



Федеральное агентство по рыболовству  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Калининградский государственный технический университет»  
(ФГБОУ ВО «КГТУ»)

Начальник УРОПС  
Мельникова В.А.

Фонд оценочных средств  
(приложение к рабочей программе модуля)

**«МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ»**

основной профессиональной образовательной программы бакалавриата  
по направлению подготовки  
**15.03.02 ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ МАШИНЫ И ОБОРУДОВАНИЕ**

ИНСТИТУТ  
РАЗРАБОТЧИК

агроинженерии и пищевых систем  
кафедра инжиниринга технологического оборудования

## 1 РЕЗУЛЬТАТЫ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Таблица 1 – Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с установленными индикаторами достижения компетенций

Код и наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенции	Дисциплина	Результаты обучения (владения, умения и знания), соотнесенные с компетенциями/индикаторами достижения компетенции
ОПК-12: Способен обеспечивать повышение надежности технологических машин и оборудования на стадиях проектирования, изготовления и эксплуатации	ОПК-12.3: Демонстрирует знание материаловедения при проектировании, изготовлении и эксплуатации технологических машин и оборудования	Материаловедение	<p><u>Знать:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- тенденции развития материаловедения;</li> <li>- основные свойства и области использования наиболее распространенных конструкционных, инструментальных машиностроительных материалов; композиционных полимерных и других неметаллических материалов;</li> <li>- виды предварительной и окончательной термической обработки заготовок и деталей машин;</li> <li>- способы поверхностного упрочнения деталей;</li> <li>- области применения материалов.</li> </ul> <p><u>Уметь:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- самостоятельно пользоваться учебной и научно-технической литературой;</li> <li>- ориентироваться в потоке информации для ее применения в учебном процессе;</li> <li>- выбрать вид термообработки для готового изделия с точки зрения экономической эффективности, обеспечения долговечности и надежности детали.</li> </ul> <p><u>Владеть:</u> способами распознавания материала по марке, расшифровке его химического состава.</p>

## 2 ПЕРЕЧЕНЬ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПОЭТАПНОГО ФОРМИРОВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ) И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

2.1. Для оценки результатов освоения дисциплины используются:

- оценочные средства текущего контроля успеваемости;
- оценочные средства для промежуточной аттестации по дисциплине.

2.2. К оценочным средствам текущего контроля успеваемости относятся:

- задания для практических занятий;
- задания и контрольные вопросы по лабораторным работам.

2.3 К оценочным средствам для промежуточной аттестации по дисциплине, проводимой в форме зачета (первый семестр) и экзамена (второй семестр), соответственно относятся:

- задания для контрольной работы (заочная форма обучения);
- задания для курсового проекта;
- контрольные вопросы по дисциплине;
- экзаменационные вопросы по дисциплине.

### **3 ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ**

3.1 Тестовые задания используются для оценки освоения дисциплины студентами очной формы обучения – знания основных понятий, средств и способов определения механических свойств материалов, видов термической обработки, расшифровке марок сталей, чугунов, цветных металлов и сплавов (Приложение № 1).

Задания по указанным темам предусматривают выбор правильного ответа на поставленный вопрос из предлагаемых вариантов ответа.

Сдача теста считается успешным, если даны правильные ответы на 75% вопросов каждого теста.

3.2 В приложении № 2 приведены задания и контрольные вопросы к лабораторным работам, предусмотренным рабочей программой дисциплины.

Оценка результатов выполнения задания к лабораторной работе производится при представлении студентом отчета по лабораторной работе и на основании ответов студента на вопросы по тематике работы.

3.3 В приложении № 4 приведены типовые задания и контрольные вопросы к практическим работам, предусмотренным рабочей программой дисциплины.

Оценка результатов выполнения задания к практической работе производится при представлении студентом отчета по практической работе и на основании ответов студента на вопросы по тематике работы.

### **4. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

4.1 В приложении № 3 приведены задания для контрольной работы, оформленные в виде типовых контрольных заданий. Результаты контрольной работы позволяют оценить успешность освоения студентами тем дисциплины.

Оценка контрольной работы определяется количеством допущенных в ней ошибок и результатом ее защиты.

4.2 Задания для выполнения курсовой работы приведены в Приложении № 5.

Курсовая работа предполагает комплексное использование студентом знаний по Материаловедению. По результатам защиты курсовой работы выставляется экспертная оценка («отлично», «хорошо», «удовлетворительно» или «неудовлетворительно»), которая учитывается при аттестации по дисциплине – оценке за курсовую работу.

4.3 Промежуточная аттестация (первый семестр) в форме зачета проходит по результатам прохождения всех видов текущего контроля успеваемости.

Оценка «зачтено» выставляется студентам:

- получившим положительную оценку по результатам выполнения контрольной работы (заочная форма обучения);
- получившим положительную оценку по результатам выполнения лабораторных работ;
- получившим положительную оценку по результатам тестирования.

В отдельных случаях зачет принимается по контрольным вопросам, которые приведены в приложении № 6.

4.4 Промежуточная аттестация по дисциплине (второй семестр) проводится в форме экзамена. К экзамену допускаются студенты:

- положительно аттестованные по результатам освоения дисциплины в первом семестре;
- получившим положительную оценку по результатам выполнения практических работ;
- получившим положительную оценку по результатам выполнения лабораторных работ;
- получившие положительную оценку при защите курсовой работы.

В приложении № 7 приведены экзаменационные вопросы по дисциплине.

Универсальная система оценивания результатов обучения включает в себя системы оценок: 1) «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно»; 2) «зачтено», «не зачтено»; 3) 100 - балльную (процентную) систему и правило перевода оценок в пяти-балльную систему.

Таблица 2 – Система оценок и критерии выставления оценки

Система оценок  Критерий	2	3	4	5
	0-40%	41-60%	61-80 %	81-100 %
	«неудовлетворительно»	«удовлетворительно»	«хорошо»	«отлично»
	«не зачтено»	«зачтено»		
<b>1. Системность и полнота знаний в отношении изучаемых объектов</b>	Обладает частичными и разрозненными знаниями, которые не может научно корректно связывать между собой (только некоторые из которых может связывать между собой)	Обладает минимальным набором знаний, необходимым для системного взгляда на изучаемый объект	Обладает набором знаний, достаточным для системного взгляда на изучаемый объект	Обладает полной системой знаний и системным взглядом на изучаемый объект
<b>2. Работа с информацией</b>	Не в состоянии находить необходимую информацию, либо в состоянии находить отдельные фрагменты информации в рамках поставленной задачи	Может найти необходимую информацию в рамках поставленной задачи	Может найти, интерпретировать и систематизировать необходимую информацию в рамках поставленной задачи	Может найти, систематизировать необходимую информацию, а также выявить новые, дополнительные источники информации в рамках поставленной задачи
<b>3. Научное осмысление изучаемого явления, процесса, объекта</b>	Не может делать научно корректных выводов из имеющихся у него сведений, в состоянии проанализировать только некоторые из имеющихся у него сведений	В состоянии осуществлять научно корректный анализ предоставленной информации	В состоянии осуществлять систематический и научно корректный анализ предоставленной информации, вовлекает в исследование новые релевантные данные	В состоянии осуществлять систематический и научно корректный анализ предоставленной информации, вовлекает в исследование новые релевантные данные, предлагает новые курсы поставленной задачи
<b>4. Освоение стандартных алгоритмов решения профессиональных задач</b>	В состоянии решать только фрагменты поставленной задачи в соответствии с заданным алгоритмом, не освоил предложенный алгоритм, допускает ошибки	В состоянии решать поставленные задачи в соответствии с заданным алгоритмом	В состоянии решать поставленные задачи в соответствии с заданным алгоритмом, понимает основы предложенного алгоритма	Не только владеет алгоритмом и понимает его основы, но и предлагает новые решения в рамках поставленной задачи

## 5 СВЕДЕНИЯ О ФОНДЕ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ И ЕГО СОГЛАСОВАНИИ

Фонд оценочных средств для аттестации по дисциплине «Материаловедение» представляет собой компонент основной профессиональной образовательной программы бакалавриата по направлению подготовки 15.03.02 Технологические машины и оборудование

Фонд оценочных средств рассмотрен и одобрен на заседании кафедры инжиниринга технологического оборудования (протокол № 3 от 21.04.2022 г.).

Заведующий кафедрой



Ю.А. Фатыхов

## ТИПОВЫЕ ТЕСТОВЫЕ ЗАДАНИЯ

### Тестовое задание № 1 (закрытая форма)

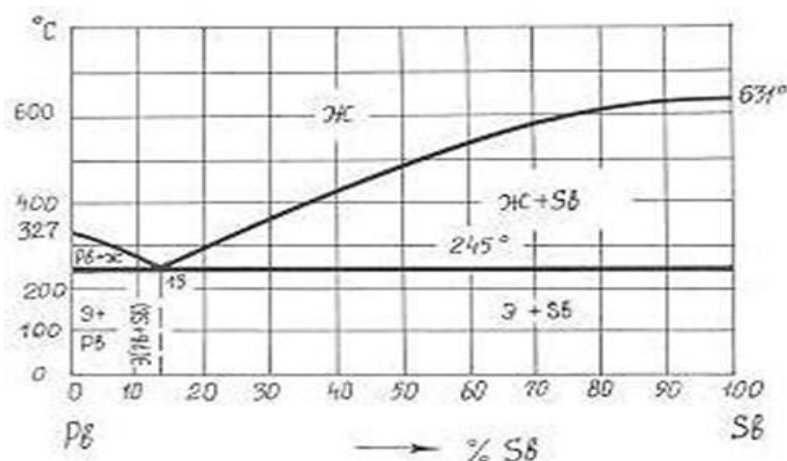
**1. Дефект кристаллической решетки, представляющий собой край лишней полу-плоскости, – это:**

1. вакансия
2. дислокация
3. граница блока
4. граница зерна

**2. Способность материала сопротивляться внедрению более твёрдого тела – это:**

1. прочностью
2. упругостью
3. вязкостью
4. твердостью

**3. Состав сплава с 13 % Sb является:**



1. доэвтектическим
2. химическим соединением
3. эвтектическим
4. заэвтектическим

**4. Точечными дефектами кристаллической решётки являются:**

1. вакансии
2. дислокации
3. границы зерен
4. поры

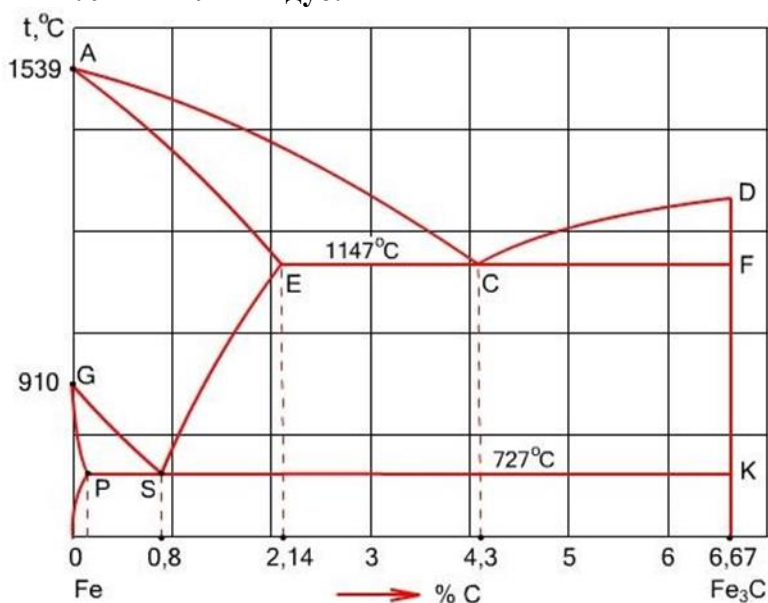
**5. Рекристаллизация – это:**

1. формирование субзерен при нагреве деформированного металла
2. образование структуры деформации
3. образование новых зерен из деформированных кристаллов
4. упрочнение деформированного металла

**6. Назовите компоненты диаграммы железо-углерод:**

1. железо и углерод
2. аустенит и цементит
3. феррит и цементит
4. ледебурит и цементит

### 7. Линия ликвидус:



1. PSK
2. ACD
3. ECF
4. SE

### 8. Содержание углерода в сплаве эвтектоидного состава:

1. 2,14%
2. 0,8%
3. 4,3%
4. 6.67%

### 9. Фазовый состав сплава, содержащего 3 % с, при температуре 900<sup>0</sup> С – это:

1. аустенин
2. ледебурит
3. аустенин и цементит
4. феррит

### 10. Сталь, имеющая структуру перлита и цементита вторичного:

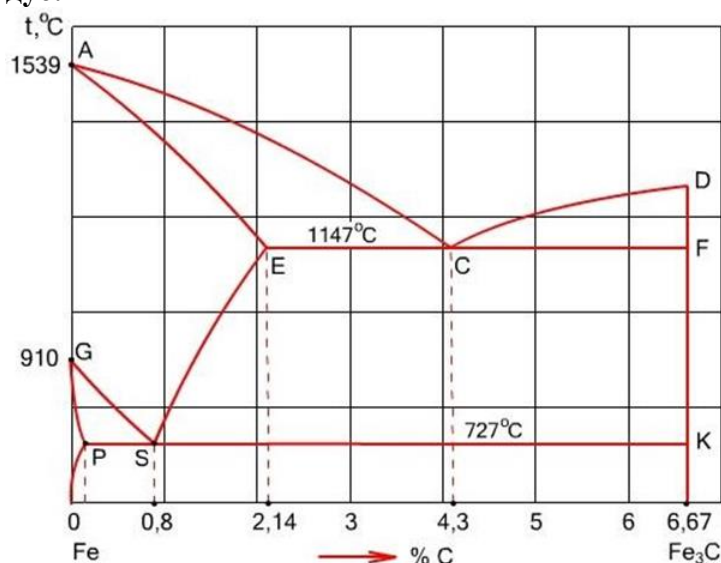
1. У8
2. сталь 45
3. У13
4. Ст0кп

### 11. Твердый раствор внедрения углерода в $\alpha$ -железе называется:

1. феррит
2. цементит
3. аустенит
4. перлит



**12. Линия солидус:**



1. PSK
2. ACD
3. AECF
4. SE

**13. Твердый раствор внедрения углерода в  $\gamma$ -железе называется:**

1. феррит
2. цементит
3. аустенит
4. перлит

**14. Перлит - это:**

1. химическое соединение железа с углеродом
2. смесь феррита и цементита
3. твердый раствор внедрения углерода в  $\gamma$ -железо
4. смесь перлита и цементита.

**15. Стали - это:**

1. сплавы меди и цинка
2. железоуглеродистые сплавы с содержанием углерода 0,8%
3. железоуглеродистые сплавы с содержанием углерода более 2,14%
4. железоуглеродистые сплавы с содержанием углерода от 0,02 до 2,14%

**16. Металлургическое качество стали определяется:**

1. содержанием углерода
2. суммарным содержанием легирующих элементов
3. содержанием вредных примесей - серы и фосфора
4. содержанием вредных примесей – марганца и кремния

**17. Чугуны - это:**

1. сплавы олова и цинка
2. железоуглеродистые сплавы с содержанием углерода 0,8%
3. железоуглеродистые сплавы с содержанием углерода более 2,14%
4. железоуглеродистые сплавы с содержанием углерода менее 2,14%

**18. Доэвтектоидные стали – это сплавы с содержанием углерода:**

1. от 0,8% до 1,3%
2. от 0,02% до 0,8%
3. от 0,8% до 2,14%
4. от 2,14% до 5%

**19. Марка стали обыкновенного качества:**

1. Ст 0
2. сталь 20
3. СЧ 40
4. А20

**20. Качественная углеродистая сталь маркируется:**

1. словом сталь, далее идет цифра, указывающая содержание углерода
2. буквой У с указанием содержания углерода
3. буквой А с указанием содержания углерода
4. символом Ст с указанием условного номера по ГОСТ

**21. Сплав марки СЧ30 представляет собой:**

1. углеродистую сталь, содержащую 0,3 % углерода
2. серый чугун с минимальным значением предела прочности при растяжении 300 МПа
3. серый чугун с минимальным относительным удлинением 30 %
4. серый чугун с содержанием углерода 3 %

**22. Серые чугуны маркируются:**

1. буквами СЧ с указанием предела прочности при растяжении
2. буквенно-цифровым обозначением с указанием содержания углерода в процентах
3. буквами СЧ с указанием относительного удлинения в процентах
4. буквами КЧ с указанием относительного удлинения в процентах

**23. Отличительной особенностью структуры ковкого чугуна является форма графита в виде:**

1. пластин
2. хлопьев
3. шаров
4. хлопьев и пластин одновременно

**24. Назовите марку высокопрочного чугуна:**

1. Ст 0 кп
2. СЧ 40
3. ВЧ 120
4. ХВГ

**25. Ковким чугуном является:**

1. 10X18H9TЮА
2. КЧ 30-6
3. ВЧ 45
4. СЧ 36

**26. Марка улучшаемой инструментальной стали:**

1. У8А
2. сталь 80
3. Ст 4
4. У 10

**27. Марка инструментальной высококачественной стали:**

1. сталь 30
2. Ст3
3. У7А
4. У8

**28. Количество перлита в равновесной структуре стали 40 составляет;**

1. 40 %
2. 25 %
3. 50 %

4. 60 %

**29. Чугун, в котором весь углерод находится в свободном состоянии и графитные включения имеют пластинчатую форму, – это:**

1. серый
2. вермикулярный
3. ковкий
4. высокопрочный

**30. Качественная углеродистая сталь (марка):**

1. Ст 6 кп
2. сталь 20
3. 40ХНМ
4. У12 А

### Тестовое задание № 2 (закрытая форма)

**1. С точки зрения их внутреннего строения, свойства металлов зависят от:**

1. химического состава
2. типа кристаллической решетки
3. количества компонентов
4. температуры

**2. Процесс кристаллизации металла или сплава – это переход:**

1. из твердого состояния в жидкое
2. из твердого состояния в газообразное
3. в аморфное состояние
4. из жидкого состояния в твердое с образованием кристаллической структуры

**3. Макроскопический анализ материалов позволяет определить:**

1. химический состав
2. механические свойства
3. форму и размер зерен
4. макродефекты

**4. Прочность – это способность материала:**

1. сопротивляться проникновению более твердого материала
2. восстанавливать первоначальную форму после снятия нагрузки
3. сопротивляться действию внешних сил без разрушения;
4. способность материала изменять свою форму под действием внешней нагрузки и восстанавливать ее после снятия

**5. Упругость – это:**

1. способность материала выдерживать нагрузки не разрушаясь
2. способность материала изменять свою форму при приложении внешних нагрузок не разрушаясь
3. способность материала изменять свою форму под действием внешней нагрузки и восстанавливать ее после снятия
4. сопротивляться проникновению более твердого материала

**6. Мерой внутренних сил, возникающих в материале под влиянием внешних воздействий, является:**

1. деформация
2. напряжение
3. наклеп
4. твердость

**7. Свойство материалов сопротивляться разрушению называется:**

1. плотность
2. прочность
3. деформирование
4. упругость

**8. Существование одного и того же химического элемента в виде двух и более простых веществ, различных по строению и свойствам называется:**

1. аллотропия
2. пластичность
3. прочность
4. кристаллизация

**9. Механическим свойством является:**

1. жидкотекучесть
2. теплопроводность
3. твердость
4. свариваемость

**10. Физическим свойством является:**

1. теплопроводность
2. кислотостойкость
3. окалиностойкость
4. жаростойкость

**11. Испытаниями на растяжение определяют свойства металлов:**

1. технологические
2. химические
3. механические
4. физические

**12. Испытаниями на стойкость против коррозии определяют свойства металлов:**

1. технологические
2. химические
3. физические
4. механические

**13. Упругая деформация:**

1. остается после снятия нагрузки
2. исчезает после снятия нагрузки
3. после снятия нагрузки появляется трещина
4. пропорциональна приложенному напряжению

**14. Химическое соединение  $Fe_3C$  называется:**

1. цементитом
2. ферритом
3. аустенитом
4. ледебуритом

**15. Сталь – это:**

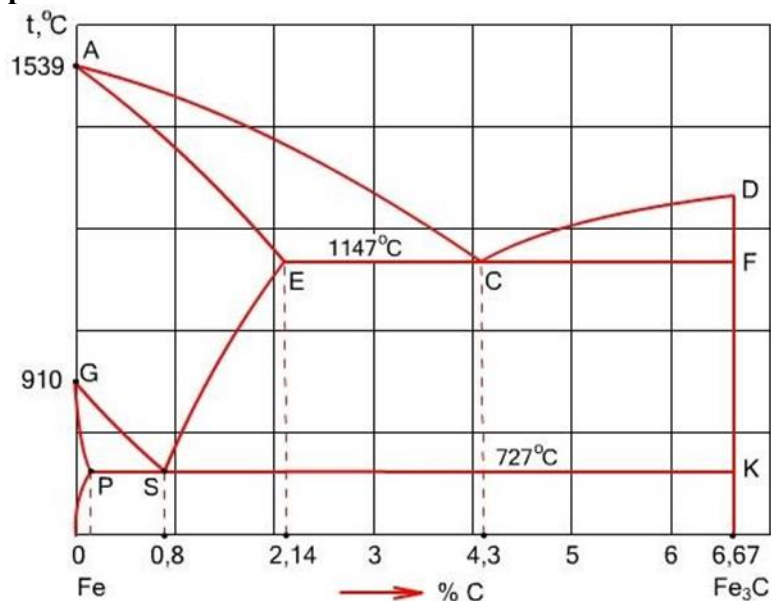
1. сплавы железа с углеродом, содержащие до 0,02 % углерода
2. сплавы железа с углеродом, содержащие от 0,02 % до 2,14 % углерода
3. сплавы железа с углеродом, содержащие от 2,14 до 6,67 % С
4. сплавы железа с углеродом, содержащие 0,8 % С

**16. Чугун – это:**

1. сплавы железа с углеродом, содержащие до 0,02 % углерода
2. сплавы железа с углеродом, содержащие от 0,02 % до 2,14 % углерода
3. сплавы железа с углеродом, содержащие от 2,14 до 6,67 % С

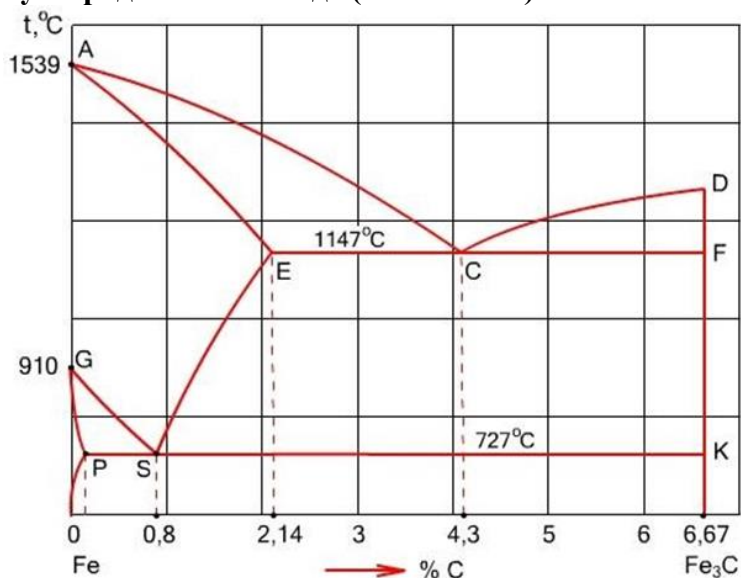
4. сплавы железа с углеродом, содержащие 0,8 % C

17. Температура плавления железа:



1. 727<sup>0</sup>С
2. 910<sup>0</sup>С
3. 1147<sup>0</sup>С
4. 1539<sup>0</sup>С

18. Содержание углерода в эвтектиде (% по массе):



1. 0,02% C
2. 0,8% C
3. 4,3% C
4. 6,67% C

19. Чугун, в котором весь углерод находится в виде химического соединения Fe<sub>3</sub>C, называется:

1. серым
2. ковким
3. белым
4. высокопрочным

**20. Железо и его сплавы принадлежит к:**

1. тугоплавким металлам
2. черным металлам
3. диамагнетикам
4. металлам с высокой удельной прочностью

**21. В белом чугуне графит имеет форму:**

1. хлопьевидную
2. белом чугуне графита нет
3. шаровидную
4. пластинчатую

**22. Маркой углеродистой качественной конструкционной стали является:**

1. У12
2. сталь 45А
3. БСтЗсп
4. сталь 45

**23. Маркой высококачественной стали является:**

1. У12
2. сталь 45А
3. БСтЗсп
4. сталь 45

**24. Маркой полуспокойной стали является:**

1. сталь 45
2. Ст 1 кп
3. Б Ст 6 сп
4. В Ст 4 пс

**25. СЧ15 – одна из марок серого чугуна с пластинчатым графитом. Цифра 15 означает:**

1. содержание углерода в процентах
2. относительное удлинение
3. предел прочности при растяжении
4. твёрдость по Бринеллю

**26. Количество углерода в стали 20 равно:**

1. 0,20%
2. 2%
3. 20%
4. 0,02%

**27. Основным легирующим элементом быстрорежущей стали является:**

1. хром
2. кобальт
3. кремний
4. вольфрам

**28. Латунь и бронзы – это сплавы на основе:**

1. алюминия
2. меди
3. цинка
4. магния

**29. Маркой, обозначающей латунь, является:**

1. Бр ОЦ4-3
2. ЛАН 59-3-2
3. Д16

4. Бр03Ц12С5

**30. Маркой литейной оловянной бронзы является:**

1. Бр ОЦ4-3
2. ЛАН 59-3-2
3. Л68
4. ЛЦ23А6Ж3Мц2

### Тестовое задание № 3 (закрытая форма)

**1. Охлаждение заготовок совершается в машинном масле при:**

1. закалке
2. отжиге
3. отпуске
4. нормализации

**2. Процесс насыщения поверхности металлического изделия углеродом – это:**

1. борирование
2. цианирование
3. цементация
4. азотирование

**3. Сущностью химико-термической обработки стальных изделий является:**

1. изменение кристаллической структуры детали
2. изменение кристаллической структуры поверхностного слоя
3. изменение химического состава поверхностного слоя
4. окисление поверхностного слоя

**4. Алюминиевый сплав дюралюмин обозначается:**

1. АЛ4
2. Д18
3. В96
4. АК-4-1

**5. Марка литейной стали – это:**

1. Л70
2. 25Л
3. Сталь 60
4. У10

**6. Цифра в марке стали ст3 обозначает:**

1. содержание углерода
2. предел прочности
3. условный номер марки по ГОСТ
4. содержание серы

**7. Цифра в марке стали 30 обозначает:**

1. содержание углерода
2. номер сплава
3. предел прочности
4. содержание серы

**8. Цифра в марке сплава СЧ30 обозначает:**

1. содержание углерода
2. номер сплава
3. предел прочности
4. содержание фосфора

**9. Критерием разделения сталей на стали обыкновенного качества, качественные и высококачественные является:**

1. содержание углерода
2. содержание серы и фосфора
3. предел прочности
4. содержание кремния

**10. Содержание углерода в чугунах:**

1. более 2,14 %
2. менее 2,14 %
3. от 0,8 до 2,14 %
4. более 4,3 %

**12. Перлит – это:**

1. твёрдый раствор замещения
2. химическое соединение железа с углеродом
3. смесь феррита и цементита
4. твёрдый раствор внедрения

**13. В белых чугунах при комнатной температуре углерод содержится в виде:**

1. пластинчатого графита
2. глобулярного графита
3. хлопьевидного графита
4. цементита

**14. Содержание углерода в среднеуглеродистых сталях составляет:**

1. (0,25 – 0,60) %
2. (0,10 – 0,30) %
3. (0,60 – 0,80) %
4. (0,80 – 1,20) %

**15. Линия ABCD диаграммы «железо-цементит» – это линия:**

1. ликвидус
2. солидус
3. эвтектоидного превращения
4. эвтектического превращения

**16. По содержанию углерода инструментальные стали являются**

1. высокоуглеродистыми
2. низкоуглеродистыми высоколегированными
3. низкоуглеродистыми
4. среднеуглеродистыми

**17. Диаграммы состояния двухкомпонентных систем строят в координатах:**

1. время – состав
2. скорость охлаждения – состав
3. температура – состав
4. температура – время.

**18. Сталь Ст 4сп является:**

1. сталью обыкновенного качества
2. качественной
3. особо высококачественной
4. высококачественной

**19. Количество перлита в равновесной структуре стали 60 составляет:**

1. 40 %
2. 25 %
3. 50 %



4. 60 %

**20. В ковком чугуне графит имеет форму:**

1. хлопьевидную
2. в ковком чугуне графита нет
3. шаровидную
4. пластинчатую

**21. Маркой углеродистой инструментальной стали является:**

1. У12
2. сталь 45А
3. БСт3сп
4. сталь 45

**22. Маркой высококачественной углеродистой стали является:**

1. У12
2. сталь 45А
3. БСт3сп
4. сталь 45

**23. Маркой спокойной стали является:**

1. сталь 45
2. Ст 1 кп
3. Б Ст 6 сп
4. В Ст 4 пс

**24. ВЧ45 – одна из марок высокопрочного чугуна с пластинчатым графитом. Цифра 45 означает:**

1. содержание углерода в процента
2. относительное удлинение
3. предел прочности при растяжении
4. твёрдость по Бринеллю

**25. Количество углерода в стали 30 равно:**

1. 0,20%
2. 2%
3. 20%
4. 0,30%

**26. Железоуглеродистые сплавы с содержанием углерода от 0,02 до 2,14%:**

1. латуни
2. стали
3. чугуны
4. силумины

**27. Металлургическое качество стали определяется:**

1. содержанием углерода
2. суммарным содержанием легирующих элементов
3. содержанием вредных примесей - серы и фосфора
4. содержанием вредных примесей – марганца и кремния

**28. Железоуглеродистые сплавы с содержанием углерода более 2,14%:**

1. бронзы
2. стали
3. чугуны
4. латуни

**29. Марка ковкого чугуна - это:**

1. Л90
2. ХВГ

3. 40ХНМЗЮА

4. КЧ 30-6

**23. Маркой стали обыкновенного качества является:**

1. У12

2. сталь 45А

3. БСтЗсп

4. сталь 45

Приложение 2

**ЛАБОРАТОРНЫЕ РАБОТЫ И ТЕМАТИЧЕСКИЕ КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ ДЛЯ ЗАЩИТЫ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ**

**Лабораторная работа № 1:** Макроскопический метод исследования металлов и сплавов. Фрактография.

**Задание по лабораторной работе:** ознакомиться с приборами, методикой приготовления макрошлифа и методами исследования макроструктуры.

**Контрольные вопросы:**

1. Что такое макроанализ?
2. Какие объекты изучаются при макроанализе?
3. Как приготавливаются макрошлифы?
4. Какие сведения о строении металла можно получить при изучении макрошлифов?
5. Какие основные литейные дефекты могут быть выявлены на макрошлифах?
6. Опишите макроструктуру деформированных полуфабрикатов. На какие особенности их строения следует обращать внимание?
7. Как происходит поверхностная закалка и как при этом меняется структура детали?
8. Каковы наиболее распространенные дефекты цементованного слоя?
9. Чем отличаются поверхностные слои деталей после нитроцементации и азотирования?
10. Чем отличаются структура литого слитка и структура деформированного изделия после рекристаллизационного отжига?
11. Каковы особенности строения зоны сварного шва?
12. Назовите основные дефекты сварных швов.

**Лабораторная работа № 2:** Микроскопический метод исследования металлов и сплавов

**Задание по лабораторной работе:** Ознакомиться с приборами и методами исследования металлов.

1. На чем основаны физические методы исследования металлов?
2. На чем основан рентгеноструктурный анализ?
3. Какова цель исследования металлов?
4. Что такое разрешающая способность микроскопа?
5. Недостаток механической полировки?
6. Что такое микроструктура металлов?
7. Как приготовить образец металла для микроанализа?
8. Достоинство электролитического полирования?
9. Как выглядит в микроскопе неотравленный шлиф металла?
10. На чем основано электролитическое полирование?

**Лабораторная работа № 3:** Определение твердости металлов и сплавов.

**Задание по лабораторной работе:** Ознакомиться с условиями применения того или иного метода определения твердости; подготовкой образцов для измерения твердости; устройством приборов для измерения твердости.

**Контрольные вопросы:**

1. Что такое твердость?
2. Классификация методов измерения твердости.
3. Сущность измерения твердости по Бринеллю.
4. До какого значения твердости при испытании по Бринеллю используются стальные шарики?
5. Какого диаметра шарики используются при испытании на твердость по Бринеллю?
6. Из каких условия выбирается диаметр шарика при испытании на твердость по Бринеллю?

**Лабораторная работа № 4:** Построение диаграммы состояния системы сплавов методом термического анализа.

**Задание по лабораторной работе:** освоить методику определения температур затвердевания сплавов «олово-цинк»; построение диаграммы состояния сплавов; изучение процессов кристаллизации и микроструктур полученных сплавов

**Контрольные вопросы:**

1. В чем заключается термический метод исследования сплавов?
2. Как и чем измеряется температура сплава при охлаждении?
3. Методика построения диаграммы состояния сплавов по данным, полученным при проведении эксперимента.
4. Что такое диаграмма состояния сплавов?
5. Показать на диаграмме линии ликвидус и солидус.
6. Какие фазы находятся в различных областях диаграммы?
7. Как по диаграмме состояния определяется химический состав жидкости в интервале температур «начало кристаллизации - конец кристаллизации»?
8. Показать на диаграмме сплавы доэвтектические, эвтектические и заэвтектические.
9. Из чего состоит микроструктура доэвтектических, эвтектических и заэвтектических сплавов?
10. Что называется эвтектикой?
11. Покажите на диаграмме эвтектическую точку, эвтектическую концентрацию, эвтектическую линию.
12. Описать процесс формирования микроструктуры при кристаллизации любого доэвтектического, эвтектического и заэвтектического сплава.

**Лабораторная работа № 5:** Пластическая деформация и рекристаллизация металлов

**Задание по лабораторной работе:** изучить влияние пластической деформации на структуру и механические свойства металлов, изучить влияние нагрева на свойства деформированного металла.

**Контрольные вопросы:**

1. Чем характеризуется упругая деформация?

2. В чем различие между упругой и пластической деформациями?
3. Каким путем осуществляется пластическая деформация?
4. Какие напряжения вызывают пластическую деформацию?
5. Как влияет степень деформации на свойства металлов и сплавов?
6. Как изменяется плотность дислокаций при пластической деформации?
7. Как влияет плотность дислокаций на прочность металла?
8. Как изменяется структура металла при холодной деформации и как это влияет на свойства деформированного металла?
9. В чем сущность наклепа, и какое он имеет практическое значение?
10. Как изменяются свойства деформированного металла при нагреве?
11. В чем сущность процесса возврата?

**Лабораторная работа № 6:** Определение величины зерна в стали

Задание по лабораторной работе: освоить методы определения величины зерна; установить зависимость свойств стали от величины зерна.

Контрольные вопросы:

1. Факторы, влияющие на величину зерна.
2. Какая сталь называется наследственно мелкозернистой (НМЗ)? Ее особенности.
3. Какая сталь называется наследственно крупнозернистой (НКЗ)? Ее особенности.
4. Что такое действительное зерно?
5. Как влияет величина зерна на технологические и физические свойства стали?
6. Влияние величины зерна на механические свойства стали.
7. Какими методами можно выявить границы зерен?
8. Приведите методику определения величины зерна.

**Лабораторная работа № 7:** Микроанализ углеродистых сталей

Задание по лабораторной работе: ознакомиться с различными видами углеродистых сталей, установить влияние структуры на свойства углеродистых сталей.

Контрольные вопросы:

1. Общая характеристика диаграммы Fe - Fe<sub>3</sub>C.
2. Назовите области диаграммы (однофазные и двухфазные).
3. Назовите фазы в диаграмме и охарактеризуйте каждую из них.
4. В каких состояниях может находиться углерод в железоуглеродистых сплавах?
5. Влияние углерода на механические свойства сталей.
6. Классификации сталей: по % углерода, степени раскисления.
7. Классификации сталей: по качеству (содержанию вредных примесей), по назначению.
8. Структура, свойства, маркировка и применение конструкционных углеродистых сталей.
9. Структура, свойства, маркировка и применение углеродистых инструментальных сталей.
10. Назвать примеры использования углеродистых сталей с различным % углерода в машиностроении.

**Лабораторная работа № 8:** Изучение микроструктуры чугунов в равновесном состоянии.

**Задание по лабораторной работе:** изучить основные разновидности чугунов, их строение, свойства и маркировку; ознакомиться с основами выбора марки чугуна для изготовления деталей машин, изделий

**Контрольные вопросы:**

1. Что понимается под равновесным состоянием сплавов?
2. Покажите на диаграмме состояния железо-углерод область чугунов.
3. Фазы и фазовые превращения в чугунах.
4. Какое содержание углерода у доэвтектических, эвтектических и заэвтектических чугунов?
5. Температура плавления железа и чугуна.
6. Дать определения цементита, феррита, перлита, ледебурита.
7. В какой форме содержится углерод в белых, серых и высокопрочных чугунах?
8. Маркировка чугунов.
9. График отжига белого чугуна на ковкий.
10. Какими способами делают изделия из чугуна?
11. Фазы и фазовые превращения в чугунах.
12. Пути повышения износостойкости изделий из чугунов.

**Лабораторная работа № 9:** Влияние термической обработки на микроструктуру и свойства углеродистой стали.

**Задание по лабораторной работе:** Изучение технологии термической обработки стали (закалка, отпуск, нормализация, отжиг), закономерностей изменения твердости и микроструктуры стали после термической обработки

**Контрольные вопросы:**

1. Что такое закалка? Способы закалки доэвтектоидной и заэвтектоидной стали.
2. Цель закалки?
3. Какие структуры можно получить, проведя закалку?
4. Что такое мартенсит?
5. Какую кристаллическую решетку имеет мартенсит в стали после закалки?
6. Что такое критическая скорость закалки?
7. Как выбирается температура нагрева под закалку для доэвтектоидных и заэвтектоидных сталей?
8. Что такое полная и неполная закалка?
9. Почему для доэвтектоидных сталей применяется полная, а для заэвтектоидных - неполная закалка?
10. Как влияет содержание углерода в доэвтектоидной стали на температуру нагрева под закалку?

**Лабораторная работа № 10:** Изучение основ химико-термической обработки сталей, технологические особенности сталей.

**Задание по лабораторной работе:** ознакомиться с различными видами химико-термической обработки, изучить технологию химико-термической обработки, особенности микроструктуры и твердости стали после химико-термической обработки

**Контрольные вопросы:**

1. Понятия химико-термической обработки, основные условия для проведения ХТО.
2. Характер процессов, протекающих при химико-термической обработке, влияние температуры, времени выдержки на свойства и структуру диффузионных слоев.
3. Какой процесс называют цементацией и какие конструкционные стали (указать содержание углерода) следует использовать для данного процесса?
4. Из каких соображений устанавливается величина концентрации углерода в насыщенном слое? Какова при этом микроструктура цементированного слоя после окончательной термической обработки?
5. В каких пределах может изменяться глубина слоя цементации?
6. Какой термической обработке подвергают цементированные детали, и с какой целью?
7. Каким образом можно улучшить вязкость сердцевины деталей?
8. Назовите рекомендуемые соотношения твердости поверхностного слоя и сердцевины в случае применения легированных сталей.
9. Какой процесс называют азотированием? Какие стали рекомендуется применять?
10. Назовите микроструктуру, уровень твердости и глубину азотированного слоя?

**Лабораторная работа № 11:** Зона термического влияния в сварных соединениях.

**Задание по лабораторной работе:** Изучение превращений в структуре стали на различных участках зоны термического влияния

**Контрольные вопросы:**

1. Дайте определение зоны термического влияния в сварных соединениях.
2. Из каких участков состоит зона термического влияния в низкоуглеродистых конструкционных сталях?
3. Объясните причину структурных превращений в зоне термического влияния.
4. Объясните увеличение твердости металла в зоне термического влияния.
5. Укажите, как влияет способ и технологический режим сварки на протяженность участков зоны термического влияния.
6. Укажите, как влияет зона термического влияния на механическую прочность сварного соединения.
7. Какие технологические мероприятия применяются для снижения твердости в зоне термического влияния?

**Лабораторная работа № 12:** Микроанализ легированных конструкционных сталей.

**Задание по лабораторной работе:** Изучение влияния легирующих элементов на структуру и свойства конструкционных легированных сталей

**Контрольные вопросы:**

1. Дайте определение зоны термического влияния в сварных соединениях.
2. Из каких участков состоит зона термического влияния в низкоуглеродистых конструкционных сталях?
3. Объясните причину структурных превращений в зоне термического влияния.
4. Объясните увеличение твердости металла в зоне термического влияния.
5. Укажите, как влияет способ и технологический режим сварки на протяженность участков зоны термического влияния.
6. Укажите, как влияет зона термического влияния на механическую прочность сварного соединения.
7. Какие технологические мероприятия применяются для снижения твердости в зоне термического влияния?

**Лабораторная работа № 13:** Микроанализ легированных инструментальных сталей.

**Задание по лабораторной работе:** Изучение микроструктуры, свойств и применения легированных инструментальных сталей.

**Контрольные вопросы:**

1. Какие стали называются легированными?
2. Для какой цели используется легирование?
3. Какие фазы образуют легирующие элементы с железом?
4. Какие фазы образуют легирующие элементы с углеродом?
5. В какой среде следует охлаждать детали из легированных сталей при закалке?
6. Как влияет легирование на процессы отпуска стали?
7. Что такое отпускная хрупкость второго рода? Чем она обусловлена? Какие элементы способствуют снижению и устраняют отпускную хрупкость?
8. Какие стали относятся к сталям повышенной прокаливаемости, не обладающими теплостойкостью (для режущего инструмента)?
9. Особенности и марки быстрорежущих сталей.
10. Штамповые стали холодной и горячей обработки давлением.
11. На какие классы делятся твердые сплавы?

**Лабораторная работа № 14:** Микроанализ легированных сталей с особыми свойствами.

**Задание по лабораторной работе:** Изучение микроструктуры, свойств и применения легированных сталей с особыми свойствами.

**Контрольные вопросы:**

1. Какие стали по назначению относятся к сталям с особыми свойствами?
2. Какой основной легирующий элемент содержится в коррозионностойких сталях? Его минимальный процент?
3. Какие стали по химическому составу относятся к коррозионностойким?
4. На какие классы по структуре делятся коррозионностойкие стали? Привести пример.
5. В чем проявляется межкристаллическая коррозия (МКК)?
6. Как предупредить ее?



7. Привести марки аустенитных коррозионностойких сталей.
8. После какой термообработки получается структура аустенит легированный? Что происходит при этом.
9. Как упрочняются аустенитные коррозионностойкие стали?
10. Что такое жаростойкость? Какой основной легирующий элемент в этих сталях? Привести марки.
11. Что такое жаропрочность? Факторы влияющие на жаропрочность
12. Привести классы жаропрочных сталей, их рабочую температуру, марки сталей.
13. Стали для криогенной техники, дать марки.

**Лабораторная работа № 15:** Микроанализ меди и медных сплавов.

**Задание по лабораторной работе:** Изучение микроструктуры, свойств и применения меди и медных сплавов.

**Контрольные вопросы:**

1. Какие сплавы называются латунями? Как они маркируются?
2. Структура деформируемых и литейных латуней.
3. Какие бронзы вы знаете? Как они маркируются?
4. На какие группы по технологическим свойствам делятся бронзы?
5. Какими свойствами обладают оловянистые бронзы, где они применяются?
6. Где применяются алюминиевые бронзы? Их микроструктура и свойства.
7. Область применения свинцовистых бронз.
8. Особенности свойств бериллиевой бронзы. Ее термообработка.
9. Какими свойствами обладает мельхиор?

**Лабораторная работа № 16:** Микроанализ алюминиевых сплавов.

**Задание по лабораторной работе:** Изучение конструкции и работы змеевикового вакуумного выпарного аппарата. Определение удельного расхода пара. Экспериментальное определение коэффициента теплопередачи. Аналитическое определение коэффициента теплопередачи.

**Контрольные вопросы:**

1. Как маркируются алюминий и алюминиевые сплавы?
2. Какие структурные составляющие входят в состав деформируемых алюминиевых сплавов упрочняемых термообработкой?
3. Объясните, как осуществляется термическое упрочнение алюминиевых деформируемых сплавов?
4. Какие сплавы относятся к деформируемым, не упрочняемым термообработкой? Как они упрочняются?
5. Как влияет модификация на структуру литейного алюминиевого сплава-силумина?
6. Области применения силуминов.
7. Какие сплавы относятся к поршневым?

**Лабораторная работа № 17:** Изучение структуры и свойств магниевых сплавов.

**Задание по лабораторной работе:** Изучение микроструктуры, свойств и применения магниевых сплавов.

**Контрольные вопросы:**

- 1 Какие существуют системы классификации магниевых сплавов?
- 2 Каковы принципы маркировки деформируемых и литейных магниевых сплавов?
- 3 Какие свойства объясняют широкое применение магниевых сплавов?
- 4 Какими элементами легируют магниевые сплавы?
- 5 Для изготовления каких изделий используются деформируемые магниевые сплавы?
- 6 Для изготовления каких изделий используются литейные магниевые сплавы?

**Лабораторная работа № 18:** Микроанализ титана и титановых сплавов.

**Задание по лабораторной работе:** Изучение микроструктуры, свойств и применения титановых сплавов.

**Контрольные вопросы:**

1. Дать характеристику свойств технического титана.
2. Какие полиморфные модификации имеет титан?
2. Каким недостатком обладает титан?
4. Как получают технический титан?
5. На какие группы делятся легирующие элементы (стабилизаторы)? Какие области они расширяют.
6. Какие сплавы относятся к группе  $\alpha$ -сплавов? Какой термообработке они подвергаются? Марки.
7. Какие сплавы относятся к группе  $\alpha+\beta$ ? Их термообработка, марки.
8. Область применения титановых сплавов.
9. В чем отличие деформируемых и литейных сплавов по химическому составу?
10. В чем заключается высокотемпературная газостатическая обработка (ВГО)? Когда она применяется?

**Лабораторная работа № 19:** Микроанализ антифрикционных сплавов, припоев.

**Задание по лабораторной работе:** Изучение микроструктуры, свойств и применения антифрикционных сплавов и припоев.

**Контрольные вопросы:**

1. Дайте определение антифрикционным свойствам подшипниковых сплавов
2. Как классифицируются подшипниковые сплавы по химическому составу и назначению?
3. Какие структурные составляющие входят в состав оловянистых и свинцовистых баббитов?
4. Какие структурные составляющие входят в состав свинцовистой бронзы и алюминиевых сплавов?
5. Какие структурные составляющие входят в состав новых алюминиевых подшипниковых сплавов?
6. Как маркируются подшипниковые сплавы?
7. Укажите твердость подшипниковых сплавов и область их применения.
8. Объясните, как влияют структурные составляющие подшипниковых сплавов на их антифрикционные свойства.
9. Какие сплавы называют припоями? На какие группы они делятся?

10. Какими свойствами должны обладать припои?
11. Какие сплавы относятся к мягким припоям? Их маркировка, структура, свойства, применение.
12. Какие сплавы относятся к твердым припоям? Их маркировка, структура, свойства, применение.
13. Для какой цели применяются флюсы при пайке?

**Лабораторная работа № 20:** Изучение структуры и свойств полимерных материалов.

Задание по лабораторной работе: Изучение микроструктуры, свойств и применения полимерных материалов.

Контрольные вопросы:

1. Положительные качества и области применения пластических масс.
2. Основные достоинства и недостатки пластмасс.
3. Основные компоненты пластмасс, их соотношение.
4. Связующие вещества – природные и синтетические полимеры.
5. Форма строения структур макромолекул полимеров.
6. Аморфные и кристаллические полимеры, аморфность и кристалличность реальных полимеров.
7. Фазовое состояние полимеров. Что такое степень кристалличности полимеров?
8. Какие полимеры имеют более высокие теплостойкость и механические свойства?
9. Термопластичные полимеры и пластмассы.
10. Термореактивные полимеры и пластмассы.
11. От каких факторов зависят физико-механические свойства полимеров?
12. Стеклообразное состояние полимеров и свойства.
13. Высокоэластическое состояние полимеров и свойства.
14. Полимеры в вязкотекучем состоянии и их свойства.
15. Термомеханические кривые для полимеров.
16. Зависимость степени деформации кристаллических полимеров от напряжения.
17. Главный недостаток полимеров – склонность к старению.
18. Важный компонент пластмасс – наполнители, виды наполнителей.
19. Диаграммы растяжения пластмасс.
20. Краткая характеристика свойств и областей применения некоторых пластмасс.

Приложение 3

**ЗАДАНИЯ ДЛЯ КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЫ**

1. Дать понятие энергии связи. Виды связей в твердых телах.
2. Опишите особенности металлического типа связи, основные свойства металлов.
3. Опишите особенности ионного типа связи, основные свойства ионных кристаллов.
4. Какие металлы имеют объёмно-центрированную кубическую решетку? Начертите элементарную ячейку, укажите ее параметры, координационное число, плотность упаковки.
5. Опишите особенности ковалентного типа связи, основные свойства ковалентных кристаллов.
6. Какие металлы имеют гранцентрированную кубическую решетку? Начертите элементарную ячейку, укажите параметры, координационное число.
7. Какие металлы имеют плотноупакованную гексагональную решетку? Начертите элементарную ячейку, укажите параметры, координационное число, плотность упаковки.
8. Опишите строение и основные характеристики (параметры, координационное число, плотность упаковки) кристаллической решетки алюминия. Начертите элементарную ячейку.
9. То же для меди.
10. То же для хрома.
11. То же для молибдена.
12. То же для вольфрама.
13. То же для цинка.
14. То же для никеля.
15. То же для ванадия.
16. То же для магния.
17. Опишите явление полиморфизма в приложении к титану, а также строение и основные характеристики кристаллической решетки для кубической модификации титана.
18. Опишите явление полиморфизма в приложении к олову, а также строение и основные характеристики кристаллической решетки для тетрагональной модификации олова.
19. Опишите явление полиморфизма в приложении к железу, а также строение и основные характеристики кристаллической решетки для различных модификации железа.
20. То же для циркония.

21. Опишите магнитное превращение в металлах. В чем отличие магнитного превращения от полиморфного?
22. Дайте описание твердых растворов замещения. Приведите примеры.
23. Опишите условия образования неограниченных твердых растворов замещения. Приведите примеры.
24. Дайте описание твердых растворов внедрения, приведите примеры.
25. Опишите химические соединения (промежуточные фазы). Приведите примеры.
26. Что такое эвтектика и эвтектоид? Приведите примеры сплавов.
27. Постройте кривую охлаждения для железа с применением правила фаз.
28. Опишите точечные несовершенства кристаллического строения металлов, их влияние на свойства металлов.
29. Опишите линейные несовершенства (дислокации) кристаллического строения металлов. Влияние дислокации на свойства металлов.
30. Опишите механизм и физическую сущность процесса кристаллизации.
31. Опишите условия получения мелкозернистой структуры при самопроизвольно развивающейся кристаллизации, используя теорию Таммана.
32. Опишите явление транскристаллизации и его влияние на свойства слитка.
33. Что такое переохлаждение и как оно влияет на структуру кристаллизующегося металла?
34. Что такое ликвация? Виды ликвации, причины их возникновения и способы устранения.
35. Как влияет скорость охлаждения на строение кристаллизующегося металла?
36. Опишите физическую сущность процесса плавления.
37. Назначение модифицирования. Виды модификаторов. Приведите примеры.
38. Опишите влияние реальной среды на процесс кристаллизации.
39. Опишите строение реального слитка и явление транскристаллизации.
40. Объясните превращения, происходящие в сплавах в твердом состоянии (вторичная кристаллизация).
41. Как изменяется плотность дислокаций при холодной пластической деформации металлов? Влияние плотности дислокаций на свойства металла.
42. В чем различие между холодной и горячей пластической деформацией? Опишите особенности каждого вида деформации.
43. Как и почему изменяются свойства при холодной пластической деформации?

44. Под действием каких напряжений происходит пластическая деформация? Как при этом изменяются структура и свойства металла?
45. Что происходит с кристаллической решеткой металлов под действием нормальных напряжений? Укажите вид разрушения.
46. Что происходит с кристаллической решеткой металлов под действием касательных напряжений? Укажите вид разрушения.
47. Как изменяются строение и свойства при нагреве предварительно деформированного металла?
48. Для каких практических целей применяют наклеп, в чем сущность наклепа?
49. Объясните природу хрупкого разрушения металлов и факторы, способствующие переходу металла в хрупкое состояние.
50. Как изменяются эксплуатационные характеристики деталей после поверхностного наклепа (дробеструйной обработки) и почему?
51. Для чего применяется отжиг в процессе изготовления холоднокатанной стальной ленты? Как называется такой вид отжига?
52. Как влияет степень пластической деформации на процесс рекристаллизации и величину зерна? Что такое критическая степень деформации?
53. Как влияют состав сплава и степень пластической деформации на температуру рекристаллизации? Как определить температуру рекристаллизации?
54. Объясните сущность процесса первичной рекристаллизации (рекристаллизации обработки).
55. Какие процессы протекают при горячей пластической деформации?
56. Для какой цели применяется рекристаллизационный отжиг? Как назначается режим отжига? Дайте примеры.
57. В чем различие между упругой и пластической деформацией?
58. Какой вид напряжений приводит к вязкому разрушению путем среза? Объясните природу разрушения.
59. Какой вид напряжений приводит к хрупкому разрушению путем отрыва? Объясните природу разрушения.
60. Опишите механизм упругой и пластической деформации поликристаллического металла.
61. Опишите сущность процесса собирательной рекристаллизации.

62. Объясните, почему пластическую деформацию олова при комнатной температуре называют горячей деформацией, а вольфрама при температуре  $1000\text{ }^{\circ}\text{C}$  – холодной пластической деформацией?

63. Волочение проволоки проводят в несколько переходов. Если волочение выполняют без промежуточных операций отжига, то проволока на последних переходах даст разрыв. Объясните причины разрывов и укажите меры для предупреждения этого.

64. Для чего применяется отжиг после наклепа холоднокатаных прутков стали Ст3? Выбор режима отжига.

65. Каким способом можно восстановить пластичность холоднокатаных медных лент? Назначьте режим термической обработки и опишите физическую сущность происходящих процессов.

66. Детали из меди, штампованные в холодном состоянии, имели низкую пластичность. Объясните причину этого явления и укажите, каким способом можно повысить относительное удлинение. Рекомендуйте режим обработки и приведите характер изменения механических свойств.

67. Как изменяется блочная (мозаичная) структура при нагреве предварительно деформированного металла? В чем сущность процесса полигонизации?

68. Объясните, можно ли отличить по микроструктуре металл, деформированный в холодном состоянии, от металла, деформированного в горячем состоянии, и укажите, в чем различие в микроструктуре.

69. Назначьте режим отжига холоднокатаного профиля из магния. Как такой отжиг называется? Опишите сущность происходящих процессов.

70. Каким образом можно восстановить пластичность холоднокатаного алюминиевого прутка? Назначьте режим термической обработки и опишите физическую сущность происходящих процессов.

71. Как изменяются механические и другие свойства при нагреве наклепанного металла и почему?

72. Как влияет изменение структуры на свойства холоднодеформированного металла? В чем сущность и каково практическое применение наклепа?

73. Прутки олова были деформированы при температуре  $20\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Объясните, почему эти прутки не упрочнились при деформировании и опишите процессы, протекающие при этом.

74. Полосы свинца были деформированы при комнатной температуре на различную степень деформации: 10, 20, 40 и 60 %. После прокатки твердость (НВ) всех полос свинца оказалась практически одинаковой. Объясните, почему свинец не упрочнился?

75. Какие процессы происходят при горячей пластической деформации и как изменяются строение и свойства металла?

76. Вычертите диаграмму состояния системы железо-углерод (железо-цементит) (рисунок 1). Укажите структурные составляющие во всех областях диаграммы. Постройте кривую охлаждения (с применением правила фаз) и опишите превращения от жидкого состояния до нормальной температуры для сплава, содержащего 0,15 % С. Укажите структуру сплава при комнатной температуре, назовите сплав.

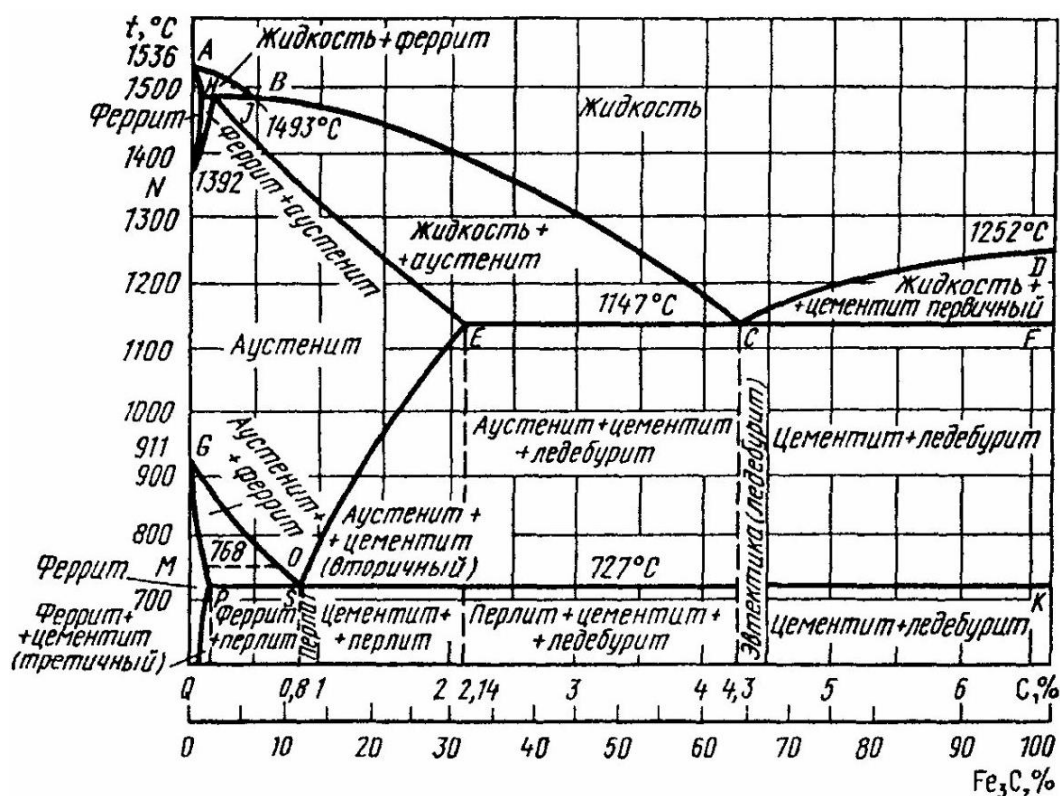


Рисунок 1 – Диаграмма состояния системы железо-углерод (железо-цементит)

77. То же для сплава, содержащего 0,25 % С.
78. То же для сплава, содержащего 0,05 % С.
79. То же для сплава, содержащего 0,3 % С.
80. То же для сплава, содержащего 0,45 % С.
81. То же для сплава, содержащего 0,65 % С.
82. То же для сплава, содержащего 0,7 % С.
83. То же для сплава, содержащего 0,8 % С.
84. То же для сплава, содержащего 0,9 % С.
85. То же для сплава, содержащего 1,0 % С.
86. То же для сплава, содержащего 1,2 % С.



87. То же для сплава, содержащего 1,5 % С.
88. То же для сплава, содержащего 1,8 % С.
89. То же для сплава, содержащего 2,5 % С.
90. То же для сплава, содержащего 3,0 % С.
91. То же для сплава, содержащего 3,5 % С.
92. То же для сплава, содержащего 4,3 % С.
93. То же для сплава, содержащего 5,0 % С.
94. То же для сплава, содержащего 5,5 % С.
95. То же для сплава, содержащего 6,0 % С.
96. То же для сплава, содержащего 0,2 % С.
97. То же для сплава, содержащего 0,6 % С.
98. То же для сплава, содержащего 1,3 % С.
99. То же для сплава, содержащего 4,0 % С.
100. То же для сплава, содержащего 2,2 % С.
101. Какое содержание углерода в эвтектоидной стали?
102. Какую кристаллическую решетку имеют  $\alpha$ - и  $\gamma$ -железо?
103. Что такое аустенит, феррит, перлит, цементит?
104. Укажите название областей на стальной части диаграммы.
105. Какие процессы протекают в стали при ее охлаждении в области 727 °С?
106. Какое максимальное содержание углерода в аустените?
107. Какое максимальное содержание углерода в феррите?
108. Как влияет содержание углерода на свойства стали?
109. Как классифицируются углеродистые стали по качеству? Приведите пример марки углеродистой стали обыкновенного качества, качественной и высококачественной.
110. Расшифруйте марку стали ст 0 кп согласно ГОСТ с указанием химического состава, прочностных характеристик, микроструктуры и применения.
111. Расшифруйте марку стали ст 2 кп согласно ГОСТ с указанием химического состава, прочностных характеристик, микроструктуры и применения.
112. Расшифруйте марку стали ст 2 кп согласно ГОСТ с указанием химического состава, прочностных характеристик, микроструктуры и применения.
113. Расшифруйте марку стали ст 6 сп согласно ГОСТ с указанием химического состава, прочностных характеристик, микроструктуры и применения.
114. Расшифруйте марку стали ст 4 сп согласно ГОСТ с указанием химического состава, прочностных характеристик, микроструктуры и применения.
115. Расшифруйте марку стали 15 согласно ГОСТ с указанием химического состава, прочностных характеристик, микроструктуры и применения.
116. Расшифруйте марку стали 20 согласно ГОСТ с указанием химического состава, прочностных характеристик, микроструктуры и применения.
117. Расшифруйте марку стали 25 согласно ГОСТ с указанием химического состава, прочностных характеристик, микроструктуры и применения.
118. Расшифруйте марку стали 30 согласно ГОСТ с указанием химического состава, прочностных характеристик, микроструктуры и применения.
119. Расшифруйте марку стали 35 согласно ГОСТ с указанием химического состава, прочностных характеристик, микроструктуры и применения.

120. Расшифруйте марку стали 40 согласно ГОСТ с указанием химического состава, прочностных характеристик, микроструктуры и применения.

121. Расшифруйте марку стали 45 согласно ГОСТ с указанием химического состава, прочностных характеристик, микроструктуры и применения.

122. Расшифруйте марку стали 50 согласно ГОСТ с указанием химического состава, прочностных характеристик, микроструктуры и применения.

123. Расшифруйте марку стали 55 согласно ГОСТ с указанием химического состава, прочностных характеристик, микроструктуры и применения.

124. Расшифруйте марку стали 60 согласно ГОСТ с указанием химического состава, прочностных характеристик, микроструктуры и применения.

125. Расшифруйте марку стали У7А согласно ГОСТ с указанием химического состава, прочностных характеристик, микроструктуры и применения.

126. Расшифруйте марку стали У8 согласно ГОСТ с указанием химического состава, прочностных характеристик, микроструктуры и применения.

127. Расшифруйте марку стали У8А согласно ГОСТ с указанием химического состава, прочностных характеристик, микроструктуры и применения.

128. Расшифруйте марку стали У9А согласно ГОСТ с указанием химического состава, прочностных характеристик, микроструктуры и применения.

129. Расшифруйте марку стали У9 согласно ГОСТ с указанием химического состава, прочностных характеристик, микроструктуры и применения.

130. Расшифруйте марку стали У10 согласно ГОСТ с указанием химического состава, прочностных характеристик, микроструктуры, и применения.

131. Расшифруйте марку стали У10А согласно ГОСТ с указанием химического состава, прочностных характеристик, микроструктуры и применения.

132. Расшифруйте марку стали У11А согласно ГОСТ с указанием химического состава, прочностных характеристик, микроструктуры и применения.

133. Расшифруйте марку стали У11 согласно ГОСТ с указанием химического состава, прочностных характеристик, микроструктуры и применения.

134. Расшифруйте марку стали У12 согласно ГОСТ с указанием химического состава, прочностных характеристик, микроструктуры и применения.

135. Расшифруйте марку стали У12А согласно ГОСТ с указанием химического состава, прочностных характеристик, микроструктуры и применения.

136. Выберите материал для изготовления дробы для дробеструйных аппаратов очистки деталей. Дробь при работе аппарата не должна деформироваться и должна иметь высокую твердость и износостойкость. Опишите структуру выбранного материала.

137. Станину станка изготавливают методом литья с последующей обработкой резанием. В процессе работы станина не испытывает ударных нагрузок. Условия работы довольно легкие. Выберите материал для ее изготовления, расшифруйте марку и поясните структуру данного чугуна.

138. Корпуса редукторов изготавливают из чугуна методом литья с последующей обработкой резанием. Материал должен обладать прочностью  $\sigma_B = 500$  МПа, относительным удлинением 1,5 % и иметь твердость HB230. Выберите и обоснуйте марку чугуна, расшифруйте ее и поясните структуру.

139. Почему белые чугуны ограниченно применяются в машиностроении? Дайте подробное пояснение. Какие разновидности белых чугунов существуют, и какова их структура?

140. Произошла поломка коленчатого вала дизельного двигателя. После исследования микроструктуры было дано заключение, что структура данного сплава состоит из зерен перлита с включениями пластинчатого графита. По техническим условиям данный материал должен обладать  $\sigma_b \geq 650$  МПа,  $\delta \geq 2$  %, НВ  $\geq 220-300$ . Из какого материала был изготовлен коленчатый вал? Из-за чего произошла поломка, и что Вы рекомендуете для предотвращения разрушения вала в дальнейшем?

141. Выберите материал для корпуса небольшого электродвигателя. Условия работы легкие, нагрузки небольшие. Корпус отливается с последующей обработкой резанием. Расшифруйте марку чугуна и поясните его структуру.

142. Для добычи гравия из реки Томь используют земснаряды. Шарнирные соединения труб для транспортировки гравия делают из чугуна. Условия работы: большой гидробразивный износ, ударные нагрузки, постоянная вибрация. Выберите и обоснуйте марку чугуна.

143. Выберите материал для изготовления отопительных батарей. Способ их изготовления – литье. Расшифруйте выбранную марку и поясните структуру.

144. Расшифруйте марку чугуна СЧ10, приведите химический состав и механические свойства согласно ГОСТ, приведите микроструктуру и применение данной марки чугуна.

145. Расшифруйте марку чугуна СЧ15, приведите химический состав и механические свойства согласно ГОСТ, приведите микроструктуру и применение данной марки чугуна.

146. Расшифруйте марку чугуна СЧ20, приведите химический состав и механические свойства согласно ГОСТ, приведите микроструктуру и применение данной марки чугуна.

147. Расшифруйте марку чугуна СЧ35, приведите химический состав и механические свойства согласно ГОСТ, приведите микроструктуру и применение данной марки чугуна.

148. Расшифруйте марку чугуна КЧ30-6, приведите химический состав и механические свойства согласно ГОСТ, приведите микроструктуру и применение данной марки чугуна.

149. Расшифруйте марку чугуна КЧ35-10, приведите химический состав и механические свойства согласно ГОСТ, приведите микроструктуру и применение данной марки чугуна.

150. Расшифруйте марку чугуна КЧ45-7, приведите химический состав и механические свойства согласно ГОСТ, приведите микроструктуру и применение данной марки чугуна.

151. Расшифруйте марку чугуна КЧ60-3, приведите химический состав и механические свойства согласно ГОСТ, приведите микроструктуру и применение данной марки чугуна.

152. Расшифруйте марку чугуна ВЧ35, приведите химический состав и механические свойства согласно ГОСТ, приведите микроструктуру и применение данной марки чугуна.

153. Расшифруйте марку чугуна ВЧ40, приведите химический состав и механические свойства согласно ГОСТ, приведите микроструктуру и применение данной марки чугуна.

154. Расшифруйте марку чугуна ВЧ50, приведите химический состав и механические свойства согласно ГОСТ, приведите микроструктуру и применение данной марки чугуна.

155.Расшифруйте марку чугуна ВЧ50, приведите химический состав и механические свойства согласно ГОСТ, приведите микроструктуру и применение данной марки чугуна

Вопросы контрольной работы выбираются согласно таблицы вариантов по двум последним цифрам номера зачетной книжки.

Таблица – Варианты контрольной работы

Предпоследняя цифра шифра	Последняя цифра шифра									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	40,41,76 101,136	39,42,77 102, 137	37,43,78 103,138	37,44,79 104, 139	36,45,80 105, 140	35,46,81 106,141	33,48,83 107, 142	32,49,84 108, 143	34,47,82 109, 144	31,50,85 110, 145
1	30,51,86 111, 146	29,52,87 112, 147	28,53,88 113, 148	27,54,89 114, 149	26,55,90 115, 150	25,56,91 116,151	24,57,92 117, 152	23,58,93 118, 153	22,59,94 119, 154	21,60,95 120, 155
2	20,61,96 121, 136	19,62,97 122, 137	18,63,98 123, 138	17,64,99 124, 139	16,65,100 125, 140	15,66,100 126, 141	14,67,99 127, 142	13,68,98 128, 149	12,69,97 129, 150	11,70,96 130, 151
3	10,71,95 131, 151	9,72,94 132, 152	8,73,93 133, 153	7,74,92 134, 155	6,75,91 135, 150	5,75,90 101, 136	4,74,89 102, 137	3,73,88 103, 138	2,72,87 104, 139	1,71,86 105, 140
4	1,70,85, 106, 141	2,69,84 107, 142	3,68,83 108, 143	4,67,82 109, 144	5,66,81 110, 145	6,65,80 111, 146	7,64,79 112, 147	8,63,78 113, 148	9,62,77 114, 149	10,61,76 115, 150
5	11,60,76 116, 151	12,59,77 117, 152	13,58,78 118, 154	14,57,79 119, 155	15,56,80 120, 153	16,55,81 121, 152	17,54,82 122, 151	18,53,83 123, 150	19,52,84 124, 149	20,51,85 125, 147
6	21,50,86 126, 148	22,49,87 127, 146	23,48,88 128, 145	24,47,89 129, 144	25,46,90 130, 143	26,45,91 131, 142	27,44,92 132, 141	28,43,93 133, 140	29,42,94 134, 139	30,41,95 135, 138
7	31,42,96 101, 137	32,43,97 102, 136	33,47,98 103, 137	34,48,99 104, 138	35,49,100 105, 139	36,50,100 106, 140	37,51,99 107, 141	38,52,98 108, 142	39,53,97 109, 143	40,54,96 109, 144
8	25,55,95 110, 145	22,56,94 111, 146	21,57,93 112, 147	30,58,92 113, 148	6,59,91 114, 149	7,60,90 115, 150	24,61,89 116, 151	5,62,88 117, 152	28,64,87 118, 153	29,65,86 119, 154
9	36,66,85 120, 155	37,69,84 121, 136	39,70,83 122, 137	35,72,82 123, 138	32,73,81 124, 139	33,74,80 125, 140	1,62,79 126, 141	17,53,78 127, 142	19,52,77 128, 143	2,51,76 129, 144

Более подробно порядок оформления контрольной работы изложен в УМПД по освоению дисциплины.

## ТИПОВЫЕ ЗАДАНИЯ И КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ ДЛЯ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ

### **Практическое занятие № 1:** Способы поверхностного упрочнения сталей и сплавов

Задания по практической работе: назначить режим химико-термической обработки для шестерни из стали 15. Построить графики цементации и термической обработки с указанием начальной и конечной структуры.

Контрольные вопросы:

1. Что такое химико-термическая обработка?
2. Назовите виды химико-термической обработки.
3. Дайте определение цементации
4. Какие стали подвергаются поверхностному насыщению углеродом?
5. Приведите примеры марок цементуемых сталей.

**Практическое занятие № 2:** Выбор стали для цементируемых улучшаемых, рессорно-пружинных деталей

Задания по практической работе: выбрать сталь для тяжело нагруженной рессоры, назначить режим термической обработки, построить график термообработки с указанием начальной и конечной структуры.

Контрольные вопросы:

1. К какому классу по назначению относятся рессорно-пружинные стали?
2. Дать определение структуры сорбита.
3. Что такое улучшаемая сталь?
4. Какие стали подвергаются цементации?
5. Опишите структуру поверхностного слоя стали после цементации.

### **Практическое занятие № 3:** Выбор стали (сплава) для режущего инструмента

Задания по практической работе: метчик изготовлен из стали Р9. Приведите химический состав, механические свойства указанной марки стали. Назначьте режим термической обработки с построением графика термообработки и указанием начальной и конечной структуры.

Контрольные вопросы:

1. Назовите виды режущего инструмента
2. Какие стали (сплавы) применяют для изготовления режущего инструмента?
3. Расшифруйте марку стали Р6М5К6.
4. Какими химическими элементами легируют быстрорежущие стали?
5. Влияние легирующих элементов на свойства быстрорежущей стали.

**Практическое занятие № 4:** Выбор стали для штампов холодного и горячего деформирования

Задания по практической работе: подобрать марку стали для вырубного штампа, работающего при повышенных температурах.

Контрольные вопросы:

1. Какие стали применяют для изготовления штампов холодного деформирования?
2. Какие стали применяют для изготовления штампов горячего деформирования?

3. Какими химическими элементами легируют стали для штампов холодного и горячего деформирования?

4. Какими химическими элементами легируют стали для штампов холодного и горячего деформирования.

5. Расшифруйте марку стали 4X5МФС, ХВГ, 9ХС.

**Практическое занятие № 5:** Выбор стали для коррозионностойких, жаростойких, жаропрочных изделий

Задания по практической работе: обосновать выбор марки стали для изготовления цистерны для перевозки концентрированной серной кислоты.

Контрольные вопросы:

1. Чем легируют коррозионностойкие стали?
2. Какие стали являются жаростойкими?
3. Какие стали являются жаропрочными?
4. Расшифруйте марку стали 08X18H9TiOА.
5. Приведите примеры коррозионностойких, жаростойких, жаропрочных сталей.

**Практическое занятие № 6:** Выбор медного сплава для деталей

Задания по практической работе: подобрать медный сплав для изготовления водозапорной арматуры.

Контрольные вопросы:

1. Дать определение латуни.
2. Дать определение бронзы.
3. Привести пример марок однофазной и двухфазной латуни.
4. Назовите виды медных сплавов.
5. Какие латуни называют «морскими» и почему?

**Практическое занятие № 7:** Выбор алюминиевого, титанового сплава для деталей

Задания по практической работе: подобрать алюминиевый литейный сплав для изготовления детали типа «крышка».

Контрольные вопросы:

1. Какие алюминиевые сплавы относятся к литейным?
2. Какие алюминиевые сплавы относятся к деформируемым?
3. Назовите алюминиевые сплавы, упрочняемые термообработкой
4. Как маркируются титановые сплавы?
5. Область применения и назначение титановых сплавов.

## ЗАДАНИЯ ДЛЯ КУРСОВОЙ РАБОТЫ

Студенты очной и заочной формы обучения выполняют по дисциплине «Материаловедение» курсовую работу, связанную с навыками пользования технической, нормативной и периодической литературой; закреплением теоретических знаний по соответствующим разделам курса; ознакомлением с различными видами термической обработки заготовок и готовых изделий, получения навыков выбора типа стали (сплава), удовлетворяющего требованиям, предъявляемым к определенной детали.

Курсовая работа предусматривает:

1. Выбор марки стали и режима термической обработки деталей машин из конструкционных сталей (задание выдается преподавателем).

2. Выбор марки стали (сплава) и режима термообработки для инструмента, штампов инструментальных сталей.

3. Выбор марки цветного металла (сплава) для конкретной детали.

Задачей, стоящей перед студентом, исходя из условий эксплуатации изделия, является:

1. Составить комплекс требований, обеспечивающий надежность и долговечность детали (инструмента):

- механические нагрузки (статические, динамические):  $\sigma_B$ ,  $\sigma_{0,2}$ , HB,  $\delta$  и  $\psi$ , KCU;

- влияние среды;

- диапазон рабочих температур.

2. Выбрать марки сталей, соответствующие заданным механическим свойствам:

- из этих сталей отобрать марки с соответствующей прокаливаемостью  $D_{\text{критич}}$  (технологические свойства).

- из оставшихся (2-3-х) марок выбрать сталь с наименьшей стоимостью (экономический фактор).

2. Для выбранной стали необходимо дать химический состав (по ГОСТу).

3. Объяснить влияние каждого легирующего элемента на механические, технологические свойства стали.

4. Для заготовки (отливка, поковка) выбрать режим отжига (предварительная термообработка).

5. Для готовой детали (инструмента) выбрать режим окончательной термической обработки (закалка, отпуск); при требовании различных свойств на поверхности детали и в сердцевине выбрать режим химико-термической обработки (цементация, азотирование и т.п.) или закалку поверхностную.

6. Нарисовать графики режима термообработки, указав изменения структуры на всех стадиях.

7. Описать конечную микроструктуру (при различии в свойствах дать структуры сердцевины и поверхностного слоя).

8. Дать механические свойства готового изделия ( $\delta$ ,  $\psi$ ,  $\sigma_B$ ,  $\sigma_{0,2}$ , KCU, HB).

9. По экономическим показателям (стоимости и дефицитности) легирующие элементы можно расположить в следующем порядке: Mn, Si, Zn, Al, Mg, Cr, Ti, Ni, Sn, Nb, Mo, W, V.

Однако, если выбранная марка легированной стали обеспечивает уменьшение ме-

таллоемкости, повышение прокаливаемости, увеличение ресурса работы изделия и т.д., то в таких случаях применение дорогостоящей марки материала может быть экономически оправдано.

Номер задания для курсового проекта выбирается по последней цифре зачетной книжки. Номер варианта выбирается по предпоследней цифре зачетной книжки.

Ниже приведен варианты типовых заданий по курсовую работу.

### **Вариант 1**

1.1 Завод должен изготовить вал двигателя буровой установки с характерным диаметром  $d$  (30, 60, 120) мм. Материал вала должен иметь временное сопротивление растяжению не ниже в (750, 900, 1200) МПа. Выбрать сталь для изготовления валов, обосновать сделанный выбор, рекомендовать режим термической обработки и указать структуру в готовом вале.

1.2 Плашки из стали У11А закалены: первая – от температуры 760 С, а вторая – от температуры 850 С. Используя диаграмму железо–карбид железа, объясните, какая из этих плашек закалена правильно, имеет более высокие режущие свойства и почему.

1.3 Выберите латунь для изготовления деталей путем глубокой вытяжки. Расшифруйте состав и опишите структуру сплава. Назначьте режим промежуточной термической обработки, применяемой между отдельными операциями вытяжки, обоснуйте выбранный режим. Дайте общую характеристику механических свойств сплава.

### **Вариант 2**

1.2 Тросы, применяемые в условиях морской нефтегазодобывающей платформы, должны обладать высоким пределом прочности  $\sigma_b$  (800, 900, 1000) МПа и высокой устойчивостью против коррозии в морской воде, Указать состав стали, устойчивой, против корродирующего действия морской воды (без применения защитных покрытий), технологический процесс изготовления тросов обеспечивающий получение высоких механических свойств в готовом тросе, и структуру стали. Сравнить структуру, стойкость против коррозии и поведение при сварке стали выбранного состава с хромистой сталью с содержанием 14 % Сг и 0,1 % С. Указать для сравнения механические свойства, режим обработки и структуру стали, применяемой для изготовления тросов, от которых по условиям эксплуатации не требуется повышенной стойкости против коррозии.

2.2 Выбрать марку стали для долбяков наружным диаметром 60 мм, обрабатывающих с динамической нагрузкой конструкционные стали твердостью 200-230 НВ. Рекомендовать режим термообработки, указать структуру после каждого этапа термообработки, конечные свойства? Объяснить влияние каждого легирующего элемента.

2.3 Для изготовления ряда деталей в авиастроении применяется сплав МЛ5. Расшифруйте состав сплава, опишите характеристики механических свойств и приведите режим используемой термообработки.

### **Вариант 3**

3.1 На заводе изготавливали валы двигателей внутреннего сгорания диаметром  $d$  (40, 60, 80) мм из стали с пределом текучести 200 – 230 МПа и относительным удлинением  $\delta$  – 20 – 22%. В дальнейшем был получен заказ на валы такого же диаметра для более мощных двигателей; завод должен был гарантировать предел текучести не ниже  $\sigma_{0,2}$  (550, 620, 680) МПа и ударную вязкость не ниже 800 кДж/м<sup>2</sup>.



Указать стали, режим термической обработки, структуру и механические свойства после окончательной обработки. Указать, как изменится отношение  $\sigma_{0,2}/\sigma_B$  у выбранных сталей в результате выполнения улучшающей термической обработки.

3.2 Выбрать сталь для червячных фрез (изготовлены из проката диаметром 40 мм), обрабатывающих конструкционные стали твердостью 220-240 НВ. Предложить режим термической обработки фрез из выбранной быстрорежущей стали, указать микроструктуру после каждого этапа термообработки, конечные свойства? Объяснить влияние каждого легирующего элемента.

3.3 Выберите литейный алюминиевый сплав для поршней двигателей внутреннего сгорания, работающих при температуре 200...2500 С. Расшифруйте состав сплава, укажите способ изготовления детали из данного сплава. Опишите режим упрочняющей термообработки и объясните природу упрочнения.

#### **Вариант 4**

4.1 Шестерни привода штанговых насосных установок подвергаются действию знакопеременных и ударных нагрузок и должны иметь максимально однородные свойства в продольном и поперечном направлениях. Их изготавливают в зависимости от типа привода из стали с временным сопротивлением растяжению  $\sigma_B$  (700-750, 900-950, 1100-1150) МПа. Ударная вязкость, соответственно, должна быть не ниже (600, 700, 800) кДж/м<sup>2</sup>.

Выбрать сталь для шестерен, обеспечивающую комбинацию требуемых свойств, привести состав, марку, режим термической обработки, микроструктуру и механические свойства в готовом изделии.

4.2 Плашки из стали У11А закалены: первая – от температуры 760 С, а вторая – от температуры 850 С. Используя диаграмму железо–карбид железа, объясните, какая из этих плашек закалена правильно, имеет более высокие режущие свойства и почему.

4.3 Выберите титановый сплав для обшивки летательных аппаратов. Приведите химический состав сплава, режим упрочняющей термической обработки и получаемую структуру.

#### **Вариант 5**

5.1 Зубчатые колеса нефтедобывающего оборудования в зависимости от условий работы и возникающих напряжений можно изготавливать из стали обыкновенного качества, качественной углеродистой и легированной с различным содержанием легирующих элементов.

Выбрать, руководствуясь техническими и экономическими соображениями, сталь для изготовления колес диаметром  $d$  (40, 50, 60) мм и толщиной (20, 30, 40) мм с пределом текучести не ниже  $\sigma_{0,2} = 360-380$  МПа.

Указать термическую обработку колес, механические свойства и структуру выбранной стали в готовом изделии и сравнить их с механическими свойствами и структурой сталей 45 и 40 ХН после улучшающей термической обработки.

5.2 выбрать марку стали для протяжек, обрабатывающих конструкционные стали твердостью 250НВ. Указать режим термообработки, структуру, свойства стали для случаев изготовления протяжек из проката диаметром 40 и 85 мм.

5.3 Для изготовления деталей двигателя внутреннего сгорания выбран сплав АК6. Расшифруйте состав сплава, приведите характеристики механических свойств сплава при повышенных температурах и объясните, за счет чего они достигаются.

### **Вариант 6**

6.1 Выбрать сталь для изготовления валов приводов оборудования нефтегазопереработки диаметром  $d$  (45, 65, 85) мм. По расчету, сталь для валов, соответственно, должна иметь предел текучести не ниже  $\sigma_{0,2}$  (350, 500, 700) МПа.

Указать: состав и марку выбранных сталей; рекомендуемый режим термической обработки; структуру после каждой операции термической обработки; механические свойства в готовом изделии. Можно ли применять углеродистую сталь обыкновенного качества для изготовления валов требуемого сечения и прочности?

6.2 Выбрать марку быстрорежущей стали умеренной теплостойкости для червячных фрез наружным диаметром 30 и 80 мм (из катанной стали). Рекомендовать режим термообработки и способ химико-термической обработки, дополнительно повышающей теплостойкость фрез. В чем заключается различие в структуре и свойствах стали из проката разного диаметра? Объяснить влияние каждого легирующего элемента.

6.3 Выберите оловянистую бронзу для отливок сложной конфигурации. Расшифруйте состав и опишите структуру сплава. Приведите термическую обработку, применяемую для снятия внутренних напряжений, возникающих в результате литья. Опишите механические свойства бронзы.

### **Вариант 7**

7.1 Выбрать сталь для изготовления тяжело нагруженных коленчатых валов диаметром  $d$  (40, 60, 80) мм, предел текучести, соответственно, должен быть не ниже  $\sigma_{0,2}$  (750, 900, 1100) МПа.

Рекомендовать состав и марку стали, режим термической обработки, структуру и механические свойства после закалки и отпуска.

7.2 Инструменты из быстрорежущих сталей имеют недостаточную стойкость при резании с повышенной скоростью (более 80-100 м/мин). Выбрать марку инструментальных сплавов, пригодных для резания с высокой скоростью сталей и чугунов. Указать состав, структуру и свойства выбранных сплавов и сопоставить их с аналогичными свойствами быстрорежущих сталей. Объяснить причины, по которым для обработки стали следует выбрать сплав другого состава, чем для обработки чугуна.

7.3 Выберите латунь, которая пригодна для изготовления тонкостенных труб. Расшифруйте состав и опишите структуру сплава. Назначьте режим отжига, применяемого между операциями волочения, обоснуйте выбранный режим. Дайте общую характеристику механических свойств сплава.

### **Вариант 8**

8.1 Конические зубчатые колеса диаметром  $d$  (30, 50, 70) мм в электротележке работают в условиях динамических нагрузок и повышенного износа. По требованию конструктора сталь должна обладать высоким сопротивлением вязкому и хрупкому разрушению изделия в сердцевине.

Выбрать углеродистую цементуемую сталь, указать состав, рекомендовать режим термической обработки для получения максимальной вязкости в сердцевине изделия, если цементация выполняется в твердом карбюризаторе. Одновременно для сравнения указать режим термической обработки после цементации в газовой среде.

Указать механические свойства стали в сердцевине изделия и твердость на поверхности после окончательной термической обработки к объяснить, целесообразно ли применение для этой цели стали обыкновенного качества.

8.2 При обработке стали твердостью более 280-300НВ резцы из быстрорежущей стали не имеют достаточной стойкости. Указать состав сплава, обладающего более высокими режущими свойствами. Вследствие высокой стоимости и большой хрупкости такого сплава привести способ изготовления составных резцов и указать сталь, из которой следует изготовить державку резца, Указать структуру, механические свойства, теплостойкость и способ изготовления выбранного сплава.

8.3 Выберите оловянистую бронзу для отливок сложной конфигурации. Расшифруйте состав и опишите структуру бронзы. Назначьте режим термообработки для снятия внутренних напряжений, возникающих после литья. Опишите механические свойства этой бронзы.

#### **Вариант 9**

9.1 Палец шарнира диаметром  $d$  (15, 25, 35) мм работает на изгиб и срез и должен, кроме того, обладать высокой износостойкостью на поверхности и высоким сопротивлением хрупкому и вязкому разрушению в сердцевине.

Выбрать углеродистую сталь, привести ее состав и марку, рекомендовать режим химико-термической и термической обработки и указать структуру, механические свойства в сердцевине и твердость на поверхности после окончательной обработки.

Указать желательную толщину твердого поверхностного слоя. Объяснить, в каких случаях необходимо выбрать легированную сталь, и какие механические свойства можно гарантировать в сталях выбранных различных марок.

9.2 Выбрать марку легированной инструментальной стали для изготовления круглых плашек, пригодных для обработки мягкой низкоуглеродистой стали. Указать режим термической обработки и способы защиты от обезуглероживания при нагреве под закалку. Привести химический состав, микроструктуру, основные свойства стали.

9.3 Для изготовления деталей выбран сплав Д18. Расшифруйте состав сплава. Опишите, каким способом производится упрочнение этого сплава. Укажите, характеристики механических свойств сплава.

#### **Вариант 10**

10.1 Заводу нужно изготовить зубчатые колеса сложной формы диаметром 50 мм и высотой 100 мм для нефтегазового оборудования. Они должны иметь твердость на поверхности не ниже HRC 58-60, а в сердцевине временное сопротивление растяжению не ниже  $\sigma_B$  (450, 550, 650) МПа при ударной вязкости не ниже 500-600 кДж/м<sup>2</sup>.

Завод изготовил первую партию зубчатых колес из углеродистой цементуемой стали, однако некоторые зубчатые колеса получили деформацию при закалке.

Выбрать сталь и рекомендовать режим термической обработки после цементации для получения заданных механических свойств и предупреждения брака по деформации.

Указать структуру стали в сердцевине и поверхностном слое после окончательной обработки и причины, вызывающие деформацию при закалке.

10.2 Измерительный инструмент (калибры, измерительные плитки) должны обладать высокой твердостью, хорошим сопротивлением износу и не должны изменять своих размеров с течением времени. Между тем изделия после закалки и низкого отпуска иногда обнаруживают незначительные изменения размеров во время эксплуатации, недопустимые, одна-

ко для измерительных инструментов большой точности. Указать причины, вызывающие эти изменения (старение), и привести марку стали и режим термической обработки измерительных инструментов, значительно уменьшающих эффект старения.

10.3 Выберите материал для изготовления методом литья под давлением крышки из литейного алюминиевого сплава. При выборе сплава воспользуйтесь диаграммой алюминий–кремний. Для выбранного сплава укажите химический состав, механические свойства и структуру.

## КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

1. Типы связей в твердых телах. Сущность каждого вида связи, металлическая связь. Влияние типа связи на свойства материалов (дать примеры, энергию связи).
2. Атомно-кристаллическое строение металлов. Типы кристаллических решеток. Основные характеристики кристаллических решеток: элементарная ячейка, параметр, координационное число, плотность упаковки.
3. Кристаллографические плоскости и направления. Анизотропия монокристаллов. Плоскости скольжения. Анизотропия в реальных изделиях (текстура деформации).
4. Полиморфизм (аллотропия). Особенности полиморфного превращения.
5. Строение реальных кристаллов. Точечные несовершенства. Виды точечных дефектов (дать схемы). Влияние их на свойства металлов.
6. Линейные несовершенства (дислокации кристаллов). Виды дислокаций и их свойства. Вектор Бюргерса. Влияние дислокации на свойства металлов. Поверхностные несовершенства.
7. Кристаллизация. Термодинамические основы фазовых превращений. Кинетика кристаллизации. Факторы, влияющие на процесс кристаллизации. Модифицирование. Вторичная кристаллизация.
8. Твердые растворы. Типы твердых растворов (дать схемы). Свойства сплавов – твердых растворов. Примеры технических сплавов.
9. Химические соединения (системы: металл-металл, металл-неметалл). Виды соединений и их свойства.
10. Фазы и структурные составляющие железоуглеродистых сплавов. Дать определение, свойства.
11. Основные линии, точки диаграммы Fe – C. Описать превращения происходящие в сплавах. Построить кривую охлаждения сплава с 1,5% C.
12. Какие превращения происходят в железе и железо-углеродистых сплавов в критических точках  $A_1$ ,  $A_2$ ,  $A_3$ ,  $A_4$ ,  $A_{cm}$ ? На линиях ликвидус, солидус?
13. Превращения в сталях при нагреве. Влияние скорости, степени нагрева на величину зерна аустенита. Перегрев, пережог. Влияние величины зерна на свойства стали. Наследственно мелко- и крупнозернистые стали. Действительное зерно.
14. Углеродистые стали. Классификация сталей по назначению, качеству, способу раскисления.
15. Конструкционные углеродистые стали. Маркировка, классификация по качеству, применение.
16. Инструментальные углеродистые стали. Классификация по качеству. Маркировка, применение. Недостатки углеродистых инструментальных сталей.
17. Автоматные стали. Маркировка. Особенности технологических свойств.
18. Графитизированные чугуны. Виды чугунов. Получение, маркировка, применение.
19. Серый чугун. Структура, маркировка, свойства, применение. Чугуны с вермикулярным графитом.

20. Высокопрочные чугуны. Получение, маркировка, свойства, применение. Антифрикционные чугуны.

21. Ковкие чугуны. Получение (дать графики), маркировка, применение, свойства, получение.

22. Легированные чугуны. Маркировка, области применения. Термообработка чугунов.

## КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ К ЭКЗАМЕНУ

1. Типы связей в твердых телах. Сущность каждого вида связи, металлическая связь. Влияние типа связи на свойства материалов (дать примеры, энергию связи).
2. Атомно-кристаллическое строение металлов. Типы кристаллических решеток. Основные характеристики кристаллических решеток: элементарная ячейка, параметр, координационное число, плотность упаковки.
3. Кристаллографические плоскости и направления. Анизотропия монокристаллов. Плоскости скольжения. Анизотропия в реальных изделиях (текстура деформации).
4. Полиморфизм (аллотропия). Особенности полиморфного превращения. Привести примеры, построить кривую охлаждения для титана.
5. Строение реальных кристаллов. Точечные несовершенства. Виды точечных дефектов (дать схемы). Влияние их на свойства металлов.
6. Линейные несовершенства (дислокации) кристаллов. Виды дислокаций и их свойства. Вектор Бюргерса. Влияние дислокации на свойства металлов. Поверхностные несовершенства.
7. Кристаллизация. Термодинамические основы фазовых превращений. Кинетика кристаллизации. Факторы, влияющие на процесс кристаллизации. Модифицирование. Вторичная кристаллизация.
8. Твердые растворы. Типы твердых растворов (дать схемы). Свойства сплавов - твердых растворов. Примеры технических сплавов.
9. Химические соединения (системы: металл-металл, металл-неметалл). Виды соединений, их свойства.
10. Фазы и структурные составляющие железоуглеродистых сплавов. Дать определение, свойства.
11. Основные линии точки диаграммы Fe - C. Описать превращение, происходящие в сплавах. Построить кривую охлаждения сплава с 1,5% C.
12. Какие превращения происходят в железе и железо-углеродистых сплавах в критических точках:  $A_1$ ,  $A_2$ ,  $A_3$ ,  $A_4$ ,  $A_{cm}$ ? На линиях ликвидус, солидус?
13. Превращения в стали при нагреве. Влияние скорости, степени нагрева на величину зерна аустенита. Перегрев, пережог. Влияние величины зерна на свойства стали. Наследственно мелко- и крупнозернистые стали. Действительное зерно.
14. Превращения переохлажденного аустенита. Диаграмма изотермического распада аустенита стали У8. Перлитное, промежуточное, мартенситное превращения.
15. Дать характеристику структур: сорбит, тростит, бейнит, мартенсит. Механизм образования структур и зоны температур. Свойства.
16. Отжиг I, II рода (с фазовой и с бесфазовой перекристаллизацией). Виды отжига (дать графики отжига). Назначение. Применение.
17. Закалка. Назначение закалки. Нагрев сталей под закалку. Среды для охлаждения. Виды закалок (дать графики). Закаливаемость, прокаливаемость.
18. Отпуск. Виды отпуска. Назначение, области применения. Превращения в стали

при отпуске. Отпускная хрупкость I и II рода.

19. Химико-термическая обработка. Виды ХТО (цементация и азотирование). Виды применяемых сталей.

20. Упругая и пластическая деформация. Механизм пластической деформации. Влияние степени деформации на свойства металлов. Холодная и горячая пластическая деформация. Наклеп, его назначение.

21. Влияние нагрева на структуру и свойства холодного деформированного металла. Возврат (отдых и полигонизация), рекристаллизация. Виды рекристаллизации.

22. Легированные стали. Легирующие элементы. Назначение легирования. Какие фазы образуют легирующие элементы с железом? Влияние легирующих элементов на свойства феррита и аустенита.

23. Легированные стали. Фазы, образуемые легирующими элементами с углеродом. Классификация карбидов, влияние их на свойства стали.

24. Влияние легирующих элементов на полиморфное превращение железа (критические точки  $A_3$ ,  $A_4$ ). Привести примеры сталей ферритного, полуферритного, аустенитного класса.

25. Углеродистые стали. Классификация по назначению, качеству, способу раскисления, структуре. Маркировка сталей. Применение.

26. Графитизированные чугуны. Виды чугунов. Получение. Маркировка, свойства, применение.

27. Серые чугуны. Структура, маркировка, свойства, применение. Чугуны с вермикулярным графитом.

28. Ковкие чугуны. Получение, структура, маркировка, свойства, применение. Чугуны с особыми свойствами (легированные чугуны).

29. Высокопрочные чугуны и антифрикционные чугуны. Структура, маркировка, свойства, применение.

30. Классификация легированных сталей по назначению, содержанию легирующих элементов, хим. составу, структуре. Маркировка легированных сталей.

31. Конструкционные легированные стали. Корпусные, цементуемые, улучшаемые, рессорно-пружинные, шарикоподшипниковые, стали Гадфильда. Классификация, термическая обработка, маркировка, структура, применение.

32. Стали для режущего инструмента. Классификация сталей по теплостойкости. Термообработка, состав, свойства, марки, применение.

33. Твердые сплавы. Группы сплавов. Марки, свойства, области применения. Сверхтвердые материалы.

34. Инструментальные легированные стали. Стали для измерительного инструмента, штампов холодной и горячей обработки давлением. Марки, термообработка, свойства, применение.

35. Легированные стали с особыми свойствами. Коррозионностойкие (нержавеющие) стали. Требования, предъявляемые к сталям. Их состав, термическая обработка, свойства, назначение.

36. Жаропрочные стали и сплавы. Ползучесть. Жаропрочность с позиции теории дислокации. Состав сталей, структура, свойства, применение. Пути повышения жаропрочности.

37. Жаростойкие стали и сплавы. Классификация элементов по жаростойкости. Со-



став, структура, свойства, применение.

38. Магнитомягкие стали и сплавы. Требования, предъявляемые к ним. Состав, структура, свойства, применение.

39. Магнитное превращение. Классификация материалов по магнитным свойствам. Магнитотвердые стали и сплавы. Требования, предъявляемые к ним. Состав, структура, свойства, применение.

40. Медь, её свойства, применение. Медные сплавы. Классификация, свойства, применение.

41. Медь и медные сплавы. Латунни. Однофазные и двухфазные латунни. Легирование латунни, маркировка, свойства, применение.

42. Бронзы. Виды бронз. Легирование бронз. Маркировка, свойства, применение.

43. Алюминиевые деформируемые сплавы, упрочняемые и неупрочняемые термообработкой. Виды сплавов. Марки, структура, свойства, применение. Способы упрочнения сплавов.

44. Литейные алюминиевые сплавы. Состав, марки, структура, свойства, применение. Модифицирование силуминов.

45. Антифрикционные сплавы. Требования, предъявляемые к ним. Виды материалов с твердой матрицей. Особенности структуры, состав, свойства, области применения.

46. Антифрикционные материалы. Свойства, особенности, структура. Виды материалов с мягкой матрицей. Маркировка, применение.

47. Титан. Сплавы титана. Классификация, свойства, применение.

48. Пластмассы, свойства пластмасс. Преимущества перед металлическими материалами. Недостатки пластмассы.

49. Аморфные, кристаллические полимеры. Три состояния аморфных термопластов. Характеристика каждого состояния. Методы получения изделий, характерные для каждого состояния.

50. Термопластичные, термоактивные полимеры. Привести примеры. Различие в структуре, свойствах, областях применения.

51. Термопластичные полимеры: органическое стекло, поливинилхлорид, полиамиды (капролон). Свойства, области применения.

52. Термопластичные полимеры: полиэтилен, полистирол, фторопласты. Свойства, применение.

53. Состав пластмасс. Назначение составляющих. Привести примеры.

54. Отвердители (назначение). Виды отвердителей. Привести примеры.

55. Наполнители их виды. Цель введения в пластмассы. Тиксотропные наполнители. Применение наполненных полимеров.

56. Пластификаторы. Назначение пластификаторов. Внешняя и внутренняя пластификации. Влияние пластификаторов на свойства полимеров.

57. Покрытия на основе порошкообразных полимеров. Особенности формирования структуры полимеров. Применение покрытий.

58. Лакокрасочные покрытия. Состав лаков. Грунты. Методы очистки поверхности. Поверхностно-активные вещества, преобразователи ржавчины. Факторы, влияющие на свойства покрытий. Применение.

59. Коррозия, виды коррозии. Защитные полимерные покрытия: порошковые краски, лакокрасочные материалы. Особенности формирования покрытий. Свойства, применение.

60. Лакокрасочные материалы. Классификация, маркировка. Механические свойства, применение Пк, Способы нанесения, сушки покрытий.

61. Лаки. Эмали. Краски. Грунты. Шпатлевки. Маркировка. Технологические свойства.

62. Клеи. Виды клеев. Преимущества, недостатки клеевых соединений перед сваркой, клепкой. Факторы, влияющие на качество клеевого шва. Токопроводящие клеи. Области применения клеев.

63. Клеи холодного и горячего отверждения. Виды клеев. Применение. Физико-химические основы склеивания. Адгезия, когезия. Теории адгезии.

64. Обратимые, необратимые клеи. Примеры. Отличия в свойствах, областях применения. Виды напряжений в клеевом шве. Технология склеивания.

65. Газонаполненные пластмассы. Классификация по строению, виды связующего. Свойства, области применения. Способы получения.

66. Термореактивные полимеры (смолы): эпоксидные, полиэфирные и др. Виды полимеров, структура до и после отверждения. Свойства, применение.

67. Линейные, разветвленные, лестничные, пространственные полимеры. Влияние факторов на переход из линейной структуры в пространственную. Различия в свойствах.

68. Неорганическое стекло. Керамика. Состав, структура, свойства, область применения.

69. Грунты, герметики их виды, свойства, применение.

70. Составы для «холодной» сварки (ремонтные составы). Виды, области применения