- Подбор дидактических средств (фильмов, карточек, плакатов, схем, вспомогательной литературы).
- Определение форм и методов контроля знаний студентов.
- Определение самостоятельной работы по данной теме.

В учебном плане по каждой дисциплине имеется графа «Самостоятельная работа» с указанием количества часов, отведенных на эту работу. В рабочей программе дисциплины предусмотрен раздел «Самостоятельная работа», в котором должны быть изложены:

1. Количество часов, выделенных в учебном плане на самостоятельную работу.
2. Число заданий на самостоятельную работу, которое студент должен выполнить в процессе изучения дисциплины.
3. Краткое содержание каждого задания.
4. Сроки и формы промежуточного контроля по выполненным заданиям.

Все виды самостоятельной работы, предусмотренные в рабочей программе по каждой дисциплине, должны быть обеспечены методическими указаниями, являющимися неотъемлемой частью методического обеспечения читаемой дисциплины.

В ходе самостоятельной работы студент осваивает теоретический материал по дисциплине (освоение лекционного курса, а также освоение отдельных тем), закрепляет знание теоретического материала подготовка и выполнение работ по физическому практикуму и выполнение расчетно-графических работ.

К видам самостоятельной работы в пределах данной дисциплины относятся:

- 1) написание конспектов по темам,
- 2) подготовка к контролирующему тесту по модулю,
- 3) подготовка к лабораторным работам,
- 4) подготовка к зачёту по дисциплине.

Перед выдачей заданий на самостоятельную работу преподаватель читает вводную лекцию, в которой излагаются:

1. Тема задания, алгоритм его выполнения.
2. Перечень литературы, необходимой для выполнения задания.
3. Комплекс задач, которые студент обязан решить.

4. Порядок текущего контроля за выполнением самостоятельной работы.
5. Краткое содержание методических указаний по выполнению самостоятельной работы и место, где можно получить эти методические указания.
6. Форма представления выполненного варианта задания.
7. Методика контроля по выполненному заданию .

Критериями оценки результатов работы студентов в течение студента являются: уровень освоения студентом учебного материала, умения студента использовать теоретические знания при выполнении практических задач, обосновать четкость изложения ответов. По окончании курса студенты обязаны сдать зачет. Сроки проведения итогового контроля устанавливается графиком учебного процесса. При проведении итогового контроля по дисциплине преподаватель должен оценить уровень сформированности у студентов умений и навыков при освоении программы дисциплины.

### 3.2 Методические указания для студентов

В процессе изучения лекционного материала рекомендуется использовать не только опорные конспекты, но и учебники и учебные пособия. Перед каждой лекцией рекомендуется просмотреть материал по предыдущей лекции.

#### Методические рекомендации по подготовке к лабораторным работам.

1. Лабораторные работы выполняются бригадой, состоящей из 3 студентов.
2. Подготовка к лабораторным работам требует достаточное количество времени, поэтому целесообразно планировать ее заранее!
3. Каждому занятию предшествует предварительная подготовка студента, которая включает в себя: а) ознакомление с содержанием лабораторной работы по методическим указаниям к ней; б) проработку теоретической части по учебникам, рекомендованным в методических указаниях; в) подготовка отчета по лабораторной работе.

Отчет должен содержать:

- 1) название лабораторной работы;
- 2) цель;
- 3) приборы и принадлежности;
- 4) таблицу для занесения результатов (при необходимости);
- 5) теоретическую часть (основные понятия и законы);
- 6) описание опыта и установки.

Теоретическая часть должна быть краткой, занимать не более листа. Она должна содержать основные положения, законы, лежащие в основе изучаемого материала. Студент должен помнить, что методические указания к лабораторным работам являются только основой для их выполнения. Теоретическую подготовку к каждой лабораторной работе необходимо осуществлять с помощью учебной литературы.

4. Оформление результатов работы производится в **личном лабораторном журнале** студента. Утерянный лабораторный журнал подлежит восстановлению.

5. Перед выполнением эксперимента студент должен получить допуск к работе. Для получения допуска студент должен пройти собеседование с преподавателем и ответить на следующие вопросы:

- какова цель экспериментальной задачи? Каковы основы теории изучаемого материала, основные понятия и определения.
- каков принцип работы экспериментальной установки?
- каковы основные этапы эксперимента.

5. Получив допуск, выполнить эксперимент с соблюдением его методики и правил техники безопасности. Занести данные измерений в таблицы отчета.

После выполнения эксперимента студент должен получить отметку преподавателя о выполнении работы. Без **подписи** преподавателя работа не считается выполненной.

6. Зарисовать структуры и заполнить таблицы. Отчет должен быть оформлен аккуратно: рисунки и таблицы следует выполнять **по линейке**.

7. Для получения зачета по работе необходимо представить преподавателю оформленный отчет со всеми необходимыми расчетами, таблицами и рисунками и защитить его в ходе последующего собеседования. Для получения зачета студент представляет преподавателю оформленный отчет.

8. Если студент не выполнил лабораторную работу, то на следующем занятии он выполняет с л е д у ю щ у ю по графику работу. Пропущенную работу можно выполнить в течение семестра, предварительно получив допуск у преподавателя.

9. Следует своевременно сдавать выполненные работы: н е д о п у с к а е т с я выполнение следующей работы при наличии двух выполненных, но не зачтенных работ.

### **3.3 Методические рекомендации по самостоятельной работе студентов**

Самостоятельная работа студентов – это процесс активного, целенаправленного приобретения студентом новых для него знаний и умений без непосредственного участия преподавателей. Самостоятельная работа сопровождается эффективным контролем и оценкой ее результатов.

Предметно и содержательно самостоятельная работа определяется государственным образовательным стандартом, действующим учебным планом, рабочей программой дисциплины, средствами обеспечения самостоятельной работы.

Самостоятельная работа – это важная часть любого образования. Для студента она начинается с первых дней учебы в высшем учебном заведении. Это работа, которую за него никто не в состоянии выполнить и обязанность преподавателя – научить студента самостоятельно трудиться, самостоятельно пополнять запас знаний.

Для успешной самостоятельной работы студент должен планировать свое время и за основу рекомендуется брать рабочую программу учебной дисциплины.

Самостоятельная работа студента при подготовке и изучению лекционного материала.

После прослушивания лекции необходимо проработать и осмыслить полученный материал. Умение слушать, творчески воспринимать излагаемый материал – это необходимое условие для его понимания. Внимательное слушание требует умственного напряжения, волевых усилий. В процессе лекционного занятия необходимо выделять важные моменты, выводы, анализировать основные положения. Если при изложении материала преподавателем создана проблемная ситуация, пытаться предугадать дальнейший ход рассуждений. Это способствует лучшему усвоению материала лекции и облегчает запоминание отдельных выводов. Из сказанного следует, что для более прочного усвоения знаний лекцию необходимо конспектировать.

Конспект лекций должен быть в отдельной тетради. Не надо стремиться подробно слово в слово записывать всю лекцию. Конспектировать необходимо только самое важное в рассматриваемом параграфе: формулировки определений и законов, выводы, то есть то, что старается выделить лектор, на чем акцентирует внимание студентов. Необходимо

отфильтровывать и сжимать подаваемый материал. Более подробно записывать основную информацию и кратко – дополнительную. Не нужно просить лектора несколько раз повторять одну и ту же фразу для того, чтобы успеть записать. По возможности записи вести своими словами, своими формулировками. Лекция не должна превращаться в своеобразный урок-диктант. Поскольку в этом случае студент не учится мыслить и анализировать услышанное, и лекция превращается в механический процесс.

Тетрадь для конспекта лекций также требует особого внимания. Ее нужно сделать удобной, практичной и полезной, ведь именно она является основным информативным источником при подготовке к различным отчетным занятиям, зачетам, экзаменам. Целесообразно отделить поля, где можно бы изложить свои мысли, вопросы, появившиеся в ходе лекции. Полезно одну из страниц оставлять свободной. Она потребуется потом, при самостоятельной подготовке. Сюда можно будет занести дополнительную информацию по данной теме, полученную из других источников: чертежи и рисунки, схемы и графики, цитаты и биографии выдающихся ученых и т.д. Таким образом, на лекции студент должен совместить два момента: внимательно слушать лектора, прикладывая максимум усилий для понимания излагаемого материала и одновременно вести его осмысленную запись.

Рабочей программой дисциплины предусматривается самостоятельное изучение определенных тем, приведенных в пункте 9.2, и их конспектирование. При составлении конспектов можно пользоваться теми же принципами, что и при написании лектора. Не нужно полнотекстовое копирование, научитесь в процессе конспектирования разбивать текст на смысловые части и заменять их содержание короткими фразами и формулировками.

#### Самостоятельная работа при выполнении лабораторных работ.

Главные задачи лабораторных работ таковы:

- 1) освоение методики изучения структур;
- 2) изучение устройства и принципов работы приборов;
- 3) приобретение навыков работы на лабораторном оборудовании.

Прежде, чем приступить к выполнению лабораторной работы, необходимо внимательно ознакомиться с её методическим описанием. Методические описания содержат:

- 1) название работы, ее цель;
- 2) перечень приборов и принадлежностей;
- 3) общую теоретическую часть ;
- 4) методику проведения работы;
- 5) контрольные вопросы.

Основная часть времени, выделенная на выполнение лабораторной работы, затрачивается на самостоятельную подготовку: описание работы в индивидуальном лабораторном журнале, подготовка к допуску работы, самостоятельная обработка полученных результатов их анализ, формулировка выводов по проделанной работе, подготовка к защите теоретической части работы.

Студент должен понимать, что методическое описание – это только основа для выполнения работы, что навыки экспериментирования зависят не от качества описания, а от отношения студента к работе и что формально, бездумно проделанные измерения – это потраченное впустую время. Если студент приступает к работе без четкого представления о теории изучаемого вопроса, он не может «узнать в лицо» явление, не сумеет отделить изучаемый эффект от случайных помех, а также окажется не в состоянии судить об исправности и неисправности установки. Поэтом этапу выполнения работы предшествует «допуск к работе». Этот этап необходим и по той причине, что в лабораторном практикуме часто изучаются темы еще не прочитанные на

лекциях и даже не включенные в лекционный курс. Для облегчения подготовки к сдаче теоретического материала полезно ответить на контрольные вопросы, сформулированные в методическом описании.

Для успешного выполнения лабораторной работы студенту необходимо разобраться в устройстве прибора. Если в лабораторной работе исследуется зависимость одной величины от другой, эту зависимость следует представить графически. Число точек на различных участках кривой и масштабы выбираются с таким расчетом, чтобы наглядно были видны места изгибов, экстремумов и скачков.

Выполнение каждой из запланированных работ заканчивается предоставлением отчета.

#### Самостоятельная работа студента при подготовке к контролирующим тестам, зачету.

В высшей школе студент должен прежде всего сформировать потребность в знаниях и научиться учиться, приобрести навыки самостоятельной работы, необходимые для непрерывного самосовершенствования, развития профессиональных и интеллектуальных способностей.

К формам учета знаний по дисциплине «Материаловедение и технология конструкционных материалов» кроме зачета, рабочей программой предусмотрены также контролирующие тесты по модулям.

Согласно рабочей программе по дисциплине контролирующий тест проводится по темам соответствующих модулей. В каждом тестовом задании от 7 до 10 заданий. Цель тестирования - способствовать повышению эффективности обучения учащихся, выявить уровень усвоенных теоретических знаний, выявить практические умения и аналитические способности студентов. Тест позволяет определить, какой уровень усвоения знаний у того или иного учащегося, т.е. определить пробелы в обучении. А на основе этого идет коррекция процесса обучения и планируются последующие этапы учебного процесса. При подготовке к контролирующему тесту необходимо повторить теоретический материал по определенным темам.

Зачет – форма итоговой проверки и оценки полноты и прочности знаний студентов, а также сформированности умений и навыков; проводится в виде собеседования по важнейшим вопросам каждого раздела изученного курса или по курсу в целом в индивидуальном порядке. Может проводиться с применением тестирования.

Основная цель подготовки к зачету — достичь понимания материала, а не только механически заучить материал. Но все же довольно много вещей придется просто выучить. При этом следует учитывать индивидуальные особенности. К примеру, если у студента зрительный тип памяти, тогда следует уделить особое внимание внешней форме краткого конспекта — недопустим небрежный, неразборчивый, мелкий почерк. Формулы должны быть отделены от текста некоторым пространством, чтобы «бросаться в глаза» сразу. Конечно, аккуратный конспект потребует несколько большего времени, но в итоге время на заучивание сократится, что позволит эффективнее подготовиться к зачету. Если у студента слуховой тип памяти, следует проговаривать наиболее важную часть материала, возможно даже использовать магнитофон для подготовки. Если же преобладающим является моторный тип памяти, то конспект нужно переписать несколько раз, причем каждый раз надо вычеркивать то, что уже выучено достаточно хорошо, оставляя для переписывания только самое необходимое для запоминания.

#### 4. Контроль знаний.

Контроль знаний, умений и навыков студентов при изучении дисциплины осуществляется на уровне текущего и итогового контроля.

##### 4.1 Текущий контроль знаний

Текущий контроль успеваемости проводится с целью повышения качества и прочности знаний, проверки процесса и результатов усвоения учебного материала. Текущий контроль успеваемости проводится в течении семестра и предполагает вставление каждому студенту отметок, оценивающих выполнение им всех видов работ, предусмотренных учебной программой дисциплины.

Текущий контроль осуществляется при работе на лекциях, на лабораторных работах, при выполнении заданий для самостоятельной работы, тестировании. Образцы различных видов оценочных средств текущего контроля по дисциплине представлены ниже.

#### Примерный вариант контролирующего теста

**Промежуточный контролирующий тест**  
**по дисциплине «Материаловедение. Технология конструкционных материалов»**

Инструкция: все задания имеют одну и ту же форму - с выбором одного правильного ответа из четырех

#### Вариант №1

1. Перлит – это...
  - 1) твердый раствор углерода в  $\alpha$ -Fe;
  - 2) твердый раствор углерода в  $\gamma$ -Fe;
  - 3) химическое соединение железа с углеродом;
  - 4) механическая смесь феррита и цементита.
  
2. В каком из видов чугунов графитовые включения имеют шаровидную форму?
  - 1) белый чугун;
  - 2) серый чугун;
  - 3) ковкий чугун;
  - 4) высокопрочный чугун.
  
3. К какому виду сталей относится Сталь Р6М5?
  - 1) углеродистая инструментальная;
  - 2) углеродистая конструкционная;
  - 3) легированная инструментальная;
  - 4) легированная конструкционная.
  
4. Какие температурные интервалы имеет низкий отпуск?
  - 1) 100-150°C;
  - 2) 180-200 °C;
  - 3) 300-400 °C;
  - 4) 500-600 °C.
  
5. Линейными дефектами кристаллического строения являются...

- 1) вакансии;
- 2) внедренный атом;
- 3) дислокации;
- 4) замещенный атом.

6. Какой вид обработки относится к термическим?

- 1) алитирование;
- 2) силицирование;
- 3) нормализация;
- 4) хромирование.

7. Какой вид обработки относится к химикотермической?

- 1) цементация;
- 2) отпуск;
- 3) закалка;
- 4) отжиг.

8. К какому виду сталей по содержанию углерода относится Сталь 45?

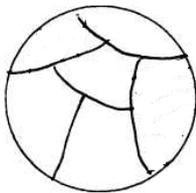
- 1) доэвтектоидная;
- 2) эвтектоидная;
- 3) заэвтектоидная;
- 4) эвтектическая.

9. К какой группе примесей углеродистых сталей относятся S и P?

- 1) скрытые;
- 2) специальные;
- 3) постоянные полезные;
- 4) постоянные вредные.

10. Какая из указанных на рисунке структур является структурой заэвтектоидной стали?

1)



2)



3)



4)



11. От чего зависит размер зерна при кристаллизации?
- 1) от температуры нагрева;
  - 2) от скорости охлаждения;
  - 3) от концентрации компонентов;
  - 4) от механического воздействия.
12. Каким методом определяется твердость тонких слоев?
- 1) методом Бринелля;
  - 2) методом Роквелла;
  - 3) методом Курнакова;
  - 4) методом Виккерса.
13. Мартенситом является ...
- 1) механическая смесь феррита и цементита;
  - 2) химическое соединение железа и углерода;
  - 3) пересыщенный раствор углерода в решетке  $\alpha$ -Fe;
  - 4) ограниченный твердый раствор углерода в решетке  $\gamma$ -Fe.
14. В каких модификациях может существовать железо?
- 1)  $\alpha$ -Fe,  $\sigma$ -Fe;
  - 2)  $\alpha$ -Fe,  $\gamma$ -Fe;
  - 3)  $\gamma$ -Fe,  $\psi$ -Fe;
  - 4)  $\gamma$ -Fe,  $\sigma$ -Fe.
15. Какая линия на диаграмме железо-углерод является линией ликвидус?
- 1) ANN;
  - 2) JSK;
  - 3) ABCD;
  - 4) PSK.
16. В каком состоянии присутствует углерод в сером чугуна?
- 1) в свободном в виде графита;
  - 2) в виде химического соединения;
  - 3) в виде ограниченного твердого раствора;
  - 4) в связанном в виде цементита.

## 4.2 Итоговый контроль знаний

### Итоговый контролирующий тест по дисциплине «Материаловедение . Технология конструкционных материалов»

Инструкция: все задания имеют одну и ту же форму - с выбором одного правильного ответа из четырех

#### Вариант №3

1. От чего зависит величина зерна в процессе кристаллизации?
- 1) скорости охлаждения;
  - 2) температуры нагрева;
  - 3) времени выдержки в печи;
  - 4) концентрации.

2. Вакансия – это...

- 1) дислокация;
- 2) поверхностный дефект кристаллического строения;
- 3) точечный дефект кристаллического строения;
- 4) объемный дефект кристаллического строения.

3. Аустенит – это...

- 1) твердый раствор углерода в решетке  $Fe_{\alpha}$ ;
- 2) механическая смесь феррита и цементита;
- 3) химическое соединение Fe и C;
- 4) твердый раствор углерода в решетке  $Fe_{\gamma}$ .

5. В каком состоянии присутствует углерод в белом чугуне?

- 1) в свободном, в виде графита;
- 2) в связанном, в виде цементита;
- 3) в виде механической смеси феррита и цементита;
- 4) в виде твердого раствора углерода в железе.

6. Какую форму имеют графитовые включения в ковком чугуне?

- 1) чешуйчатую;
- 2) в виде шаровидных зерен;
- 3) хлопьевидную;
- 4) пластинчатую.

7. К какой группе сталей относится сталь Р6М5?

- 1) углеродистая инструментальная;
- 2) легированная конструкционная;
- 3) углеродистая конструкционная;
- 4) легированная инструментальная.

8. Цель диффузионного отжига?

- 1) упрочнение поверхности;
- 2) снятие закалочных напряжений;
- 3) устранение химической неоднородности;
- 4) улучшение обрабатываемости.

9. В каком случае образуется эвтектика?

- 1) когда компоненты образуют химическое соединение;
- 2) когда компоненты неограниченно растворяются друг в друге;
- 3) когда компоненты вообще не растворяются друг в друге;
- 4) когда компоненты ограниченно растворяются друг в друге.

10. К каким видам примесей в железоуглеродистых сплавах относятся H, N и  $O_2$ ?

- 1) случайные;
- 2) скрытые;
- 3) специальные;
- 4) постоянные полезные.

11. К какому виду железоуглеродистых сплавов относится сплав с содержанием углерода 4,8% ?

- 1) доэвтектический чугун;
- 2) эвтектоидная сталь;

- 3) заэвтектический чугун;
- 4) заэвтектоидная сталь.

12. Полиморфизм – это...

- 1) способность металлов сопротивляться ударным нагрузкам;
- 2) способность металлов изменять кристаллическую решетку;
- 3) способность сопротивляться внедрения инородного тела;
- 4) способность сопротивляться хрупкому разрушению.

13. Какая температура является температурой нагрева под закалку для стали У8?

- 1) 100-150°C;
- 2) 550-600°C;
- 3) 650-680°C;
- 4) 760-770°C;

14. К какой группе цветных сплавов относится сплав ЛАЖ60-1-1 ?

- 1) сплав на основе алюминия деформируемый;
- 2) многокомпонентная латунь;
- 3) сплав меди с цинком;
- 4) сплав алюминия с магнием.

15. Твердой резиной является ...

- 1) эбонит;
- 2) пропилен;
- 3) второпласт;
- 4) полиамид.

16. На какой линии диаграммы Fe-C при охлаждении происходит эвтектоидное превращение?

- 1) PSK;
- 2) ECF;
- 3) ABCD;
- 4) GSK.

17. К какой группе стали по структуре относится Сталь 45 ?

- 1) ферритная;
- 2) феррито-перлитная;
- 3) перлитная;
- 4) перлитно-цементитная.

18. Цель закалки - ...

- 1) улучшение обрабатываемости металла;
- 2) снятие внутренних напряжений;
- 3) получение максимальных прочностных характеристик;
- 4) устранение химической неоднородности.

19. Назначить температуру отпуска для инструментальной стали У8 применяемой для изготовления молотков...

- 1) 180-200 °C;
- 2) 300-400 °C;
- 3) 500-600 °C;
- 4) 700-800 °C.

20. Процесс цементации – это...

- 1) насыщение поверхности металла углеродом;
- 2) насыщение поверхности металла одновременно углеродом и азотом;
- 3) насыщение поверхности металла алюминием;
- 4) насыщение поверхности металла кремнием.

21. Неоднородность химического состава сплава в различных частях отливки называется...

- 1) ликвацией
- 2) кристаллизацией
- 3) жидкотекучестью
- 4) ликвидностью

22. Улучшением стали называется..

- 1) закалка на мартенсит и последующий высокий отпуск на сорбит
- 2) закалка на мартенсит и низкий отпуск
- 3) отжиг на перлит
- 4) закалка на бейнит и низкий отпуск

23. Среди нижеперечисленных сталей улучшаемыми являются

- 1) 12ХН3А, 15Х
- 2) 65С2ВА, 60С2Н24
- 3) 40ХН2МА, 30ХГС
- 4) Х12М, 9ХС

24. Алюминиевые сплавы, имеющие высокую жидкотекучесть и малую усадку, не склонные к образованию трещин называются...

- 1) силуминами
- 2) дюралями
- 3) ковочными
- 4) спечными

25. Основным преимуществом при закалке легированных сталей является...

- 1) более равномерная структура закаленной стали
- 2) меньшие температуры нагрева под закалку
- 3) большее количество остаточного аустенита в структуре закаленной стали
- 4) более высокая твердость мартенсита

## **5. Интерактивные технологии и инновационные методы, используемые в образовательном процессе.**

При преподавании дисциплины «Материаловедение и технология конструкционных материалов» используется технология модульного обучения. Дисциплина разделена на 2 модуля, которые, в свою очередь, включают в себя несколько разделов, исходя из того, что оптимальный объем каждого раздела логически соответствует завершеному разделу учебной дисциплины. При этом в соответствии с целевым назначением модули являются смешанными, т.е. соединяют в себе познавательные и операционные функции. В модуле излагается принципиально важное содержание учебной информации, дается разъяснение к этой информации, определяются условия погружения в информацию (с помощью средств ТСО, конкретных литературных источников, методов добывания информации), приводятся теоретические задания и рекомендации к ним, указаны практические задания.

Каждый модуль заканчивается контрольной проверкой знаний (проведение контролирующего теста).

При чтении лекций по данной дисциплине используется такой неимитационный метод активного обучения, как «Проблемная лекция», а при определенных темах «Лекция-визуализация».

При выполнении работ используются следующий прием интерактивного обучения «Кейс-метод»: задание студентам для подготовки к выполнению лабораторной работы имитирующей реальное событие; обсуждение с преподавателем цели работы и хода ее выполнения; обсуждение и анализ полученных результатов; обсуждение теоретических положений, справедливость которых была установлена в процессе выполнения лабораторной работы.