

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования  
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

УТВЕРЖДАЮ

Директор ИДО

\_\_\_\_\_ С.И. Качин

«\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2012 г.

## КОНСТРУКЦИОННОЕ МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ

Методические указания и индивидуальные задания  
для студентов ИДО, обучающихся по направлению  
140400 «Электроэнергетика и электротехника»

*Составители*

**Ж.Г. Ковалевская, Е.П. Чинков**

<b>Семестр</b>	<b>1 (2)</b>
Кредиты	4
Лекции, часов	6 (8)
Лабораторные занятия, часов	4
Практические занятия, часов	4
Индивидуальные задания	1
Самостоятельная работа, часов	94 (92)
Формы контроля	экзамен

Издательство

Томского политехнического университета  
2012

УДК 536.24

Конструкционное материаловедение: методические указания и индивидуальные задания для студентов ИДО, обучающихся по напр. 140400 «Электроэнергетика и электротехника» / сост. Ж.Г. Ковалевская, Е.П. Чинков; Томский политехнический университет. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2012. – 36 с.

Методические указания и индивидуальные задания рассмотрены и рекомендованы к изданию методическим семинаром кафедры материаловедения и технологии металлов 28 декабря 2011 года, протокол № 335.

Зав. кафедрой МТМ

доцент, кандидат техн. наук \_\_\_\_\_ А.Г. Мельников

### Аннотация

Методические указания и индивидуальные задания по дисциплине «Конструкционное материаловедение» предназначены для студентов ИДО, обучающихся по направлению 140400 «Электроэнергетика и электротехника». Дисциплина изучается в одном семестре.

Приведено содержание основных тем дисциплины, указаны перечень лабораторных работ и темы практических занятий. Приведены варианты заданий для индивидуальной домашней работы. Даны методические указания по выполнению индивидуальной домашней работы.

## 1. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОСНОВНОЙ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Цель преподавания дисциплины – дать знания о строении, физических, механических и технологических свойствах металлов и неметаллических материалов и возможности управления свойствами материалов через упрочняющую или разупрочняющую обработку.

В результате изучения дисциплины «Конструкционное материаловедение» студент должен:

1. Знать физическую сущность явлений, происходящих в материалах в условиях производства и эксплуатации; их взаимосвязь со свойствами; основные свойства современных металлических и неметаллических материалов.

2. Уметь правильно выбрать в соответствии с эксплуатационными, технологическими и экономическими требованиями материал для изготовления деталей конструкций и назначить вид упрочняющей обработки.

3. Иметь представление о перспективных направлениях по созданию новых конструкционных материалов.

Дисциплина «Конструкционное материаловедение» относится к циклу Б.2 – математической и естественно-научной подготовки. Для её освоения требуются знания курсов «Химия», «Начертательная геометрия и инженерная графика» (пререквизиты). Кореквизиты – «Физика». Знание содержания дисциплины необходимо для освоения дисциплин циклов Б.3.

Основным видом учебных занятий является самостоятельная работа студентов с обязательной и дополнительной литературой, а также с другими учебно-методическими материалами по изучению основных разделов и тем дисциплины. Самостоятельное выполнение индивидуального домашнего задания и выполнение лабораторных работ в течение лабораторно-экзаменационной сессии позволяет закрепить полученные знания, а работа с преподавателями на лекциях и консультациях помогает систематизировать усвоенные знания и подготовиться к итоговому контролю.

## **2. СОДЕРЖАНИЕ ТЕОРЕТИЧЕСКОГО РАЗДЕЛА ДИСЦИПЛИНЫ**

### **РАЗДЕЛ I. МЕТАЛЛИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ**

#### **1. Строение металлов**

Материалы, их строение, структура и свойства. Классификация материалов по степени кристалличности. Кристаллы, керамика, полимеры, аморфные материалы – стекла. Типы химической связи в твердых телах.

Металлический тип связи. Металлические материалы. Атомно-кристаллическое строение металлов. Строение реальных кристаллов. Дефекты кристаллического строения - точечные, линейные и поверхностные. Влияние дефектов на физико-механические свойства.

**Рекомендуемая литература:** [1, с. 4-22], [2, с. 8-24].

#### **Методические указания**

Освоить классификацию материалов по степени кристалличности, знать какие кристаллические материалы имеют какой тип межатомной связи. Оценить особенность металлической связи и ее влияние на свойства металлов. Представлять строение реального кристалла. Знать дефекты кристаллического строения.

#### **Вопросы и задания для самоконтроля**

1. В чем сущность металлического, ионного и ковалентного типов связи?
2. Каковы характерные свойства металлов и чем они определяются?
3. Что такое элементарная кристаллическая решетка?
4. Что такое полиморфизм?
5. Какими параметрами определяется тип кристаллической решетки?
6. Что такое плотность упаковки атомов в кристаллической решетке?
7. Виды дислокаций. Как плотность дислокаций влияет на свойства металла?

#### **2. Деформация металлов, механические свойства**

Напряжения и деформации. Упругая и пластическая деформация моно- и поликристаллов. Механизмы пластической деформации. Стандартные механические свойства: свойства, определяемые при растяжении, твердость, ударная вязкость, предел выносливости, хладноломкость. Теоретическая и практическая прочность металлов. Пути повышения прочности металлов: деформационное упрочнение, упрочнение за счет образования твердого раствора, упрочнение дисперсными час-

тицами избыточной фазы, упрочнение границами зерен. Влияние пластической деформации на структуру и свойства металла. Влияние нагрева на структуру и свойства деформированного металла. Отдых и полигонизация. Рекристаллизация. Холодная и горячая деформация.

**Рекомендуемая литература:** [1, с. 23-40], [2, с. 77-120], [3, 60-96].

### **Методические указания**

Знать стадии реагирования металла на приложенное напряжение. Различать упругую и пластическую деформацию, знать механизмы протекания процесса и изменение механических свойств. Оценить влияние нагрева на строение и свойства пластически деформированного металла. Усвоить понятие рекристаллизация. Знать, что такое холодная и горячая деформация.

Знать стандартные механические свойства металлов. Уметь оценивать значения стандартных механических свойств.

### **Вопросы и задания для самоконтроля**

1. В чем различие между упругой и пластической деформацией?
2. Как осуществляется пластическая деформация в металлах?
3. Почему наблюдается огромное различие между теоретической и практической прочностью металлов?
4. Как изменяется строение металла в процессе пластического деформирования?
5. Как изменяется плотность дислокаций при пластической деформации?
6. Как изменяются свойства деформированного металла?
7. В чем сущность наклепа и какое он имеет практическое использование?
8. Какие характеристики механических свойств определяются при испытании на растяжение?
9. Что такое твердость?
10. Методы определения твердости.
11. Что такое ударная вязкость?
12. Что такое порог хладноломкости?
13. Что такое усталость металлов? Как определяется предел выносливости?
14. Почему мелкозернистый металл более прочен, чем крупнозернистый?
15. Как изменяются свойства деформированного металла при нагреве?

16. В чем сущность процессов возврата и рекристаллизации?

17. В чем различие между холодной и горячей пластической деформацией?

18. Каково назначение рекристаллизационного отжига и как он осуществляется?

19. Какими способами можно повысить прочность металлов и сплавов?

### **3. Формирование структуры металлов и сплавов при кристаллизации**

Сущность процесса кристаллизации металлов. Термодинамические основы фазовых превращений. Образование и рост кристаллических зародышей. Факторы, влияющие на процесс кристаллизации. Величина зерна. Строение металлического слитка.

Понятие о сплавах. Определение терминов: система, компонент, фаза. Типы взаимодействия компонентов сплавов. Механические смеси. Твердые растворы. Химическое соединение.

Диаграммы состояния двойных сплавов. Диаграммы состояния сплавов с полной нерастворимостью компонентов в твердом состоянии. Диаграммы состояния сплавов с полной растворимостью в твердом состоянии. Диаграммы состояния сплавов с ограниченной растворимостью в твердом состоянии. Связь между структурой и свойствами в соответствии с механизмами упрочнения. Правила Курнакова.

**Рекомендуемая литература:** [1, с.40-69], [2, с.48-73], [3, с. 42-59, 97-158].

### **Методические указания**

Понять сущность процесса кристаллизации. Знать механизм протекания кристаллизации и факторы, влияющие на процесс кристаллизации.

Усвоить термины: система, компонент, фаза. Изучить типы взаимодействия компонентов сплавов: механическая смесь, твердый раствор, химическое соединение. Научиться пользоваться диаграммами состояния двойных сплавов.

### **Вопросы и задания для самоконтроля**

1. Каковы термодинамические условия фазового превращения?
2. Что такое переохлаждение?
3. Какова связь между величиной зерна и степенью переохлаждения?
4. В чем сущность модифицирования?



5. Что такое компонент, фаза?
6. Приведите определение твердого раствора, механической смеси, химического соединения.
7. Как строятся диаграммы состояния?
8. Начертите и проанализируйте диаграмму состояния для случая образования непрерывного ряда твердых растворов; для случая полной нерастворимости компонентов в твердом состоянии; для случая ограниченной растворимости.
9. Каким образом по диаграммам состояния определяются состав фаз и их количественное соотношение?
10. Прогнозирование свойств сплавов в зависимости от вида диаграммы состояния.

#### **4. Железо и его сплавы**

Железо и его взаимодействие с углеродом. Диаграмма состояния “железо-цементит”. Компоненты, фазы и структурные составляющие сталей и белых чугунов, их характеристики, условия образования и свойства. Фазовые превращения в сталях и белых чугунах. Классификация сталей и белых чугунов по структуре.

Сталь. Влияние углерода и постоянных примесей на свойства стали. Классификация и маркировка углеродистых сталей. Легирующие элементы в стали. Влияние легирующих элементов на свойства феррита и аустенита.

Чугуны. Свойства и назначение чугунов. Влияние примесей и скорости охлаждения на структуру серого чугуна. Белый и отбеленный чугун. Ковкий чугун. Серый чугун. Высокопрочный чугун. Маркировка чугунов. Легированный чугун.

**Рекомендуемая литература:** [1, с.71-93], [2, с.121-155], [3, с. 159-222].

#### **Методические указания**

Знать компоненты, фазы и структурные составляющие железо-углеродистых сплавов. Изучить диаграмму состояния “железо-цементит”. Уметь пользоваться диаграммой состояния “железо-цементит” для определения критических точек и фазовых превращений во всех существующих сплавах данной системы.

Знать классификацию углеродистых сталей по назначению, химическому составу и качеству. Уметь выбрать требуемую марку стали в зависимости от назначения детали.

Освоить классификацию чугунов. Знать структурные признаки всех групп чугунов, их свойства и способы получения.

### **Вопросы и задания для самоконтроля**

1. Чем отличаются две группы сплавов: стали и чугуны?
2. Что такое феррит, аустенит, цементит, перлит и ледебурит?
3. Приведите классификацию железоуглеродистых сплавов по структуре.
4. Что собой представляют техническое железо, доэвтектоидные, эвтектоидные и заэвтектоидные стали, белые чугуны?
5. В чем различие между первичным и вторичным цементитом?
6. Как влияет содержание углерода и постоянных примесей на свойства стали?
7. Классификация сталей по качеству.
8. В чем отличие серого чугуна от белого?
9. Каковы структуры серых чугунов?
10. Как получают высокопрочный чугун?
11. Строение и получение ковкого чугуна.
12. Сравните механические свойства серого, ковкого, высокопрочного чугунов и объясните причину различия свойств.

### **5. Термическая обработка стали**

Превращения в стали при нагреве. Перегрев и пережог. Влияние легирующих элементов на рост зерна аустенита.

Превращения переохлажденного аустенита. Диаграмма изотермического распада переохлажденного аустенита. Перлитное превращение. Мартенситное превращение и его особенности. Строение и свойства мартенсита. Промежуточное превращение и свойства продуктов распада. Превращения при нагреве закаленной на мартенсит стали.

Виды термической обработки стали. Отжиг, нормализация, закалка, отпуск, поверхностная закалка.

**Рекомендуемая литература:** [1, с. 94-115], [2, с.157-222], [3, с. 223-317].

### **Методические указания**

Изучить превращения стали при нагреве. Освоить диаграмму изотермического распада переохлажденного аустенита стали с 0,8% углерода. Знать особенности перлитного, промежуточного и мартенситного превращения.

Знать принцип выбора режимов нагрева, выдержки и охлаждения сплава для всех видов термической обработки. Представлять структур-



ные превращения, происходящие в стали, при отжиге, закалке, отпуске и нормализации. Уметь выбрать вид и режимы термической обработки для стали конкретного назначения.

### **Вопросы и задания для самоконтроля**

1. Какие превращения происходят при нагреве стали?
2. Что такое перегрев и пережог стали?
3. Как устранить перегрев закаленного изделия?
4. Какие превращения может испытывать переохлажденный аустенит?
5. В чем различие между перлитным и мартенситным превращением?
6. Чем отличаются продукты диффузионного превращения: перлит, сорбит и троостит?
7. Что такое мартенсит, в чем сущность и особенности мартенситного превращения?
8. Что такое критическая скорость закалки?
9. В чем сущность превращений, происходящих при нагреве закаленной стали?
10. Приведите определения основных процессов термической обработки: отжига, нормализации, закалки и отпуска.
11. От чего зависит закаливаемость стали?
12. От чего зависит прокаливаемость стали?
13. Как влияет температура отпуска на механические свойства стали?
14. Что такое термическое улучшение стали?
15. Что такое поверхностная закалка?

### **6. Химико-термическая обработка стали**

Физические основы химико-термической обработки.

Назначение и виды цементации. Механизм образования цементованного слоя и его свойства. Цементация в твердом карбюризаторе. Газовая цементация. Термическая обработка после цементации. Области применения цементации.

Азотирование стали. Стали для азотирования. Области применения азотирования. Диффузионная металлизация.

**Рекомендуемая литература:** [1, с. 116-119], [2, с.228-246], [3, с. 318-340].

## Методические указания

Знать цели химико-термической обработки и уметь определять ее необходимость для данного изделия с учетом требуемых свойств. Познакомиться с механизмами образования поверхностного слоя стали при цементации и азотировании. Знать какое необходимо оборудование для проведения процесса и его режимы.

### Вопросы и задания для самоконтроля

1. В чем заключаются физические основы химико-термической обработки?
2. Назначение цементации и режим термической обработки после нее.
3. Каковы свойства цементированных и азотированных изделий?
4. Чем вызвано повышение твердости азотированной поверхности?
5. Какие стали используют для цементации и азотирования?

### 7. Углеродистые и легированные стали

Общие требования по выбору материалов. Критерии надежности, долговечности, прочности. Классификация конструкционных сталей. Стали, обеспечивающие жесткость, статическую и циклическую прочность. Стали с особыми технологическими свойствами. Износостойкие стали, пружинные стали; стали, устойчивые к воздействию температуры и окружающей среды.

Классификация и маркировка инструментальных сталей. Требования к инструментальным сталям. Теплостойкость. Выбор инструментальной стали. Стали для режущего, мерительного инструмента, тампиров горячего и холодного деформирования. Инструментальные порошковые сплавы (твердые сплавы).

**Рекомендуемая литература:** [1, с. 122-143], [2, с.220-319], [3, с. 341-508].

## Методические указания

Знать критерии надежности, долговечности и прочности деталей машин. Усвоить классификацию конструкционных сталей и уметь выбрать сталь определенной марки с учетом эксплуатационных требований к детали.

Понять влияние легирующих компонентов на фазовый состав, структуру и свойства стали. Уметь классифицировать легированную сталь.

### Вопросы и задания для самоконтроля

1. Укажите химический состав сталей марок: 40, 09Г2С, 20Х, 30ХГСА, 50Г, 110Г13, ШХ15, Р6М5, 18Х2Н4ВА, 5ХНМ, 08Х18Н9Т, Н18К8М5Т.
2. Что такое надежность? Как оценивается надежность конструкционных материалов?
3. Критерии оценки долговечности.
4. Какие стали относятся к улучшаемым?
5. Какие требования предъявляются к рессорно-пружинным сталям?
6. Приведите примеры марок стали для рессор и пружин, работающих в различных условиях.
7. Какие стали являются износостойкими?
8. Какие стали являются коррозионно-стойкими?
9. Какие стали могут работать в условиях повышенных температур?
10. Какие стали могут работать в условиях пониженных температур?
11. Как классифицируются инструментальные стали?
12. Приведите примеры углеродистых и легированных сталей, используемых для режущего инструмента.
13. Какие требования предъявляются к сталям для измерительного инструмента?
14. Что представляют собой твердые инструментальные сплавы? Каковы их свойства и преимущества?

### 8. Цветные металлы и сплавы

Медь и ее свойства. Применение меди. Медные сплавы. Латунь, их свойства, маркировка и применение. Бронзы. Состав и свойства бронз, их маркировка и область применения.

Алюминий и его сплавы. Применение алюминия. Деформируемые алюминиевые сплавы. Термическая обработка алюминиевых сплавов. Дуралюмин. Литейные алюминиевые сплавы.

**Рекомендуемая литература:** [1, с. 144-155], [2, с.338-354, 359-369], [3, с. 564-595, 602-618].

### Методические указания

Познакомиться с диаграммами состояния медных и алюминиевых сплавов. Уметь классифицировать сплавы на литейные и деформируемые. Знать маркировку и назначение часто используемых медных и алюминиевых сплавов. Понимать значение и режимы термической обработки алюминиевых сплавов.

### Вопросы и задания для самоконтроля

1. Как классифицируются медные сплавы?
2. Какие сплавы относятся к латуням?
3. Какие сплавы относятся к бронзам? Их маркировка и состав.
4. Укажите строение, свойства и назначение различных бронз.
5. Свойства и применение алюминия.
6. Как классифицируются алюминиевые сплавы?
7. Какие цветные сплавы упрочняются путем термической обработки?
8. В чем сущность процесса старения?

## РАЗДЕЛ II. НЕМЕТАЛЛИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ

### 1. Полимерные материалы

Классификация полимерных материалов. Пластические массы и эластичные материалы. Термопласты, реактопласты.

Состав термопластов. Назначение компонентов. Газонаполненные пластики, эластифицированные пластики с твердым наполнителем, порошковым, волокнистым, листовым.

Свойства и области применения пластиков. Композиционные материалы (стекловолокниты, карбоноволокниты, бороноволокнит).

**Рекомендуемая литература:** [1, с. 156-169], [2, с. 395-431].

### Методические указания

Познакомиться с разнообразием полимерных материалов. Знать состав полимерных материалов. Уметь классифицировать пластмассы по определенным признакам. Знать области применения пластмасс.

Понимать особенности строения и свойств композиционных материалов на основе полимеров.

### Вопросы и задания для самоконтроля

1. Что лежит в основе классификации полимеров?
2. Что такое термопласты и реактопласты?
3. Какие Вы знаете наполнители пластмасс?
4. Для чего вводят в пластмассы отвердители?
5. Приведите примеры пластиков с твердым наполнителем.
6. Укажите область применения термопластов и реактопластов.
7. В чем преимущества пластмасс по сравнению с металлическими материалами? Каковы их недостатки?

## 2. Неорганические материалы

Керамика. Общие сведения. Классификация. Виды конструкционной керамики.

Стекла. Неорганические стекла. Ситаллы.

**Рекомендуемая литература:** [1, с. 177-184], [2, с. 463-472].

### Методические указания

Знать области применения керамических материалов и стекла в производстве, особенности их строения и методы улучшения свойств. Уметь отличать техническую керамику от обычной.

### Вопросы и задания для самоконтроля

1. Какие силикатные материалы относятся к минеральным стеклам? Их отличительные свойства.
2. Как достигаются электроизоляционные или электропроводящие свойства стекла?
3. Укажите область применения ситаллов.
4. В чем отличие технической керамики от обычной? Укажите области применения технической керамики.

## 3. СОДЕРЖАНИЕ ПРАКТИЧЕСКОГО РАЗДЕЛА ДИСЦИПЛИНЫ

### 3.1. Тематика практических занятий

1. Оценка механических свойств металлических сплавов – 2 часа.

**Рекомендуемая литература:** [2, с. 88-106], [3, с. 77-83].

2. Диаграммы состояния двухкомпонентных систем – 2 часа.

**Рекомендуемая литература:** [1, с.40-69], [2, с.48-73], [3, с. 109-133].

### 3.2. Перечень лабораторных работ

1. Пластическая деформация, наклеп и рекристаллизация металлов – 2 часа.

2. Термическая обработка углеродистых сталей – 2 часа.

Методические указания к выполнению лабораторных работ приведены в [7].



## 4. ИНДИВИДУАЛЬНЫЕ ДОМАШНИЕ ЗАДАНИЯ

### 4.1. Общие методические указания

Студенты, обучающиеся в ИДО по направлению 140400 «Электроэнергетика и электротехника», выполняют индивидуальное домашнее задание (ИДЗ), варианты которого приведены в подразделе 4.2. Каждый вариант ИДЗ содержит 7 вопросов и заданий.

Студенты, обучающиеся по классической заочной форме (КЗФ), ИДЗ выполняют в виде рукописного текста в отдельной тетради объемом 12-18 листов. Студент КЗФ должен быть готов защитить свое ИДЗ преподавателю во время сессии.

Студенты, обучающиеся с использованием дистанционных образовательных технологий (ДОТ), ИДЗ оформляют в отдельном файле и в обязательном порядке получают рецензию на ИДЗ. Правильно выполненные работы студенту не возвращаются. Если работа не зачтена, то после ответа на замечания рецензента она посылается на повторное рецензирование. Задания варианта и ответы необходимо набрать с использованием программы Microsoft Word, формулы набираются в Math Type или Equation. Кегль не менее 12.

Вопрос или задание варианта ИДЗ пишется в виде заголовка, затем оформляется ответ. Задания варианта следует выполнять в представленном порядке. Ответы должны быть краткими, точными, с приведением необходимых схем и графиков, и не повторять дословно текст учебника или учебных пособий.

На страницах ИДЗ оставьте поля для замечаний рецензента. Страницы и рисунки пронумеруйте. В конце выполненного ИДЗ приведите список использованной литературы, укажите дату выполнения работы.

Перед выполнением ИДЗ студенты изучают соответствующие теоретические разделы, изучают методику выбора и назначения сталей и сплавов, а так же знакомятся с особенностями строения и областью применения наиболее распространенных неметаллических материалов.

В разделе 6 приведены необходимая литература для выполнения ИДЗ.

**Вариант ИДЗ** выбирается по двум последним цифрам зачетной книжки студента. Если получаемое число больше 30, то из него нужно вычесть 30. Например, если шифр зачетной книжки Д-5А10/12, то вариант ИДЗ 12, если Д-5А10/45, то вариант – 15, если Д-5А10/64, то вариант – 4 и т.д.

ИДЗ должно быть передано преподавателю на проверку в течение семестра или в первые три дня сессии.



## 4.2. Варианты ИДЗ

### Вариант 1

1. Что такое ликвация? Виды ликвации, причины их возникновения и способы устранения.
2. Дайте определение ударной вязкости ( $KCU$ ). Опишите методику измерения этой характеристики механических свойств металла.
3. Вычертите диаграмму состояния железо-карбид железа, укажите структурные составляющие во всех областях диаграммы, опишите превращения для сплава, содержащего 3,6 % С. Какова структура этого сплава при комнатной температуре, и как такой сплав называется?
4. Вычертите диаграмму изотермического превращения аустенита для стали У8, нанесите на нее кривую режима изотермической обработки, обеспечивающей получение твердости 45-50 HRC. Укажите, как этот режим называется, и какая структура получается в данном случае.
5. Как изменяются структура и свойства стали 40 и У12 в результате закалки от температуры 750 и 850 °С? Объясните с применением диаграммы состояния железо-цементит. Выберите оптимальный режим нагрева под закалку для каждой стали.
6. Цементация стали. Сущность процесса, структура, свойства и области применения.
7. Титан и его сплавы. Структура, термическая обработка, свойства и области применения.

### Вариант 2

1. Как и почему скорость охлаждения при кристаллизации влияет на строение слитка?
2. Из листа свинца путем прокатки при комнатной температуре была получена тонкая фольга. Твердость и прочность этой фольги оказались такими же, как у исходного листа. Объясните, какие процессы происходили при пластической деформации свинца, и какими изменениями структуры и свойств они сопровождались.
3. Вычертите диаграмму состояния железо-карбид железа, укажите структурные составляющие во всех областях диаграммы, опишите превращения для сплава, содержащего 0,8 % С. Какова структура этого сплава при комнатной температуре, и как такой сплав называется?
4. Используя диаграмму состояния железо-карбид железа и кривую изменения твердости в зависимости от температуры отпуска, назначьте для углеродистой стали 40 температуру закалки и температуру отпуска, необходимые для обеспечения твердости 400 HB. Опишите

превращения на всех этапах термической обработки и получаемую структуру.

5. Для каких целей применяется диффузионный отжиг? Как выбирается режим такого отжига? Приведите примеры.

6. Азотирование стали. Сущность процесса, структура, свойства и области применения.

7. Бериллий и его сплавы. Структура, термическая обработка, свойства и области применения.

### Вариант 3

1. Опишите виды твердых растворов. Приведите примеры.

2. Дайте определение твердости. Какими методами измеряют твердость металлов и сплавов? Опишите их.

3. Вычертите диаграмму состояния железо-карбид железа, укажите структурные составляющие во всех областях диаграммы, опишите превращения для сплава, содержащего 2,2 % С. Какова структура этого сплава при комнатной температуре, и как такой сплав называется?

4. Вычертите диаграмму изотермического превращения аустенита для стали У8. Нанесите на нее кривую режима изотермической обработки, обеспечивающей получение твердости 150 НВ. Укажите, как этот режим называется, и какая структура получается в данном случае.

5. Обоснуйте выбор температуры нагрева, времени выдержки и скорости охлаждения при диффузионном отжиге и закалке стали 45 и опишите структурные превращения, которые происходят на всех этапах термической обработки.

6. Строительные стали повышенной прочности. Химический состав, структура, свойства и области применения.

7. Дисперсно-упрочненные композиционные материалы. Структура, свойства, области применения.

### Вариант 4

1. Опишите физическую сущность и механизм процесса кристаллизации.

2. Для чего проводится рекристаллизационный отжиг? Как назначается режим этого вида обработки? Приведите несколько конкретных примеров.

3. Вычертите диаграмму состояния железо-карбид железа, укажите структурные составляющие во всех областях диаграммы, опишите превращения для сплава, содержащего 0,4 % С. Какова структура этого сплава при комнатной температуре, и как такой сплав называется?

4. Используя диаграмму изотермического аустенита объясните, почему нельзя получить в стали чисто мартенситную структуру при охлаждении ее со скоростью меньше критической?

5. После термической обработки углеродистой стали получена структура цементит и мартенсит отпуска. Нанесите на диаграмму состояния железо-цементит примерную ординату заданной стали и обоснуйте температуру нагрева этой стали под закалку. Укажите температуру отпуска. Опишите превращения, которые произошли при термической обработке.

6. Высокопрочные стали. Химический состав, структура, свойства и области применения.

7. Волокнистые композиционные материалы. Структура, свойства, области применения.

### Вариант 5

1. Что такое ограниченные и неограниченные твердые растворы? Каковы необходимые условия образования неограниченных твердых растворов?

2. Опишите сущность явления наклепа и примеры его практического использования.

3. Вычертите диаграмму состояния железо-карбид железа, укажите структурные составляющие во всех областях диаграммы, опишите превращения для сплава, содержащего 1,1 % С. Какова структура этого сплава при комнатной температуре, и как такой сплав называется?

4. При непрерывном охлаждении стали У8 получена структура троостит. Нанесите на диаграмму изотермического превращения аустенита кривую охлаждения, обеспечивающую получение данной структуры. Укажите температуру превращения и опишите его характер.

5. С помощью диаграммы состояния железо-цементит установите температуру полной и неполной закалки для стали 45 и опишите структуру и свойства стали после каждого вида термической обработки.

6. Автоматные стали. Химический состав, структура, свойства и области применения.

7. Композиционные материалы на неметаллической основе. Структура, свойства, области применения.

### Вариант 6

1. Начертите диаграмму состояния для случая ограниченной растворимости компонентов в твердом виде. Укажите структурные составляющие во всех областях этой диаграммы и опишите строение типичных сплавов различного состава, встречающихся в этой системе.

2. Волочение медной проволоки проводят в несколько переходов. В некоторых случаях проволока на последних переходах разрывается. Объясните причину разрыва и укажите способ его предупреждения.

3. Вычертите диаграмму состояния железо-карбид железа, укажите структурные составляющие во всех областях диаграммы, опишите превращения при охлаждении сплава, содержащего 0,5 % С. Какова структура этого сплава при комнатной температуре, и как такой сплав называется?

4. Вычертите диаграмму изотермического превращения аустенита для стали У8. Нанесите на нее кривую режима изотермической обработки, обеспечивающей получение твердости 200 *HВ*. Укажите, как называется этот режим, и какая структура получается в этом случае.

5. Используя диаграмму состояния железо-цементит, установите температуры нормализации, отжига и закалки для стали У12. Охарактеризуйте эти режимы термической обработки и опишите структуру и свойства стали после каждого вида обработки.

6. Серые чугуны. Химический состав, структура, свойства и области применения.

7. Керамические композиционные материалы. Структура, свойства, области применения.

### Вариант 7

1. Опишите явление полиморфизма в приложении к железу. Какое практическое значение оно имеет?

2. Как изменяются свойства деформированного металла при нагреве, какие процессы происходят при этом?

3. Вычертите диаграмму состояния железо-карбид железа, укажите структурные составляющие во всех областях диаграммы, опишите превращения при охлаждении сплава, содержащего 0,7 % С. Какова структура этого сплава при комнатной температуре, и как такой сплав называется?

4. Вычертите диаграмму изотермического превращения аустенита стали У8. Нанесите на нее кривую режима изотермической обработки, обеспечивающей твердость 20-25 *HRC*. Укажите, как этот режим называется, и какая структура образуется в данном случае.

5. Плашки из стали У11А закалены: первая – от температуры 760 °С, вторая – от температуры 850 °С. Используя диаграмму состояния железо-цементит, укажите температуры закалки, объясните, какая из этих плашек закалена правильно, имеет более высокие режущие свойства и почему.

6. Ковкие чугуны. Химический состав, структура, свойства и области применения.

7. Композиционные материалы на металлической основе. Структура, свойства, области применения.

### Вариант 8

1. В чем сущность процесса модифицирования? Приведите пример использования модификаторов для повышения свойств литейных алюминиевых сплавов.

2. В чем различие между холодной и горячей пластической деформацией? Опишите особенности обоих видов деформации.

3. Вычертите диаграмму состояния железо-карбид железа, укажите структурные составляющие во всех областях диаграммы, опишите превращения при охлаждении для сплава, содержащего 5,0 % С. Какова структура этого сплава при комнатной температуре, и как такой сплав называется?

4. Углеродистые стали 35 и У8 после закалки и отпуска имеют структуру мартенсит отпуска. Твердость первой 45 HRC, второй – 60 HRC. Используя диаграмму состояния железо-карбид железа и учитывая превращения, происходящие при отпуске, укажите температуру закалки и температуру отпуска для каждой стали. Объясните, почему сталь У8 имеет большую твердость, чем сталь 35.

5. Сталь 40 подверглась закалке от температур 760 и 840 °С. С помощью диаграммы состояния железо-цементит укажите, какие структуры образуются в каждом случае. Объясните причины образования разных структур и рекомендуйте оптимальный режим нагрева под закалку данной стали.

6. Высокопрочные чугуны. Химический состав, структура, свойства и области применения.

7. Электрохимическая коррозия металлов.

### Вариант 9

1. Охарактеризуйте особенности металлического типа связи и основные свойства металлов.

2. Какими стандартными характеристиками механических свойств оценивается прочность металлов и сплавов? Как эти характеристики определяются?

3. Вычертите диаграмму состояния железо-карбид железа, укажите структурные составляющие во всех областях диаграммы, опишите превращения при охлаждении для сплава, содержащего 4,8 % С. Какова



структура этого сплава при комнатной температуре, и как такой сплав называется?

4. С помощью диаграммы состояния железо-цементит установите температуру полного и неполного отжига и нормализации для стали 20. Охарактеризуйте эти режимы термической обработки и опишите структуру и свойства стали.

5. Почему для изготовления инструмента применяется сталь с исходной структурой зернистого перлита? В результате какой термической обработки можно получить эту структуру? Приведите конкретный режим для любой инструментальной стали.

6. Чугуны с вермикулярным графитом. Химический состав, структура, свойства и области применения.

7. Коррозионно-стойкие стали. Виды, химический состав, области применения?

### Вариант 10

1. Опишите явление полиморфизма в приложении к титану. Какое практическое значение оно имеет?

2. Каким способом можно восстановить пластичность холоднокатаной медной ленты? Назначьте режим термической обработки и опишите сущность происходящих процессов.

3. Вычертите диаграмму состояния железо-карбид железа, укажите структурные составляющие во всех областях диаграммы. Опишите превращения при охлаждении для сплава, содержащего 1,4 % С. Какова структура этого сплава при комнатной температуре, и как такой сплав называется?

4. Вычертите диаграмму изотермического превращения аустенита для стали У8. Нанесите на нее кривую режима термической обработки, обеспечивающей получение твердости 60-63 HRC. Укажите, как этот режим называется, и какая структура при этом получается. Опишите сущность происходящих превращений.

5. С помощью диаграммы состояния железо-цементит опишите структурные превращения, происходящие при нагреве доэвтектоидной стали. Покажите критические точки  $Ac_1$  и  $Ac_3$  для выбранной Вами стали. Установите режим нагрева этой стали под закалку. Охарактеризуйте процесс закали, опишите получаемую структуру и свойства стали.

6. Латуни. Химический состав, структура, свойства и области применения.

7. Что такое химическая коррозия? Понятие жаростойкости металлов.



### Вариант 11

1. Опишите линейные несовершенства кристаллического строения. Как они влияют на свойства металлов и сплавов?
2. В чем различие между упругой и пластической деформацией? Между хрупким и вязким разрушением?
3. Вычертите диаграмму состояния железо-карбид железа, укажите структурные составляющие во всех областях диаграммы, опишите превращения при охлаждении для сплава, содержащего 0,5 % С. Какова структура этого сплава при комнатной температуре, и как такой сплав называется?
4. Вычертите диаграмму изотермического превращения аустенита для стали У8, нанесите на нее кривую режима изотермической обработки, обеспечивающей получение твердости 50 HRC. Укажите, как этот режим называется, опишите сущность превращения. Какая структура получается в данном случае?
5. С помощью диаграммы состояния железо-цементит опишите структурные превращения, происходящие при нагреве стали У12. Укажите критические точки и выберите оптимальный режим нагрева этой стали под закалку. Охарактеризуйте процесс заковки, опишите получаемую структуру и свойства стали.
6. Оловянные бронзы. Химический состав, структура, свойства и области применения.
7. Что такое жаропрочность? Какими критериями она оценивается? Жаропрочные материалы.

### Вариант 12

1. Как влияет степень чистоты металла или наличие примесей в сплаве на протекание процесса кристаллизации?
2. Как и почему изменяется плотность дислокаций при пластической деформации? Влияние дислокаций на свойства металла.
3. Вычертите диаграмму состояния железо-карбид железа, укажите структурные составляющие во всех областях диаграммы, опишите превращения при охлаждении для сплава, содержащего 4,5 % С. Какова структура этого сплава при комнатной температуре, и как такой сплав называется?
4. Вычертите диаграмму изотермического превращения аустенита эвтектоидной стали и нанесите на нее кривую режима изотермического отжига. Опишите превращения, получаемую после такой обработки структуру и ее свойства.

5. Используя диаграмму состояния железо-цементит, определите температуру полной и неполной закалки для стали 40. Дайте описание структуры и свойств стали после каждого вида термической обработки.

6. Алюминиевые бронзы. Химический состав, структура, свойства и области применения.

7. Жаропрочные стали. Виды, структура, термическая обработка и области применения.

### Вариант 13

1. Что такое переохлаждение и как оно влияет на величину зерна кристаллизующегося металла?

2. Какие процессы протекают при нагреве деформированного металла выше температуры рекристаллизации? Как изменяются при этом структура и свойства?

3. Вычертите диаграмму состояния железо-карбид железа, укажите структурные составляющие во всех областях диаграммы, опишите превращения при охлаждении для сплава, содержащего 0,6 % С. Какова структура этого сплава при комнатной температуре, и как такой сплав называется?

4. Что такое нормализация? Используя диаграмму состояния железо-цементит, укажите температуру нормализации стали 45 и стали У12. Опишите превращения, происходящие в сталях при выбранном режиме обработки, получаемую структуру и свойства.

5. Режущий инструмент требуется обработать на максимальную твердость. Для его изготовления выбрана сталь У13А. Назначьте режим термической обработки, опишите структуру и свойства стали.

6. Кремнистые бронзы. Химический состав, структура, свойства и области применения.

7. Тугоплавкие металлы и сплавы. Структура, свойства и области применения.

### Вариант 14

1. Что такое мозаичная (или блочная) структура металла?

2. Что такое временное сопротивление разрыву ( $\sigma_B$ )? Как определяется эта характеристика механических свойств металла?

3. Вычертите диаграмму состояния железо-карбид железа, укажите структурные составляющие во всех областях диаграммы, опишите превращения при охлаждении для сплава, содержащего 5,5 % С. Какова структура этого сплава при комнатной температуре, и как такой сплав называется?

4. Режущий инструмент из стали У10 был перегрет при закалке. Чем вреден перегрев, и как можно исправить этот дефект? Назначьте режим термической обработки для исправления структуры, обеспечивающий нормальную работу инструмента. Опишите структуру и свойства стали после термообработки.

5. С помощью диаграммы состояния железо-цементит определите температуру полного и неполного отжига и нормализации для стали 40. Охарактеризуйте эти режимы термической обработки и опишите структуру и свойства стали.

6. Бериллиевые бронзы. Химический состав, структура, свойства и области применения.

7. Хладостойкие материалы. Структура, свойства и области применения.

### Вариант 15

1. От каких основных факторов зависит величина зерна закристаллизовавшегося металла и почему?

2. Каким видом пластической деформации – холодной или горячей – является деформирование железа при температуре 500 °С? Объясните, как при этом изменяются структура и свойства железа.

3. Вычертите диаграмму состояния железо-карбид железа, укажите структурные составляющие во всех областях диаграммы, опишите превращения при охлаждении для сплава, содержащего 1,9 % С. Какова структура этого сплава при комнатной температуре, и как такой сплав называется?

4. Используя диаграмму состояния железо-цементит и график зависимости твердости от температуры отпуска, назначьте режим термической обработки (температуру закалки, охлаждающую среду и температуру отпуска) различных приспособлений из стали 45, которые должны иметь твердость 28-30 HRC. Опишите превращения, происходящие на всех этапах термической обработки, и получаемую структуру.

5. Вычертите диаграмму изотермического превращения аустенита для стали У8, нанесите на нее кривые режимов обычной закалки, ступенчатой и изотермической. Каковы преимущества и недостатки каждого из этих видов закалки?

6. Стекло. Химический состав, структура, свойства и области применения.

7. Магнитомягкие материалы. Структура, свойства и области применения.

## Вариант 16

1. Как влияют дислокации на механические свойства металлов?
2. Объясните характер и природу изменения свойств металла при пластической деформации.
3. Вычертите диаграмму состояния железо-карбид железа, укажите структурные составляющие во всех областях диаграммы, опишите превращения при охлаждении для сплава, содержащего 1,3 % С. Какова структура этого сплава при комнатной температуре, и как такой сплав называется?
4. Вычертите диаграмму изотермического превращения аустенита для стали У8, нанесите на нее кривую режима изотермической обработки, обеспечивающей получение твердости 45 HRC. Укажите, как этот режим называется, опишите сущность превращений. Какая структура получается в данном случае?
5. С помощью диаграммы состояния железо-цементит определите температуру нормализации, отжига и закалки для стали 30. Охарактеризуйте эти режимы термической обработки и опишите структуру и свойства стали после каждого вида обработки.
6. Характеристики износа и виды изнашивания.
7. Магнитотвердые материалы. Структура, свойства и области применения.

## Вариант 17

1. Объясните механизм влияния различного типа модификаторов на строение литого металла.
2. Для каких практических целей применяется наклеп? Объясните сущность этого явления.
3. Вычертите диаграмму состояния железо-карбид железа, укажите структурные составляющие во всех областях диаграммы, опишите превращения при охлаждении для сплава, содержащего 3,1 % С. Какова структура этого сплава при комнатной температуре, и как такой сплав называется?
4. Вычертите диаграмму изотермического превращения аустенита для стали У8. Нанесите на нее кривую режима изотермической обработки, обеспечивающей получение твердости 25 HRC. Укажите, как этот режим называется, и какая структура получается в данном случае.
5. После закалки углеродистой стали была получена структура, состоящая из феррита и мартенсита. Проведите на диаграмме состояния железо-цементит ординату, соответствующую примерному составу заданной стали, укажите принятую в данном случае температуру нагрева

под закалку. Как называется такая обработка? Какие превращения произошли при нагреве и охлаждении стали?

6. Подшипниковые стали. Химический состав, термическая обработка, структура, свойства и области применения.

7. Сплавы с заданным температурным коэффициентом линейного расширения. Структура, свойства и области применения.

### Вариант 18

1. Что представляют собой твердые растворы замещения и внедрения? Приведите примеры.

2. Как и почему при холодной пластической деформации изменяются свойства металлов?

3. Вычертите диаграмму состояния железо-карбид железа, укажите структурные составляющие во всех областях диаграммы, опишите превращения при охлаждении для сплава, содержащего 0,8 % С. Какова структура этого сплава при комнатной температуре, и как такой сплав называется?

4. С помощью диаграммы состояния железо-карбид железа и графика зависимости твердости от температуры отпуска назначьте режим термической обработки (температуру закалки, охлаждающую среду и температуру отпуска) изделий из стали 50, которые должны иметь твердость 230-250 НВ. Опишите микроструктуру и свойства стали 50 после термической обработки.

5. Сталь 40 подверглась закалке от температур 760 и 840 °С. Используя диаграмму состояния железо-цементит, укажите выбранные температуры нагрева и опишите превращения, которые произошли при двух режимах закалки. Какому режиму следует отдать предпочтение и почему?

6. Материалы, устойчивые к изнашиванию в условиях больших давлений и ударных нагрузок. Химический состав, термическая обработка, структура, свойства и области применения.

7. Сплавы с заданным температурным коэффициентом модуля упругости. Структура, свойства и области применения.

### Вариант 19

1. Опишите характерные свойства металлов. Какими особенностями типа связи эти свойства обусловлены?

2. Какая температура разделяет районы холодной и горячей пластической деформации и почему? Рассмотрите на примере меди.

3. Вычертите диаграмму состояния железо-карбид железа, укажите структурные составляющие во всех областях диаграммы, опишите пре-



вращения при охлаждении для сплава, содержащего 4,3 % С. Какова структура этого сплава при комнатной температуре, и как такой сплав называется?

4. С помощью диаграммы состояния железо-цементит определите температуру нормализации, отжига и закалки для стали У10. Охарактеризуйте эти виды термической обработки и опишите структуру и свойства стали после каждого режима обработки.

5. Углеродистые стали 45 и У8 после закалки и отпуска имеют структуру мартенсит отпуска. Твердость первой стали 50 HRC, второй – 60 HRC. Используя диаграмму состояния железо-карбид железа и учитывая превращения, происходящие в этих сталях при отпуске, укажите температуру закалки и температуру отпуска для каждой стали. Опишите превращения, происходящие в этих сталях в процессе закалки и отпуска, и объясните, почему сталь У8 имеет большую твердость, чем сталь 45.

6. Антифрикционные материалы (на примере баббитов). Химический состав, структура, свойства и области применения.

7. Материалы с высокой электрической проводимостью. Структура, свойства и области применения.

### Вариант 20

1. Опишите условия получения мелкозернистой структуры металла при самопроизвольно развивающейся кристаллизации (используя кривые Чернова-Тамманна).

2. Что такое холодная пластическая деформация? Как при этом изменяются структура и свойства металла?

3. Вычертите диаграмму состояния железо-карбид железа, укажите структурные составляющие во всех областях диаграммы, опишите превращения при охлаждении для сплава, содержащего 1,6 % С. Какова структура этого сплава при комнатной температуре, и как такой сплав называется?

4. Используя диаграмму состояния железо-карбид железа и кривую изменения твердости в зависимости от температуры отпуска, назначьте режим термической обработки для углеродистой стали 45, необходимый для обеспечения твердости 550 НВ. Опишите превращения, происходящие на всех этапах термической обработки, и получаемую после обработки структуру.

5. Каковы причины возникновения внутренних напряжений при закалке? Каким способом можно предохранить изделие от образования закалочных трещин?



6. Антифрикционные материалы (самосмазывающиеся). Химический состав, структура, свойства и области применения.

7. Полупроводниковые материалы. Строение, свойства и области применения.

### Вариант 21

1. Кристаллическое строение металлов.

2. Как определяется температура рекристаллизации металлов и сплавов? Приведите несколько конкретных примеров.

3. Вычертите диаграмму состояния железо-карбид железа, укажите структурные составляющие во всех областях диаграммы, опишите превращения при охлаждении для сплава, содержащего 0,3 % С. Какова структура этого сплава при комнатной температуре, и как такой сплав называется?

4. После закалки углеродистой стали была получена структура мартенсит и цементит. Нанесите на диаграмму состояния железо-цементит примерную ординату этой стали, укажите температуру ее нагрева под закалку. Опишите превращения, которые произошли при нагреве и охлаждении стали.

5. Изделия из стали 45 требуется подвергнуть улучшению. Назначьте режим термической обработки, опишите сущность происходящих превращений, структуру и свойства стали после обработки.

6. Антифрикционные материалы (металлофторопластовые). Химический состав, структура, свойства и области применения.

7. Диэлектрики. Строение, свойства и области применения.

### Вариант 22

1. Как влияет степень переохлаждения на величину зерна при кристаллизации?

2. Что такое относительное удлинение ( $\delta$ , %)? Как определяется эта характеристика механических свойств металла?

3. Вычертите диаграмму состояния железо-карбид железа, укажите структурные составляющие во всех областях диаграммы, опишите превращения при охлаждении для сплава, содержащего 4,0 % С. Какова структура этого сплава при комнатной температуре, и как такой сплав называется?

4. Вычертите диаграмму изотермического превращения аустенита для стали У8, нанесите на нее кривую режима изотермической обработки, обеспечивающей получение твердости 450 НВ. Укажите, как этот режим называется, опишите сущность превращений. Какая структура получается в данном случае?

5. Что такое нормализация? Используя диаграмму состояния железо-цементит, назначьте температуру нормализации любой доэвтектоидной стали. Опишите превращения, происходящие в сталях при выбранном режиме обработки, получаемую структуру и свойства.

6. Фрикционные материалы. Химический состав, структура, свойства и области применения.

7. Углеродистые инструментальные стали. Состав, структура, термическая обработка и области применения.

### Вариант 23

1. Опишите явление полиморфизма в приложении к олову.

2. Какая температура разделяет районы холодной и горячей пластической деформации и почему? Рассмотрите на примере железа.

3. Вычертите диаграмму состояния железо-карбид железа, укажите структурные составляющие во всех областях диаграммы, опишите превращения при охлаждении для сплава, содержащего 3,8 % С. Какова структура этого сплава при комнатной температуре, и как такой сплав называется?

4. Требуется произвести поверхностное упрочнение изделий из стали 15. Назначьте вид обработки, опишите технологию, происходящие в стали превращения, структуру и свойства поверхности и сердцевины изделия.

5. Используя диаграмму состояния железо-цементит, определите температуру полного и неполного отжига и нормализации для стали 40. Охарактеризуйте эти режимы термической обработки и опишите изменение структуры и свойств стали в процессе каждого вида обработки.

6. Рессорно-пружинные стали. Химический состав, структура, термическая обработка, свойства и области применения.

7. Низколегированные инструментальные стали. Состав, структура, термическая обработка и области применения.

### Вариант 24

1. Начертите диаграмму состояния для случая полной нерастворимости компонентов в твердом виде. Укажите структурные составляющие во всех областях этой диаграммы и опишите строение типичных сплавов различного состава, встречающихся в этой системе.

2. В чем сущность и назначение дробеструйной обработки?

3. Вычертите диаграмму состояния железо-карбид железа, укажите структурные составляющие во всех областях диаграммы, опишите превращения при охлаждении для сплава, содержащего 1,0 % С. Какова

структура этого сплава при комнатной температуре, и как такой сплав называется?

4. Опишите, в чем заключается низкотемпературная термомеханическая обработка конструкционной стали. Почему этот процесс приводит к получению высокой прочности стали? Какими преимуществами и недостатками обладает вариант низкотемпературной термомеханической обработки по сравнению с высокотемпературной термомеханической обработкой?

5. Детали машин из стали 40 закалены: одни – от температуры 760 °С, а другие – от температуры 830 °С. Используя диаграмму состояния железо-цементит, нанесите выбранные температуры нагрева и объясните, какие из этих деталей имеют более высокую твердость и лучшие эксплуатационные свойства и почему.

6. Материалы для упругих элементов приборостроения. Химический состав, структура, термическая обработка, свойства и области применения.

7. Быстрорежущие инструментальные стали. Состав, структура, термическая обработка и области применения.

### Вариант 25

1. Какие из распространенных металлов имеют объемно-центрированную кубическую решетку? Начертите элементарную ячейку, укажите ее параметры, координационное число.

2. Укажите назначение и выбор режима рекристаллизационного отжига. Рассмотрите на примере алюминия.

3. Вычертите диаграмму состояния железо-карбид железа, укажите структурные составляющие во всех областях диаграммы, опишите превращения при охлаждении для сплава, содержащего 3,5 % С. Какова структура этого сплава при комнатной температуре, и как такой сплав называется?

4. В структуре углеродистой стали 30 после закалки не обнаруживается остаточного аустенита, а в структуре стали У12 наблюдается до 30 % остаточного аустенита. Объясните причину этого явления. Какой обработкой можно устранить остаточный аустенит?

5. Сталь 45 подверглась отжигу при температурах 830 и 1000 °С. Опишите превращения, происходящие при данных режимах отжига, укажите, какие образуются структуры, и объясните причины получения различных структур и свойств. Дайте определение процесса отжига и рекомендуйте оптимальную температуру нагрева.

6. Деформируемые алюминиевые сплавы. Химический состав, структура, термическая обработка, свойства и области применения.

7. Металлокерамические твердые сплавы. Состав, структура и области применения.

### Вариант 26

1. Объясните сущность явления дендритной ликвации и методы ее устранения.

2. Какими стандартными характеристиками оценивается пластичность металлов и сплавов? Как они определяются?

3. Вычертите диаграмму состояния железо-карбид железа, укажите структурные составляющие во всех областях диаграммы, опишите превращения при охлаждении для сплава, содержащего 1,2 % С. Какова структура этого сплава при комнатной температуре, и как такой сплав называется?

4. Как можно устранить крупнозернистую структуру в ковanej стали 30? Используя диаграмму состояния железо-цементит, обоснуйте выбор режима термической обработки для исправления структуры. Опишите структурные превращения и характер изменения свойств.

5. Укажите температуры, при которых производится процесс прочностного азотирования. Объясните, почему азотирование не производится при температурах ниже 500 и выше 700 °С (используя диаграмму состояния железо-азот). Назовите марки сталей, применяемых для азотирования, и опишите полный цикл их термической и химико-термической обработки.

6. Литейные алюминиевые сплавы. Химический состав, структура, термическая обработка, свойства и области применения.

7. Сверхтвердые материалы. Состав, структура и области применения.

### Вариант 27

1. Опишите явление полиморфизма в приложении к цирконию. Начертите элементарные кристаллические ячейки, укажите их параметры и координационное число.

2. Какими стандартными характеристиками оценивается вязкость металлов и сплавов? Как они определяются?

3. Вычертите диаграмму состояния железо-карбид железа, укажите структурные составляющие во всех областях диаграммы, опишите превращения при охлаждении для сплава, содержащего 1,1 % С. Какова структура этого сплава при комнатной температуре, и как такой сплав называется?

4. В чем отличие процесса цементации в твердом карбюризаторе от процесса газовой цементации? Как можно исправить крупнозернистую структуру после газовой цементации?

5. Шестерни из стали 45 закалены: первая – от температуры 740 °С, а вторая – от 820 °С. Используя диаграмму состояния железо-цементит, нанесите выбранные температуры нагрева и объясните, какая из этих шестерен имеет более высокую твердость и лучшие эксплуатационные свойства и почему.

6. Деформируемые магниевые сплавы. Химический состав, структура, термическая обработка, свойства и области применения.

7. Стали для измерительных инструментов. Состав, структура, термическая обработка и области применения.

### **Вариант 28**

1. Что такое эвтектика? Приведите примеры сплавов, содержащих эвтектику.

2. Под действием каких напряжений происходит пластическая деформация, и как при этом изменяются структура и свойства металла?

3. Вычертите диаграмму состояния железо-карбид железа, укажите структурные составляющие во всех областях диаграммы, опишите превращения при охлаждении для сплава, содержащего 0,8 % С. Какова структура этого сплава при комнатной температуре, и как такой сплав называется?

4. Используя диаграмму состояния железо-цементит, определите температуру полного и неполного отжига и нормализации для стали 15. Охарактеризуйте эти режимы термической обработки и опишите микроструктуру и свойства стали.

5. В чем отличие обычной закалки от ступенчатой и изотермической? Каковы преимущества и недостатки каждого из этих видов закалки?

6. Литейные магниевые сплавы. Химический состав, структура, термическая обработка, свойства и области применения.

7. Стали для инструментов холодной обработки давлением. Состав, структура, термическая обработка и области применения.

### **Вариант 29**

1. Как влияет скорость охлаждения на строение кристаллизующегося металла? Объясните сущность воздействия.

2. Какая термическая обработка применяется после холодной пластической деформации для устранения наклепа? Обоснуйте выбор режима (на примере алюминия) и опишите происходящие превращения.



3. Вычертите диаграмму состояния железо-карбид железа, укажите структурные составляющие во всех областях диаграммы, опишите превращения при охлаждении для сплава, содержащего 1,5 % С. Какова структура этого сплава при комнатной температуре, и как такой сплав называется?

4. С помощью диаграммы состояния железо-карбид железа определите температуру нормализации, отжига и закалки для стали 45. Охарактеризуйте эти режимы термической обработки и опишите структуру и свойства после каждого вида обработки.

5. В чем преимущества и недостатки поверхностного упрочнения стальных изделий при нагреве токами высокой частоты по сравнению с упрочнением методом цементации? Назовите марки сталей, применяемые для этих видов обработки.

6. Примеры термопластичных пластмасс и их механические свойства.

7. Стали для инструментов горячей обработки давлением. Состав, структура, термическая обработка и области применения.

### Вариант 30

1. Как влияет модифицирование на строение и свойства литого металла? Объясните причину воздействия.

2. Что такое предел выносливости? Опишите методику определения этой характеристики свойств металла.

3. Вычертите диаграмму состояния железо-карбид железа, укажите структурные составляющие во всех областях диаграммы, опишите превращения при охлаждении для сплава, содержащего 4,6 % С. Какова структура этого сплава при комнатной температуре, и как такой сплав называется?

4. После закалки углеродистой стали была получена структура, состоящая из феррита и мартенсита. Нанесите на диаграмму состояния железо-цементит ординату, соответствующую примерному составу заданной стали, укажите принятую в данном случае температуру нагрева под закалку и опишите все превращения, которые совершались в этой стали при нагреве и охлаждении. Как называется такой вид закалки?

5. Для каких сталей применяется отжиг на зернистый перлит? Объясните выбор режима и цель этого вида обработки.

6. Примеры термореактивных пластмасс и их механические свойства.

7. Ситаллы. Виды, свойства, структура и области применения.



## 5. ИТОГОВЫЙ КОНТРОЛЬ

После завершения изучения дисциплины студенты сдают экзамен. Для студентов, обучающихся по классической заочной форме (КЗФ), экзаменационный билет включает три вопроса: первый вопрос – из вопросов № 1–20 подраздела 5.1, второй – из вопросов № 21–40 и третий – из вопросов № 41–60.

Студенты, обучающиеся с использованием дистанционных образовательных технологий (ДОТ), сдают экзамены с использованием аттестационных педагогических измерительных материалов (АПИМ).

При определении результата экзамена учитываются результаты выполненного индивидуального домашнего задания, выполнения и защиты практических и лабораторных заданий.

### 5.1. Вопросы для подготовки к экзамену

1. Дайте классификацию конструкционных материалов. Как строение конструкционного материала влияет на его свойства? Приведите примеры использования отдельных конструкционных материалов для изготовления деталей машин.

2. Что такое кристаллическое строение материала? Опишите типы межатомных связей. Приведите примеры материалов имеющих такой тип межатомных связей.

3. Опишите особенности металлического вида связи в кристаллической решетке металла. Как это сказывается на свойствах металла? Опишите известные вам типы решеток металлов. Что такое полиморфизм? Приведите примеры.

4. В чем сущность процесса кристаллизации? В каких условиях она происходит? Какими методами можно влиять на размер зерна в отливке?

5. Как условия охлаждения расплава влияют на формирующуюся в отливке структуру? Как меняются при этом механические свойства и почему?

6. Какими способами можно измельчить зеренную структуру в детали?

7. Опишите точечные дефекты кристаллического строения. Какие точечные дефекты упрочняют материал?

8. Опишите поверхностные дефекты кристаллического строения. При каких внешних воздействиях поверхностные дефекты упрочняют материал?

9. Опишите объемные дефекты кристаллического строения и их влияние на свойства металлов. Как можно устранить объемные дефекты?

10. Опишите известные вам методы определения твердости. Какой из них обычно используется для отожженной стали, а какой для закаленной стали и почему?

11. Дайте определение ударной вязкости. Как она оценивается? Как связаны между собой характеристики прочности, пластичности и ударной вязкости?

12. Дайте определение прочности. Опишите метод оценки прочностных свойств. Постройте кривую растяжения. Укажите расчет всех характеристик прочности.

13. Дайте определение пластичности. Опишите метод оценки пластичности. Постройте кривую растяжения. Укажите расчет характеристик пластичности.

14. Опишите механизм упрочнения материалов границами зерен. При каких внешних воздействиях реализуется этот механизм упрочнения.

15. Опишите механизм упрочнения сплавов твердым раствором. При каких внешних воздействиях реализуется этот механизм упрочнения.

16. Опишите, как металл реагирует на возрастающее напряжение. Стадии деформации и разрушения. В чем особенность каждой стадии?

17. Роль дислокаций в процессе пластической деформации. Влияние линейных дефектов на свойства металлов.

18. Опишите механизм холодной пластической деформации. Как холодная деформация влияет на свойства металла?

19. В чем сущность процесса рекристаллизации? В каких условиях она происходит?

20. Опишите процессы, происходящие при горячей деформации. При каких условиях происходит горячая деформация? Как меняются свойства?

21. Перечислите твердые растворы, существующие на известных вам диаграммах состояний двойных сплавов. Какие они имеют свойства.

22. Перечислите химические соединения, существующие на известных вам диаграммах состояний двойных сплавов. Какие они имеют свойства.

23. Какие механические смеси существуют в сплаве Fe-C. Какой химический и фазовый состав они имеют и в чем их отличия.

24. Какое химическое соединение образуется на диаграмме Fe-C. В чем его главное отличие от твердых растворов.

25. Какие твердые растворы формируются в сплавах железо – цементит. Какое они имеют кристаллическое строение и в чем их отличия.

26. Сталь какого химического состава имеет минимальную твердость? Опишите ее структуру и обоснуйте свой ответ.

27. Сталь какого химического состава имеет максимальную твердость? Опишите ее структуру и обоснуйте свой ответ.

28. Какую структуру в равновесном состоянии имеют доэвтектоидные стали? Дайте определения фаз и структурных составляющих. Как меняются свойства этих сплавов с увеличением количества углерода. Почему?

29. Какую структуру в равновесном состоянии имеют заэвтектоидные стали? Дайте определения фаз и структурных составляющих. Как меняются свойства этих сплавов с увеличением количества углерода. Почему?

30. Какую структуру в равновесном состоянии имеют эвтектоидные стали? Дайте определения фаз и структурных составляющих. Какими механическими свойствами обладают эти стали и почему?

31. Как классифицируются белые чугуны. Опишите их строение и свойства.

32. Как классифицируются чугуны с графитными включениями. Опишите их строение, свойства и способы получения.

33. Как получить серый и белый чугун? Опишите структуру данных чугунов и сравните свойства.

34. Какими свойствами обладают по сравнению друг с другом серый и высокопрочный чугуны? С чем это связано? Опишите их способ получения и формирующуюся структуру.

35. Классифицируйте углеродистые стали по назначению. Приведите примеры марок стали и расшифруйте их химический состав.

36. Как классифицируются легированные стали по назначению. Опишите особенности каждой группы сталей. Приведите примеры марок стали и расшифруйте их химический состав.

37. Перечислите упрочняющие термообработки. Какая из них используется для конструкционной стали? Какая структура при этом образуется?

38. Какой термообработкой стали можно получить структуру с максимальной твердостью? Опишите происходящие при этом структурные превращения.

39. Какая термообработка максимально понижает прочность стали? Почему? Какую структуру после разупрочняющей термообработки будет иметь сталь У10?

40. Как изменяются свойства стали после закалки? Объясните эти изменения с точки зрения структурных превращений.

41. Какие силикатные материалы относятся к минеральным стеклам? Их отличительные свойства. Как достигаются электроизоляционные или электропроводящие свойства стекла?

42. Что такое латунь? Опишите свойства, маркировку и применение латуней в промышленном производстве.

43. Что такое бронза? Опишите свойства, маркировку и применение бронз в промышленном производстве.

44. Что такое пластмассы? В чем преимущества пластмасс по сравнению с металлическими материалами? Каковы их недостатки?

45. Для производства режущего инструмента используются углеродистые стали, легированные быстрорежущие стали, твердые сплавы и керамика. Сравните свойства этих материалов между собой. Отметьте достоинства и недостатки.

46. Задайте упрочняющую термическую обработку инструментальной стали У8. Опишите структурные превращения, происходящие при этом в стали.

47. Задайте упрочняющую термическую обработку конструкционной стали 45. Опишите структурные превращения, происходящие при этом в стали.

48. Какую упрочняющую обработку используют для дуралюмина? В чем механизм упрочнения осуществляющийся при этом

49. Как можно изменить строение закаленной стали? Опишите структурные превращения, происходящие при этом.

50. Для чего проводят полный отжиг стали? Как осуществляется отжиг. Опишите условия нагрева, выдержки и охлаждения. Какую структуру будет иметь доэвтектоидная сталь после отжига?

51. Определите состав рессорно-пружинной стали марки 60 и назначьте операцию разупрочняющей и упрочняющей термообработки.

52. Как упрочнить поверхностный слой стали 20. Опишите данный способ ХТО: режимы, получаемую структуру и свойства.

53. Зачем проводят азотирование стали. Опишите режимы, получаемую структуру и свойства поверхностного слоя детали после азотирования.

54. Опишите особенность литейных медных сплавов. Как они маркируются, какую имеют структуру, свойства? Где применяются?

55. Опишите особенность литейных алюминиевых сплавов. Как они маркируются, какую имеют структуру, свойства? Где применяются?

56. Опишите особенность деформируемых медных сплавов. Как они маркируются, какую имеют структуру, свойства? Где применяются?

57. Опишите особенность деформируемых алюминиевых сплавов. Как они маркируются, какую имеют структуру, свойства? Где применяются?

58. Какой технический сплав называется дуралюмином? Опишите его назначение и требуемые свойства. Каким образом получают высокие эксплуатационные свойства данного сплава?

59. Как классифицируются полимеры? В чем особенность строения термопластов и реактопластов? Как это сказывается на их свойствах и областях применения?

60. Опишите виды конструкционной керамики. В чем отличие технической керамики от обычной?

## **6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **6.1. Литература обязательная**

1. Материаловедение: учеб. пособие / Ю.П. Егоров, Ю.М. Лозинский, Р.В. Роот, И.А. Хворова. – Томск: Изд-во ТПУ, 2006. – 188 с.

2. Лахтин Ю.М., Леонтьева В.М. Материаловедение. – М.: “Машиностроение”, 1992. – 528 с.

3. Гуляев А.П. Металловедение. – М.: “Металлургия”, 1986. – 544 с.

### **6.2. Литература дополнительная**

4. Арзамасов В.Н. Материаловедение. – М.: “Машиностроение”, 2005. – 648 с.

5. Материаловедение и технология металлов: учеб. для студентов машиностроительных специальностей ВУЗов / Г.П. Фетисов, М.Г. Карпман, В.С. Гаврилюк и др.; под ред. Г.П. Фетисова. – М.: Высшая школа, 2000. – 638 с.

6. Эпик А.П., Палеха К.К. Новые порошковые и композиционные материалы. – Киев: УМКВО, 1989. – 112 с.

### **7.3. Учебно-методические пособия**

7. Конструктивное материаловедение: методические указания к выполнению лабораторных работ для студентов ИДО, обучающихся по напр. 140400 «Электроэнергетика и электротехника» / сост. Егоров Ю.П., К.Г. Герасимович; Томский политехнический университет. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2012. – 21 с.



Учебное издание

## КОНСТРУКЦИОННОЕ МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ

Методические указания и индивидуальные задания

*Составители*

КОВАЛЕВСКАЯ Жанна Геннадьевна  
ЧИНКОВ Евгений Петрович

Рецензент

*кандидат технических наук,  
доцент кафедры МТМ ИФВТ*

*А.Г.Мельников*

Редактор *С.В. Ульянова*

Компьютерная верстка *Т.И. Тарасенко*

**Отпечатано в Издательстве ТПУ в полном соответствии  
с качеством предоставленного оригинал-макета**

Подписано к печати . Формат 60×84/16. Бумага «Снегурочка».

Печать Херох. Усл.печ.л. 2,22. Уч.-изд.л. 2,0.

Заказ . Тираж экз.



Национальный исследовательский Томский политехнический университет  
Система менеджмента качества  
Издательства Томского политехнического университета сертифицирована  
NATIONAL QUALITY ASSURANCE по стандарту BS EN ISO 9001:2008



**ИЗДАТЕЛЬСТВО**



ТПУ. 634050, г. Томск, пр. Ленина, 30.

Тел./факс: 8(3822)56-35-35, www.tpu.ru