

Министерство общего и профессионального образования  
Российской Федерации

Владимирский государственный университет

Кафедра " Литейные процессы и конструкционные материалы "

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ  
И КОНТРОЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ  
ПО КУРСУ  
"МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ"  
для студентов-заочников  
машиностроительных специальностей**

Составители  
А.В.КОСТИН  
А.В.ПАНФИЛОВ

Владимир 2000

## ВВЕДЕНИЕ

Совершенствование производства, выпуск современных разнообразных машиностроительных конструкций, специальных приборов и машин невозможно без дальнейшего развития производства металлических сплавов - основных материалов в машиностроении. В зависимости от назначения к сплавам предъявляются различные требования. Одни из них должны иметь высокую прочность, другие - пластичность, третьи - высокую электропроводность или высокое электрическое сопротивление, четвертые - специальные магнитные свойства и т.д. Получение тех или иных свойств определяется внутренним строением сплавов. В свою очередь, строение сплава зависит от состава и характера предварительной обработки. Следовательно, между всеми этими характеристиками существуют определенные связи: между составом и строением (первая связь), между обработкой и строением (вторая связь) и между строением и свойствами (третья связь). Изучением этих связей занимается материаловедение.

### Часть I. МЕТАЛЛОВЕДЕНИЕ

#### Строение материалов

Рассмотрите типы химической связи в твердых телах. Основное внимание обратите на особый тип металлической связи. Металлический тип связи обуславливает свойства металлов; высокую электропроводность и теплопроводность, высокую пластичность и металлический блеск. Металлические тела характеризуются кристаллическим строением. Однако свойства реальных кристаллов определяются известными несовершенствами кристаллического строения. В связи с этим необходимо разобраться в видах несовершенств и, особенно в строении дислокаций (линейных несовершенств), причинах их легкого перемещения в кристаллической решетке и влияния на механические свойства.

Термодинамические причины фазовых превращений являются одним из частных случаев общего закона природы: стремления любой системы к состоянию с наименьшим запасом энергии (в данном случае свободной энергии). Разберитесь в теоретических основах, процесса кристаллизации, состоящего из двух элементарных процессов; зарождения и роста кристаллов и в определяющем влиянии на эти параметры степени переохлаждения.

При изучении процесса кристаллизации необходимо иметь в виду решающее значение реальной среды в формировании структуры литого ме-

талла, а также возможность искусственного воздействия на строение путем модифицирования.

### **Вопросы для самопроверки**

1. В чем сущность металлического, ионного и ковалентного типов связи?
2. Каковы характерные свойства металлов и чем они определяются?
3. Что такое элементарная ячейка?
4. Что такое полиморфизм?
5. Что такое параметр кристаллической решетки, плотность упаковки и координационное число?
6. Что такое мозаичная структура?
7. Виды дислокаций и их строение.
8. Каково строение краевых и винтовых дислокаций? Что такое вектор Бюргера?
9. Что такое анизотропия свойств кристаллов?
10. Каковы термодинамические условия фазового превращения?
- II. В чем физическая сущность процесса кристаллизации?
11. В чем физическая сущность процесса плавления?
13. Каковы параметры процесса" кристаллизации?
14. Что такое переохлаждение?
15. Какова связь между величиной зерна, скоростью зарождения, скоростью роста кристаллов и степенью переохлаждения?
16. Формы кристаллов и влияние реальной среды на процесс кристаллизации. Образование дендритной структуры.
17. В чем сущность модифицирования?

### **Теория сплавов**

Необходимо отчетливо представлять строение металлов и сплавов в твердом состоянии. Уяснить, что такое твердый раствор, химическое (металлическое) соединение, механическая смесь. Наглядное представление о состоянии любого сплава в зависимости от его состава и температуры дают диаграммы состояния. Нужно усвоить общую методику построения диаграмм состояния для различных случаев взаимодействия компонентов в твердом состоянии.

При изучении диаграмм состояния уметь применять правило отрезков (для определения доли каждой фазы или структурной составляющей в сплаве), правило фаз (для построения кривых нагрева и охлаждения), определять химический состав фаз.

С помощью правил Курнакова уметь установить связь между составом, строением и свойствами сплава.

### **Вопросы для самопроверки**

1. Что такое компонент, фаза, физико-химическая система, число степеней свободы?
2. Приведите объяснение твердого раствора, механической смеси, химического (металлического) соединения.
3. Что представляют собой твердые растворы замещения и внедрения?
4. Основные группы металлических соединений и их особенности
5. Как строятся диаграммы состояния?
6. Приведите уравнение правила фаз и объясните физический смысл числа степеней свободы.
7. Объясните принцип построения кривых нагревания и охлаждения с помощью правила фаз.
8. Как будет выглядеть участок кривой охлаждения, если число степеней свободы равно двум и имеется одна фаза? То же, для числа степеней свободы, равного единице, в случае выпадения твердой фазы из жидкой. Те же, для числа степеней свободы, равного нулю.
9. Начертите и проанализируйте диаграмму состояния для случая образования непрерывного ряда твердых растворов.
10. Начертите и проанализируйте диаграмму состояния для случая полной нерастворимости компонентов в твердом состоянии.
11. Начертите и проанализируйте диаграмму состояния для случая образования эвтектики, состоящей из ограниченных твердых растворов.
12. Каким образом определяются концентрация фаз и их количественное соотношение?
13. В чем различие между эвтектической и перитектической кристаллизациями?
14. В чем различие между эвтектоидным и эвтектическим превращениями?
15. Виды ликвации и методы их устранения
16. Правила Курнакова.

### **Пластическая деформация и механические свойства металлов**

Рассмотрите физическую природу деформации и разрушения. Особое внимание уделите механизму пластической деформации, ее влиянию на микро- и субмикроструктуру, а также на плотность дислокаций. Уясните влияние пластической деформации на основные характеристики механических свойств металлов. Разберитесь в сущности явления наклепа и его практическом использовании.

Изучите основные методы исследования механических свойств металлов и физический смысл определяемых при разных методах испытания характеристик. Обратите внимание на то, что свойства, полученные на гладких образцах, не совпадают со свойствами готового изделия, выполненного из предварительно испытанного материала. Это связано с наличием в реальных деталях отверстий, надрезов и других концентраторов напряжений, а также с различием в характере напряженного состояния образца и детали. Отсюда вытекает важность испытаний образцов с надрезами, позволяющих приблизить условия испытаний к условиям эксплуатации материала и получить результаты, характеризующие конструкционную прочность металла.

Разберитесь в механизме зарождения трещин и в причинах хрупкого и вязкого разрушения.

### **Вопросы для самопроверки**

1. В чем различие между упругой и пластической деформациями?
2. Как изменяется строение металла в процессе пластического деформирования?
3. Как изменяется плотность дислокаций при пластической деформации?
4. Как влияют дислокации на прочность металла?
5. Почему наблюдается огромное различие теоретической и практической прочности?
6. Как влияет изменение строения на свойства деформированного металла?
7. В чем сущность явления наклепа и какое он имеет практическое использование?
8. Какие характеристики механических свойств определяются при испытании на растяжение?
9. Что такое твердость? Какие методы определения твердости вы знаете?
10. Как влияют температура и скорость нагружения на характер разрушения?
11. Что такое ударная вязкость?
12. Что такое порог хладноломкости?
13. Что такое конструкционная прочность?
14. От чего зависит и как определяется конструкционная прочность?

## **Влияние нагрева на структуру и свойства деформируемого металла**

Необходимо знать сущность рекристаллизационных процессов? возврата, первичной рекристаллизации, собирательной (вторичной) рекристаллизации, протекающих при нагреве деформированного металла. Уяснить, как при этом изменяются механические и физико-химические свойства. Установить влияние состава сплава и степени пластической деформации на протекание рекристаллизационных процессов. Уметь назначить режим рекристаллизационного отжига. Иметь четкое представление о его практическом значении. Уясните различие между холодной и горячей пластическими деформациями.

### **Вопросы для самопроверки**

1. Как изменяются свойства деформированного металла при нагреве?
2. В чем сущность процесса возврата?
3. Что такое полигонизация?
4. В чем сущность процессов первичной и вторичной рекристаллизации?
5. Как влияют состав сплава и степень пластической деформации на температуру рекристаллизации?
6. Что такое критическая степень деформации?
7. В чем различие между холодной и горячей пластическими деформациями?
8. Как изменяются строение и свойства металла при горячей пластической деформации?
9. Каково назначение рекристаллизационного отжига и как он осуществляется?

### **Железо и его сплавы**

Студент обязан уметь на память вычертить диаграмму состояния железо-цементит и определить вес фазы и структурные составляющие этой системы, а также построить с помощью правила фаз кривые охлаждения (или нагревания) для любого сплава; четко разбираться в классификации железоуглеродистых сплавов и усвоить, что различие между тремя классами (техническое железо, сталь, чугун) не является формальным (по содержанию углерода). Разные классы сплавов принципиально различны по структуре и свойствам. Необходимо знать, что технические железоуглеродистые сплавы состоят не только из железа и углерода, но и обязательно

содержат постоянные и случайные примеси, попадающие в сплав в результате предыдущих операций при выплавке.

Разберите диаграмму состояния железо - графит, которая по графическому начертанию почти не отличается от диаграммы железо - цементит, что облегчает ее запоминание. Количественные изменения в положении линий диаграммы касаются смещения эвтектической и эвтектоидной линий в точке  $S'$  и  $E''$ . Качественное изменение заключается в замене в структуре во всех случаях цементита графитом.

Изучите влияние легирующих элементов на критические точки железа и стали и объясните, при каком сочетании углерода и соответствующего легирующего элемента могут быть получены легированные стали ферритного, перлитного, аустенитного и ледебуритного классов.

Уясните влияние постоянных примесей на строение чугуна и разберитесь в различии металлической основы серых чугунов разных классов. Запомните основные механические свойства и назначение чугунов различных классов и их маркировку. Обратите внимание на способы получения ковких и высокопрочных чугунов. Изучите физическую сущность процесса графитизации.

### Вопросы для самопроверки

1. Что такое феррит, аустенит, перлит, цементит и ледебурит?
2. Какие превращения происходят в сплавах при температурах  $A_1$ ,  $A_2$ ,  $A_3$ ,  $A_4$ ,  $A_{cm}$ ?
3. Построить с помощью правила фаз кривую охлаждения для стали с 0,8% С и для чугуна с 4,3% С.
4. Каковы структура и свойства технического железа, стали и белого чугуна?
5. Как классифицируют по структуре стали и белые чугуны?
6. В каких условиях выделяется первичный, вторичный и третичный цементиты?
7. Каково строение ледебурита при комнатной температуре, немного выше эвтектоидной температуры  $727^\circ\text{C}$  и немного ниже эвтектической температуры  $1147^\circ\text{C}$ ?
8. Как влияют легирующие элементы на положение критических точек  $A_1$ ,  $A_2$ ,  $A_3$ ,  $A_4$ ,  $A_{cm}$ ?
9. Какие легирующие элементы способствуют графитизации?
10. Какие легирующие элементы являются карбидообразующими?
11. Как влияют легирующие элементы на свойства феррита и аустенита?
12. Как классифицируют легированные стали по структуре в равновесном состоянии?

13. В чем отличие серого чугуна от белого?
14. Каково строение эвтектики и эвтектоида в сером и белом чугунах?
15. Каковы классификация и маркировка серых чугунов?
16. Каковы структуры серых чугунов?
17. Как получают высокопрочный чугун? Его строение, свойства и назначение.
18. В чем различие в строении ковкого и модифицированного чугунов?
19. Сравните механические свойства серого, ковкого и высокопрочного чугунов.

### **Теория термической обработки стали**

Теория и практика термической обработки стали - главные вопросы металловедения. Термическая обработка - один из основных способов влияния на строение, а, следовательно, и на свойства сплавов.

Рассмотрите превращения в стали при нагреве и условия образования аустенита. Рост зерна аустенита. Перегрев и пережог. Влияние легирующих элементов на рост зерна аустенита.

При изучении превращений переохлажденного аустенита особое внимание обратите на диаграмму изотермического распада, устанавливающую связь между температурными условиями превращения, интенсивностью распада и строением продуктов превращения. Разберитесь в механизме и особенностях перлитного, промежуточного и мартенситного превращений, происходящих соответственно в верхней, средней и нижней температурных областях. Уясните строение и свойства перлита, сорбита, троостита, бейнита, мартенсита и особенно различие и сходство одноименных структур, получаемых при распаде аустенита и отпуске закаленной стали. Запомните практическое значение термокинетических диаграмм.

Изучите влияние легирующих элементов на кинетику и характер превращения аустенита в перлитной, промежуточной и мартенситной областях. В связи с влиянием легирующих элементов на диаграммы изотермического распада аустенита рассмотрите причины получения различных классов по структуре (перлитного, мартенситного, аустенитного). Уясните влияние легирующих элементов на превращения при отпуске. Следует помнить, что легирующие элементы, как правило, затормаживают процессы превращений.

### **Вопросы для самопроверки**

- I. Механизм образования аустенита при нагреве стали.



2. Каковы механизмы и температурные районы образования структур перлитного типа (перлита, сорбита, троостита) и бейнита?
3. В чем различие между перлитом, сорбитом и трооститом?
4. Что такое мартенсит и в чем сущность и особенности мартенситного превращения?
5. Что такое критическая скорость закалки?
6. Что описывает мартенситная кривая?
7. От чего зависит количество остаточного аустенита?
8. В чем сущность превращений, происходящих при отпуске?
- С. Что такое коагуляция и как изменяются структура и свойства стали в связи с коагуляцией карбидной фазы при отпуске?
10. Чем отличаются структуры троостита, сорбита и перлита отпуска от одноименных структур, образующихся при распаде переохлажденного аустенита?
11. Каково практическое значение термокинетических диаграмм?
12. Как влияют легирующие элементы на перлитное превращение?
13. Как влияют легирующие элементы на мартенситное превращение?
14. Как протекает промежуточное превращение в легированной стали?
15. Как влияют легирующие элементы на превращения при отпуске?
16. В чем сущность явления отпускной хрупкости?
17. Как можно устранить отпускную хрупкость второго рода?

### **Технология термической обработки**

Уясните влияние скорости охлаждения на структуру и свойства стали и физическую сущность процессов отжига, нормализации, закалки и обработки холодом. При изучении технологических процессов термической обработки особое внимание обратите на разновидности режимов и их назначение. Для выяснения причин брака при термической обработке стали следует прежде всего разобраться в природе термических и фазовых напряжений.

Уясните различие между закаливаемостью и прокаливаемостью стали, а также факторы, влияющие на эти характеристики. Разберитесь в сущности способа получения высокопрочных деталей термомеханической обработке.

Различные виды поверхностной закалки позволяют получить особое сочетание свойств поверхностного слоя и сердцевины, что приводит к повышению эксплуатационных характеристик изделия. При изучении индукционной закалки уясните связь между глубиной проникновения закаленного слоя и частотой тока. Закалка при нагреве токами высокой частоты приводит к получению более высоких механических свойств, чем при обыч-

ном нагреве. Для получения оптимальных результатов следует руководствоваться диаграммами допустимых и преимущественных режимов нагрева под закалку токами высокой частоты.

Современные автоматические и полуавтоматические агрегаты для термической обработки могут быть включены в технологические линии машиностроительных заводов, в связи с чем при массовом производстве отпадает необходимость в специальных термических цехах и отделениях.

### **Вопросы для самопроверки**

1. Приведите определение основных процессов термической обработки: отжига, нормализации и закалки.
2. Какие вам известны разновидности процесса отжига и для чего они применяются?
3. Какова природа фазовых и термических напряжений?
4. Какие вам известны разновидности закалки и в каких случаях они применяются?
5. Какие виды и причины брака при закалке?
6. Какие вам известны группы охлаждающих сред и каковы их особенности?
7. От чего зависит прокаливаемость стали и в чем ее технологическое значение?
8. Какие вам известны технологические приемы уменьшения деформации при термической обработке?
9. Для чего и как производится обработка холодом?
10. Как изменяются скорость и температура нагрева изделий из легированной стали по сравнению с углеродистой?
11. В чем сущность и особенности термомеханической обработки?
12. Как влияет поверхностная закалка на эксплуатационные характеристики изделия?
13. Как регулируется глубина закаленного слоя при нагреве токами высокой частоты?
14. Каковы сущность и назначение диаграммы допустимых и преимущественных режимов нагрева под закалку токами высокой частоты?
15. Каковы преимущества поверхностной индукционной закалки?

### **Химико-термическая обработка стали и поверхностное упрочнение наклепом**

При изучении основ химико-термической обработки следует исходить из того, что принципы химико-термической обработки едины. Процесс хи-

мико-термической обработки состоит из выделения атомарного насыщающего вещества внешней средой, захвата (сорбции) этих атомов поверхностью металла и диффузии их внутрь металла. Поэтому нужно рассмотреть реакции в газовой среде при цементации или азотировании и усвоить современные представления о диффузии в металлах. В большинстве случаев насыщение может происходить из твердой, жидкой и газовой сред, а поэтому нужно знать наиболее удачные варианты насыщения для каждого метода химико-термической обработки и конечные результаты (поверхностное упрочнение и изменение физико-химических свойств).

Разберитесь в технологии проведения отдельных видов химико-термической обработки. Уясните преимущества и области использования цементации, азотирования, цианирования и различных видов диффузионной металлизации. Объясните влияние легирования на механизм формирования структуры поверхностного слоя. Рассмотрите сущность и назначение дробеструйного поверхностного наклепа и его влияние на эксплуатационные свойства деталей машин.

### **Вопросы для самопроверки**

1. В чем заключаются физические основы химико-термической обработки?
2. Химизм процесса азотирования.
3. Химизм процесса цементации.
4. Назначение и режим термической обработки после цементации.
5. Чем отличаются режимы цементации легированной стали и углеродистой?
6. Каковы свойства цементированных и азотированных изделий?
7. Химизм и назначение процесса цианирования.
8. В чем различие между диффузионным и гальваническим хромированием?
9. Для каких целей и как производится нитроцементация?
10. Сущность и назначение процесса борирования.
11. Как изменяются свойства изделий при дробеструйной обработке и какова природа этих изменений?
12. Как влияет поверхностное упрочнение на эксплуатационные характеристики изделий?

### **Конструкционные стали**

Нужно усвоить принципы маркировки стали и уметь по маркировке определить состав и особенности данной стали, а также иметь общее представление о разных группах стали.

Хорошо разберитесь во влиянии легирующих элементов на изменение структуры и свойств стали. Особое внимание уделите технологическим особенностям термической обработки легированной стали различных групп.

Рассмотрите способы классификации (по структуре в нормализованном состоянии и, что особенно важно для машиностроителей, по назначению), основные принципы выбора для различного назначения цементуемых, улучшаемых, пружинно-рессорных, износостойких, высокопрочных, нержавеющей, жаропрочных и других сталей.

При изучении жаропрочных сталей обратите внимание на особенности поведения металла в условиях нагружения при повышенных температурах. Уясните сущность явления ползучести и основные характеристики жаропрочности; каковы предельные рабочие температуры и области применения сталей различного структурного класса.

В качестве примеров указать две-три марки стали каждой группы, расшифровать состав, назначить режим термической обработки и охарактеризовать структуру, свойства и область применения.

### **Вопросы для самопроверки**

1. Расшифруйте химический состав стали марок: 40, 20Х, 30ХГСА, 50Г, 110ПЗ, ШХ15, 18Х2Н4ВА, 5ХНМ, 12Х18Н9Т, Ш8К8М5Т,
2. Как классифицируются легированные стали?
3. Как классифицируются конструкционные стали по технологии термической обработки?
4. Какие требования предъявляются к цементуемым изделиям?
5. Чем определяется выбор марки цементуемой стали для изделий различного назначения? Приведите примеры марок стали, используемых в различных условиях работы,
6. Какова термическая обработка цементуемых деталей?
7. Чем объясняется назначение процесса улучшения для конструкционной стали?
8. Как влияет степень легирования на механические свойства улучшаемой стали?
9. Какова термическая обработка улучшаемых сталей?
10. Чем определяется выбор марки улучшаемой стали для изделий различного назначения? Примеры марок стали, используемых в различных условиях работы.
11. Какие требования предъявляются к рессорно-пружинным сталям и как они классифицируются по прочностным свойствам?
12. Приведите примеры марок стали для рессор и пружин, работающих в различных условиях.

13. Термическая обработка рессорно-пружинной стали.
14. Какие вы знаете износостойкие стали?
15. Каковы особенности мартенситостареющих сталей?
16. Приведите примеры марок высокопрочной стали, назначьте режим обработки.
17. Каковы требования, предъявляемые к нержавеющей стали?
18. В чем сущность электрохимической коррозии (основы теории)?
19. Укажите марки хромистых нержавеющей сталей. Их состав, термическая обработка, свойства и назначение.
20. Укажите марки хромоникелевых нержавеющей сталей. Их свойства, состав, термическая обработка, назначение.
21. Что такое окалиностойкость?
22. Каковы требования, предъявляемые к жаростойким сталям?
23. Какими способами можно повысить окалиностойкость?
24. Каковы требования, предъявляемые к жаропрочным сталям?
25. В чем сущность явления ползучести?
26. Приведите определения предела ползучести и предела длительной прочности. Что такое скорость ползучести? Каков физический смысл этих характеристик?
27. Какими способами можно повысить жаропрочность стали? Объясните природу упрочнения.
28. Приведите примеры жаропрочных сталей перлитного, мартенситного и аустенитного классов. Укажите их состав, обработку, свойства и области применения.
29. Каковы особенности и области применения металлокерамических сплавов?

### **Инструментальные стали**

Изучите классификацию инструментальных сталей в зависимости от применения инструмента и в связи с этим рассмотрите основные эксплуатационные свойства инструмента каждой группы. Особое внимание уделите быстрорежущим сталям. Уясните причины их высокой красностойкости и особенности термической обработки.

При изучении штамповых сталей необходимо различать условия работы штампов для деформирования в холодном состоянии и штампов для деформирования в горячем состоянии.

Студент обязан уметь выбрать марку стали для инструмента различного назначения, расшифровать ее состав, назначить режим термической обработки, объяснить сущность происходящих при термической обработке превращений и указать получаемые структуру и свойства.

### **Вопросы для самопроверки**

1. Расшифруйте химический состав стали марок: У10, 9ХС, ХВГ, Р18, Р18Ф2, Р9КЮ, Р9М4К8, Х12, 6ХВ2С, Х12М.
2. Как классифицируются инструментальные стали?
3. Требования, предъявляемые к сталям для режущего инструмента.
4. Приведите примеры углеродистых и легированных сталей, используемых для режущего инструмента. Укажите их состав, режим термической обработки, структуру и свойства.
5. Укажите и расшифруйте основные марки быстрорежущей стали.
6. В чем сущность явления красностойкости и каким образом можно повысить красностойкость инструмента?
7. Какова термическая обработка быстрорежущей стали?
8. Как подразделяются штамповые стали? Требования, предъявляемые к штамповым сталям для деформирования металла и в холодном состоянии и к сталям для деформирования металла в горячем состоянии.
9. Какие стали применяются для штампов холодной штамповки? Укажите их состав, термическую обработку, структуру и свойства.
10. Какие стали применяются для пресс-форм литья под давлением?
11. Какие требования предъявляются к деталям для измерительного инструмента? Укажите марки стали, их состав, термическую обработку, структуру и свойства.
12. Что представляют собой твердые сплавы? Каковы их свойства и преимущества?
13. Укажите марки твердых сплавов, их состав и назначение.

### **Специальные сплавы**

В этом разделе изучаются стали и сплавы, обладающие особыми физическими свойствами: магнитные с особенностями теплового расширения и электрического сопротивления, а также сплавы новой техники на основе титана, никеля, кобальта и тугоплавких металлов.

Необходимо знать требования, предъявляемые к каждой группе сплавов, и их назначение. В качестве примеров укажите две - три марки стали или сплава данной группы, расшифруйте их состав, определите режим термической обработки с объяснением происходящих структурных превращений, охарактеризуйте получаемую структуру и свойства.

Обратите внимание на использование титановых сплавов как в качестве конструкционных, работающих при обычных температурах, так и в качестве жаропрочных. Уясните, каковы преимущества, предельные температуры и области использования сплавов на основе титана, никеля и кобальта.

### **Вопросы для самопроверки**

1. Как классифицируются магнитные стали и сплавы? Требования, предъявляемые к магнитомягким материалам, и требования, предъявляемые к магнитотвердым материалам.
2. Какие вы знаете магнитомягкие стали и сплавы? Укажите их состав, свойства и назначение.
3. Какие вы знаете магнитотвердые материалы? Укажите их состав, термическую обработку, свойства и назначение.
4. Какие требования предъявляются к сплавам с высоким электросопротивлением? Приведите примеры таких сплавов с указанием их состава, структуры, Свойств и области применения.
5. Приведите примеры сплавов с особенностями теплового расширения. Их состав, свойства и назначение.
6. Какие вы знаете сплавы с заданными упругими свойствами? Приведите их состав, свойства и назначение.
7. Каковы особенности титановых сплавов и области их применения?
8. Какой термической обработке подвергают сплав на основе титана?
9. Приведите примеры сплавов на основе титана. Укажите их состав, обработку, свойства и области применения.
10. То же, о сплавах на основе никеля.
11. То же, о сплавах на основе кобальта.
12. То же, о сплавах на основе тугоплавких металлов таких, как молибден, вольфрам, хром, тантал, ниобий и цирконий.

### **Алюминий, магний и их сплавы**

Обратите внимание на основные преимущества алюминиевых и магниевых сплавов, связанные с их высокой удельной прочностью. Рассмотрите классификацию алюминиевых сплавов и обоснуйте технологический способ изготовления изделий из сплавов каждой группы. Разберитесь в основах теории термической обработки (старения) легких сплавов. Обоснуйте выбор способа упрочнения деформируемых и литейных сплавов.

Рассмотрите классификацию магниевых сплавов, их термическую обработку и защиту от коррозии.

### **Вопросы для самопроверки**

1. Свойства и применение алюминия.
2. Как классифицируются алюминиевые сплавы?
3. Какие сплавы упрочняются путем термической обработки? Укажите их марки, состав, режим термической обработки, свойства.
4. В чем сущность процесса старения?

5. Какие сплавы упрочняются нагартовкой?
  6. Какие вы знаете литейные алюминиевые сплавы? Приведите их марки, состав, обработку, свойства?
  7. Как и для чего производится модифицирование силумина?
  8. Какие вы знаете жаропрочные алюминиевые сплавы? Укажите предельные рабочие температуры их использования.
  9. Назовите алюминиевые сплавы, полученные методом порошковой металлургии и укажите область их применения.
  10. Каковы свойства магния?
- И. Как классифицируются магниевые сплавы?
12. Укажите марки, состав, обработку, свойства и назначение различных сплавов на основе магния.

### **Медь и ее сплавы**

Изучите классификацию медных сплавов и уясните маркировку, состав, структуру, свойства и области применения разных групп медных сплавов.

#### **Вопросы для самопроверки**

1. Как влияют примеси на свойства чистой меди?
2. Как классифицируют медные сплавы?
3. Какие сплавы относят к латуням? Их маркировка и состав.
4. Приведите несколько примеров латуней с указанием их состава, структуры, свойств и назначения.
5. Какие сплавы относят к бронзам? Их маркировка и состав.
6. Укажите строение, свойства и назначение различных бронз.
7. Какой термической обработке подвергают бериллиевую бронзу?

### **Цинк, олово, свинец и их сплавы**

Основное внимание обратите на области применения сплавов на основе цинка, свинца, олова. Укажите, каким должно быть строение антифрикционных сплавов в связи с предъявляемыми к ним требованиями.

#### **Вопросы для самопроверки**

1. Укажите назначение и свойства сплавов на основе цинка.
2. Каковы требования, предъявляемые к антифрикционным сплавам?
3. Укажите состав, свойства и области применения сплавов на основе олова.
4. То же, о сплавах на основе свинца.



5. Требования, предъявляемые к припоям.
6. Приведите состав, свойства и назначение мягких припоев.
7. Приведите состав, свойства и назначение твердых припоев.

## **Часть II. НЕМЕТАЛЛИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ**

### **Полимерные материалы**

При изучении неметаллических материалов необходимо прежде всего усвоить, что в основе неметаллических материалов лежат полимеры. Обратите внимание на особенности строения полимеров, которые определяют их механические и физико-химические свойства. Классификацию полимеров рассмотрите с учетом особенностей их состава и строения.

Рассматривая пластические массы, необходимо понять, что это искусственные материалы, получаемые на основе органических полимерных связывающих веществ, которые являются обязательными компонентами пластмасс. Изучите различные группы пластических масс, их свойства и области применения.

#### **Вопросы для самопроверки**

1. Что лежит в основе классификации полимеров?
2. Какие материалы относят к обратимым и необратимым полимерам?
3. Какие вы знаете наполнители пластмасс?
4. Для чего вводят в пластмассы отвердители?
5. Приведите примеры пластиков с твердыми наполнителями.
6. Укажите область применения термопластов и реактопластов.
7. В чем преимущество пластмасс по сравнению с металлическими материалами? Каковы их недостатки?

### **Резиновые материалы**

Как технический материал резина отличается от других материалов высокими эластичными свойствами, что связано со свойствами самой основы резины - каучука. Уясните состав резины, способы получения и влияние различных добавок на ее свойства. Подробно рассмотрите влияние порошковых и органических наполнителей на свойства резины, изучите физико-механические свойства и области применения резин различных марок.

#### **Вопросы для самопроверки**

1. Что представляет собой резина?

2. Какие компоненты относятся к совмещающимся и как они влияют на свойства резины?
3. Объясните роль порошковых наполнителей,
4. В каких случаях применяют волокнистые наполнители?

### **Композиционные материалы**

Обратите внимание на принципиальное отличие композиционного материала, заключающееся в сочетании разнородных материалов с четкой границей раздела между ними. В связи с тем что композит обладает свойствами, которыми не может обладать ни один из его компонентов в отдельности, такие материалы становятся весьма перспективными в различных областях новой техники. Укажите свойства композитов в зависимости от вида матрицы и формы, размеров и взаимного расположения наполнителя. Уясните возможность использования композитов в качестве жаропрочных материалов и способы повышения их жаропрочности.

### **Вопросы для самопроверки**

1. Что такое композиты?
2. Как подразделяют композиты в зависимости от формы и размеров наполнителя?
3. Как подразделяют композиты по виду матрицы?
4. От чего зависят механические свойства композитов?
5. Какие композиционные материалы используют для работы при высоких температурах (жаропрочные)?

## **Часть III. ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ РАЗЛИЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ И МЕТОДЫ ПОВЫШЕНИЯ ДОЛГОВЕЧНОСТИ ИЗДЕЛИЯ**

Стоимость углеродистых сталей в зависимости от их качества и способов выплавки. Сопоставьте стоимость серых, ковких и высокопрочных чугунов и различных сталей в зависимости от степени легирования. Приведите анализ факторов, влияющих на себестоимость термической и химико-термической обработки.

Разберитесь в методике расчета экономической эффективности применения упрочняющих процессов с учетом долговечности деталей в эксплуатации. Обоснуйте области применения углеродистых и легированных сталей, цветных металлов и неметаллических материалов.

## КОНТРОЛЬНАЯ РАБОТА

Задания на контрольные работы выдают индивидуально каждому студенту. Задание включает вопросы и задачи по основным разделам курса.

При выполнении контрольных работ студенты изучают методику выбора и назначения сталей для изготовления конкретных деталей машин и различного вида инструментов, а также знакомятся с особенностями строения, технологией получения и областью применения наиболее распространенных неметаллических материалов. Одновременно студент должен научиться пользоваться рекомендуемыми справочными материалами, с тем, чтобы уметь в дальнейшем правильно выбрать материал при курсовом и дипломном проектировании.

### ЗАДАНИЯ НА КОНТРОЛЬНУЮ РАБОТУ

#### Вариант 1

1. Опишите строение и основные характеристики кристаллической решетки меди (параметры, координационное число, плотность упаковки).

2. Вычертите диаграмму состояния системы свинец - олово. Опишите взаимодействие компонентов в жидком и твердом состояниях, укажите структурные составляющие во всех областях диаграммы состояния и объясните характер изменения свойств сплавов в данной системе с помощью правил Курнакопа.

3. Как изменяется плотность дислокаций при пластической деформации металлов и почему?

4. Вычертите диаграмму состояния железо - карбид железа, укажите структурные составляющие во всех областях диаграммы, опишите превращения и постройте кривую охлаждения в интервале температур от 1600 до 0°C (с применением правила фаз) для сплава, содержащего 1,6% C. Выберите для заданного сплава любую температуру между линиями ликвидус и солидус и определите: состав фаз, т.е. процентное содержание углерода в фазах, количественное соотношение фаз.

5. В чем отличие процесса цементации в твердом карбюризаторе от процесса газовой цементации? Как можно исправить крупнозернистую структуру перегрева цементированных изделий?

#### Вариант 2

1. Опишите строение и основные характеристики кристаллической решетки бериллия (параметры, координационное число, плотность упаковки).

2. Вычертите диаграмму состояния системы алюминий - германий. Опишите взаимодействие компонентов в жидком и твердом состояниях, укажите структурные составляющие во всех областях диаграммы состояния и объясните характер изменения свойств сплавов в данной системе с помощью правил Курнакова.

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

4. Вычертите диаграмму состояния железо - карбид железа. Укажите структурные составляющие во всех областях диаграммы, опишите превращения и постройте кривую нагрева в интервале температур от 0 до  $1600^{\circ}\text{C}$  (с применением правила фаз) для сплава, содержащего 1,6% C. Для заданного сплава при температуре  $1350^{\circ}\text{C}$  определите: процентное содержание углерода в фазах, количественное соотношение фаз.

5. Сталь 40 подвергалась закалке от температур 760 и  $840^{\circ}\text{C}$ . Опишите превращения, происходящие при данных режимах закалки. Укажите, какие образуются структуры и объясните причины получения разных структур. Какой режим закалки следует рекомендовать?

### Вариант 3

1. Опишите условия образования неограниченных твердых растворов.

2. Вычертите диаграмму состояния системы алюминий - кремний. Опишите взаимодействие компонентов в жидком и твердом состояниях, укажите структурные составляющие во всех областях диаграммы состояния и объясните характер изменения свойств сплавов в данной системе с помощью правил Курнакова,

3. Какая температура разделяет районы холодной и горячей пластической деформации и почему?

4. Вычертите диаграмму состояния железо - карбид железа, укажите структурные составляющие во всех областях диаграммы, опишите превращений и постройте кривую охлаждения в интервале температур от 1600 до  $0^{\circ}\text{C}$  (с применением правила фаз) для сплава, содержащего 1,7% C. Для заданного сплава определите при температуре  $1350^{\circ}\text{C}$ : процентное содержание углерода в фазах; количественное соотношение фаз.

5. Требуется произвести поверхностное упрочнение изделий из стали 20. Назначьте вид обработки, опишите технологию, происходящие в стали превращения, структуру и свойства.

### Вариант 4

1. Опишите строение и основные характеристики кристаллической решетки хрома (параметры, координационное число, плотность упаковки).

2. Вычертите диаграмму состояния "системы медь - серебро. Опишите взаимодействие компонентов в жидком и твердом состояниях, укажите структурные составляющие во всех областях диаграммы и объясните характер изменения свойств сплавов в данной системе с помощью правил Курнакова.

3. Как изменяются строение и свойства при нагреве предварительно деформированного металла?

4. Вычертите диаграмму состояния железо-карбид железа, укажите структурные составляющие во всех областях диаграммы, опишите превращения и постройте кривую нагревания в интервале температур от 0 до 1600°C (с применением правил фаз) для сплава, содержащего 1,7% C. Для заданного сплава определите при температуре 1400°C: процентное содержание углерода в фазах; количественное соотношение фаз.

5. Углеродистые стали У8 и 35 имеют после закалки и отпуска структуру мартенсит отпуска и твердость: первая - HRC60, вторая - HRC50. Используя диаграмму состояния железо - карбид железа и учитывая превращения, происходящие при отпуске, укажите температуру отпуска для каждой стали. Опишите все превращения, происходящие в этих сталях в процессе закалки и отпуска, и объясните, почему сталь У8 имеет большую твердость, чем сталь 35.

### Вариант 5

1. Постройте с применением правила фаз кривую нагревания для железа.

2. Вычертите диаграмму состояния системы алюминий - кремний. Опишите взаимодействие компонентов в жидком и твердом состояниях, укажите структурные составляющие во всех областях диаграммы состояния и объясните характер изменения свойств сплавов в данной системе с помощью правил Курнакова.

3. Для каких практических целей применяют наклеп и почему?

4. Вычертите диаграмму состояния железо - карбид железа. Укажите структурные составляющие во всех областях диаграммы, опишите превращения и постройте кривую охлаждения в интервале температур от 1600 до 0°C (с применением правила фаз) для сплава, содержащего 1,8% C. Выберите для заданного сплава любую температуру между линиями солидус и ликвидус и определите: состав фаз, т. е. процентное содержание углерода в фазах; количественное соотношение фаз.

5. Используя диаграмму состояния железо - карбид железа и кривую изменения твердости в зависимости от температуры отпуска, назначьте для углеродистой стали 45 температуру закалки и температуру отпуска, необходимые для обеспечения твердости HB250. Опишите превращения, кото-

рые совершились, в стали в процессе закалки и отпуска, и полученную после термообработки структуру.

### **Вариант 6**

1. Опишите строение и основные характеристики кристаллической решетки молибдена (параметры, координационное число, плотность упаковки).

2. Вычертите диаграмму состояния системы магний - кальций. Опишите взаимодействие компонентов в жидком и твердом состояниях, укажите структурные составляющие во всех областях диаграммы и объясните характер изменения свойств сплавов в данной системе с помощью правил Курнакова.

3. Объясните природу хрупкого разрушения металлов и факторы, способствующие переходу металла в хрупкое состояние.

4. Вычертите диаграмму состояния железо - карбид железа, укажите структурные составляющие во всех областях диаграммы, опишите превращения и постройте кривую нагревания в интервале температур от 0 до 1600°C (с применением правила фаз) для сплава, содержащего 1,8% C. Для заданного сплава при температуре 1300°C определите: состав фаз, т. е. процентное содержание углерода в фазах; количественное соотношение фаз.

5. После закалки углеродистой стали со скоростью охлаждения выше критической была получена структура, состоящая из феррита и мартенсита. Проведите на диаграмме состояния железо - карбид железа ординату, соответствующую составу заданной стали, укажите принятую в данном случае температуру нагрева под закалку и опишите превращения, которые совершились в стали при нагреве и охлаждении. Как называется такой вид закалки?

### **Вариант 7**

1. Опишите строение и основные характеристики кристаллической решетки вольфрама (параметры, координационное число, плотность упаковки).

2. Вычертите диаграмму состояния системы свинец - магний. Опишите взаимодействие компонентов в жидком и твердом состояниях, укажите структурные составляющие во всех областях диаграммы состояния и объясните характер изменения свойств сплавов в данной системе с применением правил Курнакова.

3. Как изменяются эксплуатационные характеристики деталей после поверхностного наклепа (дробеструйной обработки) и почему?

4. Вычертите диаграмму состояния железо - карбид железа, укажите структурные составляющие во всех областях диаграммы, опишите превращения и постройте кривую охлаждения в интервале температур от 1600 до 0°С (с применением правила фаз) для сплава, содержащего 2,3% С. Выберите для заданного сплава любую температуру между линиями ликвидус и солидус и определите: состав фаз, т. е. процентное содержание углерода в фазах; количественное соотношение фаз.

5. В чем заключается отрицательное влияние цементитной сетки на свойства инструментальной стали У10 и У12? Какой термической обработкой можно ее уничтожить? Обоснуйте выбранный режим термической обработки.

### **Вариант 8**

1. Опишите условия получения мелкозернистой структуры при самопроизвольно развивающейся кристаллизации, используя теорию Таммана.

2. Вычертите диаграмму состояния системы медь - серебро, опишите взаимодействие компонентов в жидком и твердом состояниях, укажите структурные составляющие во всех областях диаграммы состояния и объясните характер изменения свойств сплавов с помощью правил Курнакова.

3. Для чего применяется отжиг в процессе изготовления холоднокатаной стальной ленты? Как называется такой вид отжига?

4. Вычертите диаграмму состояния железо - карбид железа, укажите структурные составляющие во всех областях диаграммы, опишите превращения и постройте кривую нагрева в интервале температур от 0 до 1600°С (с применением правила фаз) для сплава, содержащего 2,3% С. Для заданного сплава при температуре 1250°С определите: состав фаз, т. е. процентное содержание углерода в фазах; количественное соотношение фаз.

5. Вычертите диаграмму изотермического превращения аустенита эвтектоидной стали и нанесите на нее кривую режима изотермического отжига. Опишите превращения «получаемую» после такой обработки структуру.

### **Вариант 9**

1. Опишите явление полиморфизма в приложении к титану, а также строение и основные характеристики кристаллической решетки (параметры, координационное число, плотность упаковки) для кубической модификации титана.

2. Вычертите диаграмму состояния системы свинец - сурьма. Опишите взаимодействие компонентов в жидком и твердом состояниях, укажите

структурные составляющие во всех областях диаграммы состояния и объясните характер изменения свойств сплавов в данной системе с помощью правил Курнакова.

3. Полосы свинца были прокатаны на различную степень деформации. Объясните, можно ли создать значительное упрочнение свинца, если его деформировать при комнатной температуре.

4. Вычертите диаграмму состояния железо - карбид железа, укажите структурные составляющие во всех областях диаграммы, опишите превращения и постройте кривую охлаждения в интервале температур от 1600 до 0°C (с применением правила фаз) для сплава, содержащего 2,5% С. Выберите для заданного сплава любую температуру между линиями ликвидус и солидус и определите: состав фаз, т. е. процентное содержание углерода в фазах при этой температуре; количественное соотношение фаз.

5. В структуре углеродистой стали 30 после закалки не обнаруживается остаточного аустенита. В структуре углеродистой стали У12 после закалки наблюдается до 30% остаточного аустенита. Объясните причину этого явления в связи с мартенситными кривыми для данных сталей. Какой обработкой можно устранить остаточный аустенит?

### Вариант 10

1. Постройте с применением правила фаз кривую нагревания для свинца.

2. Вычертите диаграмму состояния системы магний - кальций. Опишите взаимодействие компонентов в жидком и твердом состояниях, укажите структурные составляющие во всех областях диаграммы состояния и объясните характер изменения свойств сплавов в данной системе с помощью правил Курнакова.

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

4. Вычертите диаграмму состояния железо - карбид железа, укажите структурные составляющие во всех областях диаграммы, опишите превращения и постройте кривую нагревания в интервале температур от 0 до 1600°C (с применением правила фаз) для сплава, содержащего 2,5% С. Для заданного сплава определите содержание углерода в фазах при температуре 900°C.

5. С помощью диаграммы железо - карбид железа определите температуры нормализации, отжига и закалки для стали У10. Охарактеризуйте эти режимы термической обработки и кратко опишите микроструктуру и свойства стали после каждого вида обработки.



## Вариант 11

1. Опишите явление транскристаллизации и его влияние на свойства слитка.

2. Вычертите диаграмму состояния системы медь - серебро. Опишите взаимодействие компонентов в твердом и жидком состояниях, укажите структурные составляющие во всех областях диаграммы состояния и объясните характер изменения свойств сплавов в данной системе с помощью правил Курнакова.

3. Как и почему при пластической деформации изменяются свойства металлов?

4. Вычертите диаграмму состояния железо - карбид железа, укажите структурные составляющие во всех областях диаграммы состояния, опишите превращения и постройте кривую охлаждения в интервале температур от 1600 до 0°C (с применением правил фаз) для сплава, содержащего 0,1% C. Выберите для заданного сплава любую температуру между линиями ликвидус и солидус и определите: состав фаз, т. е. процентное содержание углерода в фазах при этой температуре; количественное соотношение фаз.

5. Вычертите диаграмму изотермического превращения аустенита для стали У8, нанесите на нее кривую режима изотермической обработки, обеспечивающей получение твердости HB150. Укажите, как этот режим называется, опишите сущность превращений и какая структура получается в данном случае.

## Вариант 12

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

2. Вычертите диаграмму состояния системы алюминий - медь. Опишите взаимодействие компонентов в жидком и твердом состояниях, укажите структурные составляющие во всех областях диаграммы состояния и объясните характер изменения свойств сплавов в данной системе с помощью правил Курнакова.

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

4. Вычертите диаграмму состояния железо - карбид железа, укажите структурные составляющие во всех областях диаграммы, опишите превращения и постройте кривую нагревания в интервале температур от 0 до 1600°C (с применением правила фаз) для сплава, содержащего 0,2% C. Для заданного сплава определите при температуре 1500°C: состав фаз, т. е. процентное содержание углерода в фазах; количественное соотношение фаз.

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

### Вариант 13

1. Опишите условия получения мелкозернистой структуры при самопроизвольно развивающейся кристаллизации (используя теорию Тамманна).

2. Вычертите диаграмму состояния системы свинец - магний. Опишите взаимодействие компонентов в жидком и твердом состояниях; укажите структурные составляющие во всех областях диаграммы состояния и объясните характер изменения свойств сплавов в данной системе с помощью правил Курнакова.

3. Под действием каких напряжений возникает пластическая деформация? Как при этом изменяются структура и свойства металлов и сплавов?

4. Вычертите диаграмму состояния железо - карбид железа, укажите структурные составляющие во всех областях диаграммы, опишите превращения и постройте кривую нагревания в интервале температур от 0 до 1000°C (с применением правила фаз) для сплава, содержащего 0,1% C. Для заданного сплава при температуре 1500°C определите: процентное содержание углерода в фазах; количественное соотношение фаз

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

### Вариант 14

1. Опишите строение и основные характеристики кристаллической решетки тантала (параметры, координационное число, плотность упаковки).

2. Вычертите диаграмму состояния системы медь - никель. Опишите взаимодействие компонентов в жидком и твердом состояниях, укажите структурные составляющие во всех областях диаграммы состояния и объясните характер изменения свойств сплавов в данной системе с помощью правил Курнакова.

3. Для чего применяется отжиг после наклепа холоднокатаных прутков стали МСтЗ? Выбор режима отжига.

4. Вычертите диаграмму состояния железо - карбид железа, укажите структурные составляющие во всех областях диаграммы, опишите превращения и постройте кривую охлаждения в интервале температур от 1600 до 0°C (с применением правила фаз) для сплава, содержащего 0,2% C. Выберите для заданного сплава любую температуру между линиями ликвидус

и солидус и определите: состав фаз, т. е. процентное содержание углерода в фазах при этой температуре; количественное соотношение фаз.

5. Покажите графически режим отжига для получения перлитного ковкого чугуна. Опишите структурные превращения, происходящие в процессе отжига, и механические свойства чугуна после термической обработки.

### Вариант 15

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

2. Вычертите диаграмму состояния системы свинец - сурьма. Опишите взаимодействие компонентов в жидком и твердом состояниях, укажите структурные составляющие во всех областях диаграммы и объясните характер изменения свойств сплавов в данной системе с помощью правил Курнакова.

3. Что происходит с кристаллической решеткой металлов под действием нормальных напряжений? Укажите вид разрушения.

4. Вычертите диаграмму состояния железо - карбид железа. Укажите структурные составляющие во всех областях диаграммы, опишите превращения и постройте кривую нагревания в интервале температур от 0 до 1600°C (с применением правила фаз) для сплава, содержащего 0,3% С. Для заданного сплава Выберите любую температуру между линиями ликвидус и солидус и определите: состав фаз; т. е. процентное содержание углерода в фазах; количественное соотношение фаз.

б. При непрерывном охлаждении стали У8 получена структура троостит - мартенсит. Нанесите на диаграмму изотермического превращения аустенита кривую охлаждения, обеспечивающую получение данной структуры. Укажите интервал температур превращений и опишите характер превращения в каждом из них.

### Вариант 16

1. Опишите явление полиморфизма в приложении к железу.

2. Вычертите диаграмму состояния системы свинец - олово. Опишите взаимодействие компонентов в жидком и твердом состояниях, укажите структурные составляющие во всех областях диаграммы состояния и объясните характер изменения свойств сплавов в данной системе с помощью правил Курнакова.

3. Что происходит с кристаллической решеткой металлов под действием касательных напряжений? Укажите вид разрушения.

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

вращения и постройте кривую нагревания в интервале температур от 0 до 1600°C (с применением правила фаз) для сплава, содержащего 0,3% C. Для заданного сплава выберите любую температуру между линиями ликвидус и солидус и определите: состав фаз, т. е. процентное содержание углерода в фазах; количественное соотношение фаз.

5. Вычертите диаграмму изотермического превращения аустенита для стали У8, нанесите на нее кривую режима изотермической обработки, обеспечивающей получение твердости HB450. Укажите, как этот режим называется, опишите сущность превращений и какая структура получается в данном случае.

### **Вариант 17**

1. Что такое ликвация? Виды ликвации и причины ее возникновения.

2. Вычертите диаграмму состояния системы медь - мышьяк. Опишите взаимодействие компонентов в жидком и твердом состояниях, укажите структурные составляющие во всех областях диаграммы состояния и объясните характер изменения свойств сплавов в данной системе с помощью правил Курнакова.

3. Как влияет степень пластической деформации на процесс рекристаллизации и величину зерна?

4. Вычертите диаграмму состояния железо - карбид железа, укажите структурные составляющие во всех областях диаграммы, опишите превращения и постройте кривую охлаждения в интервале температур от 1600 до 0°C (с применением правила фаз) для сплава, содержащего 0,3% C. Выберите для заданного сплава любую температуру между линиями ликвидус и солидус и определите: состав фаз, т. е. процентное содержание углерода в фазах; количественное соотношение фаз.

5. 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 HB400. Опишите превращения, которые совершились в стали в процессе закалки и отпуска, и полученную после термической обработки структуру.

### **Вариант 18**

1. Как влияет скорость охлаждения на строение кристаллизующегося металла?

2. Вычертите диаграмму состояния системы олово - цинк. Опишите взаимодействие компонентов в жидком и твердом состояниях, укажите структурные составляющие во всех областях диаграммы состояния и

объясните характер изменения свойств сплавов в данной системе с помощью правил Курнакова.

3. Как влияют состав сплава и степень пластической деформации на протекание рекристаллизационных процессов? Что такое критическая степень деформации?

4. Вычертите диаграмму состояния железо - карбид железа, укажите структурные составляющие во всех областях диаграммы, опишите превращения и постройте, кривую охлаждения в интервале температур от 1600 до 0°C (с применением правила фаз) для сплава, содержащего 0,5% С. Для заданного сплава определите процентное содержание углерода в фазах при температуре 750°C.

5. Вычертите диаграмму изотермического превращения аустенита для стали У8, нанесите на нее кривую режима изотермической обработки, обеспечивающей получение твердости HRC35. Укажите, как этот режим называется, опишите сущность превращений и какая структура получается в данном случае.

### **Вариант 19**

1. Что такое твердый раствор замещения? Приведите пример.

2. Вычертите диаграмму состояния системы магний - кальций. Опишите взаимодействие компонентов в жидком и твердом состояниях, укажите структурные составляющие во всех областях диаграммы состояния и объясните характер изменения свойств сплавов в данной системе с помощью правил Курнакова.

3. Объясните сущность процесса первичной рекристаллизации (рекристаллизации обработки).

4. Вычертите диаграмму состояния железо - карбид железа, укажите структурные составляющие во всех областях диаграммы, опишите превращения и постройте кривую нагревания в интервале температур от 0 до 1600°C (с применением правила фаз) для сплава, содержащего 0,5% С. Выберите для заданного сплава, любую температуру между линиями ликвидус и солидус и определите: состав фаз, т. е. процентное содержание углерода в фазах; количественное соотношение фаз.

5. 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 HB300. Опишите превращения, которые совершились в стали в процессе закалки и отпуска, и полученную после термообработки структуру.

## Вариант 20

1. Опишите физическую сущность процесса плавления.
2. Вычертите диаграмму состояния системы алюминий - кремний. Опишите взаимодействие компонентов в жидком и твердом состояниях, укажите структурные составляющие во всех областях диаграммы состояния и объясните характер изменения свойств сплавов в данной системе с помощью правил Курнакова.
3. Укажите, какой вид термической обработки необходимо применять к сплавам, имеющим структуру твердого раствора для устранения ликвации.
4. Вычертите диаграмму состояния железо - карбид железа, укажите структурные составляющие во всех областях диаграммы, опишите превращения и постройте кривую нагрева в интервале температур от 0 до 1600°C (с применением правила фаз) для сплава, содержащего 0,4% C. Выберите для заданного сплава любую температуру между линиями ликвидус и солидус и определите: состав фаз, т. е. процентное содержание углерода в фазах; количественное соотношение фаз.
5. Два изделия из чугуна имеют примерно одинаковые механические свойства ( $\sigma_b \approx 400$  МПа и  $\delta = 3 \div 4\%$ ), но разную форму графита: хлопьевидную - в одном изделии, шаровидную - в другом. Укажите название, способы получения и процессы, которые привели к получению различной формы графита в этих чугунах.

## Вариант 21

1. Что такое твердый раствор? Виды твердых растворов (приведите примеры).
2. Вычертите диаграмму состояния системы медь - серебро. Опишите взаимодействие компонентов в жидком и твердом состояниях, укажите структурные составляющие во всех областях диаграммы состояния и объясните характер изменения свойств сплавов в данной системе с помощью правил Курнакова.
3. Опишите виды несовершенств кристаллического строения и их влияние на свойства металлов.
4. Вычертите диаграмму состояния железо - карбид железа, укажите структурные составляющие во всех областях диаграммы, опишите превращения и постройте кривую охлаждения в интервале температур от 1600 до 0°C (с применением правила фаз) для сплава, содержащего 2,8% C. Выберите для заданного сплава любую температуру между линиями ликвидус и солидус и определите: состав фаз, т. е. процентное содержание углерода в фазах; количественное соотношение фаз.
5. После закалки углеродистой стали со скоростью охлаждения выше критической была получена структура, состоящая из феррита и мартенси-

та. Проведите на диаграмме состояния железо - карбид железа ординату, соответствующую составу заданной стали, укажите принятую в данном случае температуру нагрева под закалку и опишите превращения, которые совершились в стали при нагреве и охлаждении. Как называется такой вид закалки?

### Вариант 22

1. Опишите строение и основные характеристики кристаллической решетки хрома (параметры, координационное число, плотность упаковки).

2. Вычертите диаграмму состояния системы магний - свинец, впишите взаимодействие компонентов в жидком и твердом состояниях, укажите структурные составляющие во всех областях диаграммы состояния и объясните характер изменения свойств сплавов в данной системе с помощью правил Курнакова.

3. В котельных установках в местах, где имеются заклепочные швы, часто наблюдается значительная коррозия в участках металла, прилегающих к заклепкам. Объясните причины, вызывающие это явление.

4. Вычертите диаграмму состояния железо - карбид железа, укажите превращения и постройте кривую нагревания в интервале температур от 0 до 1600°C (с применением правила фаз) для сплава, содержащего 2,8% C. Для заданного сплава определите при температуре 1250°C: состав фаз, т. е. процентное содержание углерода в фазах; количественное соотношение фаз.

5. Почему для изготовления инструмента применяется сталь с исходной структурой зернистого перлита? В результате какой термической обработки можно получить эту структуру?

### Вариант 23

1. Опишите явление полиморфизма в приложении к титану.

2. Вычертите диаграмму состояния системы сурьма - германий. Опишите взаимодействие компонентов в жидком и твердом состояниях и укажите структурные составляющие во всех областях диаграммы состояния, объясните характер изменения свойств сплавов в данной системе с помощью правил Курнакова.

3. Как изменяются структура и свойства металла при горячей пластической деформации?

4. Вычертите диаграмму состояния железо - карбид железа, укажите структурные составляющие во всех областях диаграммы, опишите превращения и постройте кривую охлаждения в интервале температур от 1600 до 0°C (с применением правила фаз) для сплава, содержащего 3,5% C. Для

заданного сплава определите при температуре 1200° С: процентное содержание углерода в фазах; количественное соотношение фаз.

5. С помощью диаграммы состояния железо - карбид железа определите температуру полного и неполного отжига и нормализации для стали 40 и кратко опишите микроструктуру и свойства стали после каждого вида термической обработки.

### **Вариант 24**

1. Опишите строение и основные характеристики кристаллической решетки цинка (параметры, координационное число, плотность упаковки).

2. Вычертите диаграмму состояния системы висмут - сурьма. Опишите взаимодействие компонентов в жидком и твердом состояниях, укажите структурные составляющие во всех областях диаграммы состояния и объясните характер изменения свойств сплавов в данной системе с применением правил Курнакова.

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

4. Вычертите диаграмму состояния железо - карбид железа, укажите структурные составляющие во всех областях диаграммы, опишите превращения и постройте кривую нагревания в интервале температур от 0 до 1600°С (с применением правила фаз) для сплава, содержащего 4,3% С. Для заданного сплава определите процентное содержание углерода в фазах при температуре 850°С.

5. После термической обработки углеродистой стали получена структура цементит - мартенсит отпуска. Нанесите на диаграмму состояния железо - карбид железа ординату заданной стали (примерно) и укажите температуру нагрева этой стали под закалку. Назначьте температуру отпуска, обеспечивающую получение заданной структуры, опишите все превращения, которые совершились в стали в процессе закалки и отпуска.

### **Вариант 25**

1. Объясните механизм влияния различных модификаторов на строение литого слитка.

2. Вычертите диаграмму состояния, системы свинец - магний. Опишите взаимодействие компонентов в жидком и твердом состояниях, укажите структурные составляющие во всех областях диаграммы состояния и объясните характер изменения свойств сплавов в данной системе с помощью правил Курнакова.



3. Поковки из стали 40 имеют крупнозернистое строение. Назначьте режим термической обработки для получения мелкого зерна и объясните, почему выбранный режим, обеспечивает мелкозернистое строение стали.

4. Вычертите диаграмму состояния железо - карбид железа, укажите структурные составляющие во всех областях диаграммы, опишите превращения и постройте кривую охлаждения в интервале температур от 1600 до 0°C (с применением правила фаз) для сплава, содержащего 5,2% С. Выберите для заданного сплава любую температуру между линиями ликвидус и солидус и определите: состав фаз, т. е. процентное содержание углерода в фазах; количественное соотношение фаз.

5. Опишите, в чем заключается низкотемпературная термомеханическая обработка конструкционной стали. Объясните с позиций теории дислокаций, почему этот процесс приводит к получению высокой прочности стали. Какими преимуществами и недостатками обладает низкотемпературная термомеханическая обработка по сравнению с высокотемпературной термомеханической обработкой?

### **Вариант 26**

1. Опишите явление полиморфизма в приложении к олову, а также строение и основные характеристики кристаллической решетки (параметры, координационное число, плотность упаковки) для тетрагональной модификации олова.

2. Вычертите диаграмму состояния системы магний - германий, опишите взаимодействие компонентов в жидком и твердом состояниях, укажите структурные составляющие во всех областях диаграммы и объясните характер изменения свойств сплавов в данной системе с помощью правил Курнакова.

3. 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.

4. Вычертите диаграмму состояния железо - карбид железа, укажите структурные составляющие во всех областях диаграммы, опишите превращения и постройте кривую нагревания в интервале температур от 0 до 1600°C (с применением правила фаз) для сплава, содержащего 5,3% С. Для заданного сплава определите процентное содержание углерода в фазах при температуре 900°C.

5. С помощью диаграммы состояния железо - карбид железа определите температуру полной и неполной закалки для стали 45 и дайте краткое

описание микроструктуры и свойств стали после каждого вида термической обработки.

### **Вариант 27**

1. Опишите явление полиморфизма в приложении к железу, а также строение и основные характеристики кристаллической решетки (параметры, координационное число, плотность упаковки) для различных модификаций железа.

2. Вычертите диаграмму состояния системы медь - никель. Опишите взаимодействие компонентов в жидком и твердом состояниях, укажите структурные составляющие во всех областях диаграммы состояния и объясните характер изменения свойств сплавов в данной системе с помощью правил Курнакова.

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

4. Вычертите диаграмму состояния железо - карбид железа, укажите структурные составляющие во всех областях диаграммы состояния, опишите превращения и постройте кривую охлаждения в интервале температур от 1600 до 0°C (с применением правила фаз) для сплава, содержащего 5,4% С. Выберите для заданного сплава любую температуру между линиями ликвидус и солидус и определите: состав фаз, т. е. процентное содержание углерода в фазах; количественное соотношение фаз.

5. Углеродистые стали 35 и У8 после закалки и отпуска имеют структуру мартенсит отпуска и твердость, первая, HRC50, вторая - HRC60. 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 марки У8 имеет большую твердость, чем сталь 35.

### **Вариант 28**

1. Опишите магнитное превращение примеры. Приведите примеры.

2. Вычертите диаграмму состояния системы медь - серебро. Опишите взаимодействие компонентов в жидком и твердом состояниях, укажите структурные составляющие во всех областях диаграммы состояния и объясните характер изменения свойств в данной системе с помощью правил Курнакова.

3. Объяснить, можно ли отличить по микроструктуре металл, деформированный в холодном состоянии, от металла, деформирован-

ного в горячем состоянии, и указать, в чем различие в микроструктуре.

4. Вычертите диаграмму состояния железо - карбид железа, укажите структурные составляющие во всех областях диаграммы, опишите превращения и постройте кривую нагревания в интервале температур от 0 до 1600°C (с применением правила фаз) для сплава, содержащего 5,3% С. Для заданного сплава при температуре 1300°C определите: состав фаз, т. е. процентное содержание углерода в фазах; количественное соотношение фаз.

5. Как изменяются структура и свойства стали 45 и У10 в результате закалки от температуры 750 и 850°C. Объясните с применением диаграммы состояния железо - карбид железа.

### Вариант 29

1. Опишите сущность и назначение процесса модифицирования.

2. Вычертите диаграмму состояния системы алюминий - кремний. Опишите взаимодействие компонентов в жидком и твердом состояниях, укажите структурные составляющие во всех областях диаграммы состояния и объясните характер изменения свойств сплавов в данной системе с помощью правил Курнакова.

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

4. Вычертите диаграмму состояния железо - карбид железа. Укажите структурные составляющие во всех областях диаграммы состояния, опишите превращения и постройте кривую нагревания в интервале температур от 0 до 1600°C (с применением правила фаз) для сплава, содержащего 5,8% С. Для заданного сплава при температуре 1250°C определите: состав фаз, т. е. процентное содержание углерода в фазах; количественное соотношение фаз.

5. В чем заключается обработка стали холодом и в каких случаях она применяется?

### Вариант 30

1. Чем можно объяснить высокие электро- и теплопроводность металлов?

2. Вычертите диаграмму состояния системы магний - кальций. Опишите взаимодействие компонентов в жидком и твердом состояниях и укажите структурные составляющие во всех областях диаграммы состояния, объясните характер изменения свойств сплавов в данной системе с помощью правил Курнакова.

3. Каким способом можно восстановить пластичность холоднокатаного алюминиевого, прутка? Назначьте режим термической обработки и опишите физическую сущность происходящих процессов.

4. Вычертите диаграмму состояния железо - карбид железа, укажите структурные составляющие во всех областях диаграммы, опишите превращения и постройте кривую нагрева в интервале температур от 0 до 1600°C (с применением правила фаз) для сплава, содержащего 4,3% C. Для заданного сплава определите процентное содержание углерода в фазах при температуре 750°C.

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

### Вариант 31

1. Опишите механизм и физическую сущность процесса кристаллизации.

2. Вычертите диаграмму состояния системы кадмий - цинк. Опишите взаимодействие компонентов в жидком и твердом состояниях, укажите структурные составляющие во всех областях диаграммы состояния и объясните характер изменения свойств сплавов в данной системе с помощью правил Курнакова.

8. Какой вид напряжений приводит к вязкому разрушению путем среза? Объясните природу разрушения.

4. Вычертите диаграмму состояния железо - карбид железа, укажите структурные составляющие во всех областях диаграммы, опишите превращения и постройте кривую охлаждения в интервале температур от 1600 до 0°C (с применением правила фаз) для сплава, содержащего 0,6% C. Для заданного сплава определите процентное содержание углерода в фазах при температуре 750°C.

Б. Вычертите диаграмму изотермического превращения аустенита для стали У8, нанесите на нее кривую режима термической обработки, обеспечивающей получение твердости HRC60-63. Укажите, как этот режим называется, опишите сущность превращений и какая структура при этом получается.

### Вариант 32

1. Опишите строение и основные характеристики кристаллической решетки магния (параметры, координационное число плотность упаковки).

2. Вычертите диаграмму состояния системы алюминий - германий. Опишите взаимодействие компонентов в жидком и твердом состояниях, укажите структурные составляющие во всех областях диаграммы состоя-

ния и объясните характер изменения свойств данной системы с помощью правил Курнакова.

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

4. Вычертите Диаграмму состояния железо - карбид железа, укажите структурные составляющие во всех областях диаграммы, опишите превращения и постройте кривую нагревания в интервале температур от 0 до 1600°C (с применением правила фаз) для сплава, содержащего 0,6% C. Для заданного сплава при температуре 1450°C определите: процентное содержание углерода в фазах; количественное соотношение фаз.

5. С помощью диаграммы состояния железо - карбид железа определите температуру полного и неполного отжига и нормализации для стали 20. Охарактеризуйте эти режимы термической обработки и приведите краткое описание микроструктуры и свойств стали после каждого вида обработки.

### Вариант 33

1. Опишите явление полиморфизма в приложении к цирконию, а также строение и основные характеристики кристаллической решетки (параметры, координационное число, плотность упаковки).

2. Вычертите диаграмму состояния системы магний - германий. Опишите взаимодействие компонентов в жидком и твердом состояниях и объясните характер изменения свойств сплавов в данной системе с помощью правил Куриакова.

3. Под действием каких напряжений возникает пластическая деформация? Как при этом изменяются структура и свойства металлов и сплавов?

4. Вычертите диаграмму состояния железо - карбид железа, укажите структурные составляющие во всех областях диаграммы, опишите превращения и постройте кривую охлаждения в интервале температур от 1600 до 0°C, (с применением правила фаз) для сплава, содержащего 0,7% C. Выберите для заданного сплава любую температуру между линиями ликвидус и солидус и определите: состав фаз, т. е. процентное содержание углерода в фазах; количественное соотношение фаз.

5. Сталь 45 подвергалась отжигу при температурах 830 и 1000°C. Опишите превращения, происходящие при данных режимах Отжига, укажите, какие образуются структуры, и объясните причины получения различных структур и свойств. Рекомендуйте оптимальную температуру отжига.

### Вариант 34

1. Объясните влияние модификаторов первой группы (дисперсных тугоплавких частиц) на строение литого металла.

2. Вычертите диаграмму состояния системы сурьма - германий. Опишите взаимодействие компонентов в жидком и твердом состояниях, укажите структурные составляющие во всех областях диаграммы состояния и объясните характер изменения свойств сплавов в данной системе с применением правил Курнакова.

3. Какой вид напряжений приводит к хрупкому разрушению путем отрыва? Объясните природу разрушения.

4. Вычертите диаграмму состояния железо - карбид железа, укажите структурные составляющие во всех областях диаграммы, опишите превращения и постройте кривую нагревания в интервале температур от 0 до 1600°C (с применением правила фаз) для сплава, содержащего 0,7% C. Для заданного сплава при температуре 1450°C определите: состав фаз, т. е. процентное содержание углерода в фазах; количественное соотношение фаз.

5. Режущий, инструмент из стали У10 был перегрет при закалке. Чем вреден перегрев и как можно исправить этот дефект?

### Вариант 35

1. Постройте с применением правила фаз кривую нагревания для алюминия:

2. Вычертите диаграмму состояния системы висмут - сурьма. Опишите взаимодействие компонентов в жидком и твердом состояниях, укажите структурные составляющие во всех областях диаграммы состояния и объясните характер изменения свойств в данной системе с помощью правил Курнакова.

3. Опишите линейные несовершенства кристаллического строения. Как они влияют на свойства металлов и сплавов?

4. Вычертите диаграмму состояния железо - карбид железа, укажите структурные составляющие во всех областях диаграммы. Опишите превращения и постройте кривую охлаждения в интервале температур от 1600 до 0°C (с применением правила фаз) для сплава, содержащего 0,8% C. Выберите для заданного сплава любую температуру между линиями ликвидус и солидус и определите} состав фаз, т. е. процентное содержание углерода в фазах; количественное соотношение фаз.

5. Используя диаграмму изотермического превращения аустенита, объясните, почему нельзя получить в стали чисто мартенситную структуру при охлаждении ее со скоростью, меньшей критической скорости закалки.

### Вариант 36

1. Опишите влияние реальной среды на протекание процесса кристаллизации.

2. Вычертите диаграмму состояния системы кадмий - цинк. Опишите взаимодействие компонентов в жидком и твердом состояниях, укажите структурные составляющие во всех областях диаграммы состояния и объясните характер изменения свойств сплавов в данной системе с помощью правил Курнакова

3. Как можно исправить крупнозернистую структуру ковanej стали 30? Обоснуйте выбранный режим термической обработки.

4. Вычертите диаграмму состояния железо - карбид железа, укажите структурные составляющие во всех областях диаграммы, опишите превращения и постройте кривую нагревания в интервале температур от 0 до 1600°C (с применением правила фаз) для сплава, содержащего 0,8% C. Для заданного сплава определите процентное содержание углерода в фазах при температуре 1450°C.

5. Изделия после правильно выполненной закалки и последующего отпуска имеют твердость более низкую, чем предусмотрено техническими условиями. Чем вызван этот дефект и как можно его исправить?

### Вариант 37

1. Объясните влияние модификаторов второй группы (поверхностно-активных веществ) на строение литого металла.

2. Вычертите диаграмму состояния системы медь - серебро. Опишите взаимодействие компонентов в жидком и твердом состояниях, укажите структурные составляющие во всех областях диаграммы состояния и объясните характер изменения свойств сплавов в данной системе с помощью правил Курнакова.

3. Опишите линейные несовершенства (дислокации) и их влияние на механические свойства металлов.

4. Вычертите диаграмму состояния железо - карбид железа. Укажите структурные составляющие во всех областях диаграммы, опишите превращения и постройте кривую охлаждения в интервале температур от 1600 до 0°C (с применением правила фаз) для сплава, содержащего 0,9% C. Выберите для заданного сплава любую температуру между линиями ликвидус и солидус и определите: состав фаз, т. е. процентное содержание углерода в фазах; количественное соотношение фаз.

5. Вычертите диаграмму изотермического превращения аустенита для стали У8, нанесите на нее кривую режима изотермической обработки, обеспечивающей получение твердости HB200. Укажите, как этот режим

называется, опишите сущность превращений и какая структура получается в данном случае.

### **Вариант 38**

1. Опишите строение и основные характеристики кристаллического строения решетки ниобия (параметр, координационное число, плотность).

2. Вычертите диаграмму состояния системы свинец - магний. Опишите взаимодействие компонентов в жидком и твердом состояниях, укажите структурные составляющие во всех областях диаграммы и объясните характер изменения свойств сплавов в данной системе с помощью правил Курнакова,

3. Опишите механизм упругой и пластической деформации реального (поликристаллического) металла

4. Вычертите диаграмму состояния железо - карбид железа, укажите структурные составляющие во всех областях диаграммы, опишите превращения и постройте кривую нагревания в интервале температур от 0 до 1600°C (с применением правила фаз) для сплава, содержащего 1,9% C. Выберите для заданного сплава любую температуру между линиями ликвидус и солидус и определите; состав фаз, т. е. процентное содержание углерода в фазах; количественное соотношение фаз.

5. Вычертите диаграмму изотермического превращения аустенита для стали У8, нанесите на нее кривую режима термической обработки, обеспечивающей получение твердости HB550. Укажите, как этот режим называется, опишите сущность превращений и какая структура получается в данном случае.

### **Вариант 39**

1. Опишите строение и основные характеристики кристаллических решеток титана (параметры, координационное число, плотность упаковки).

2. Вычертите диаграмму состояния системы медь - никель. Опишите взаимодействие компонентов в жидком и твердом состояниях, укажите структурные составляющие во всех областях диаграммы состояния и объясните характер изменения свойств сплавов в данной системе с применением правил Курнакова.

3. Опишите виды несовершенств кристаллического строения и их влияние на свойства металлов.

4. Вычертите диаграмму состояния железо - карбид железа, укажите структурные составляющие во всех областях диаграммы, опишите превращения и постройте кривую охлаждения в интервале температур от 1600 до 0°C (с применением правила фаз) для сплава, содержащего 1,0% C. Для



заданного сплава определите процентное содержание углерода в фазах при температуре 750°C.

5. Используя диаграмму состояния железо - карбид железа и кривую изменения твердости в зависимости от температуры отпуска, назначьте для углеродистой стали 45 температуру закалки и температуру отпуска, необходимые для обеспечения твердости HB400. Опишите превращения, которые совершились в стали в процессе закалки и отпуска, и полученную после термической обработки структуру.

#### **Вариант 40**

1. Опишите строение реального слитка и явление транскристаллизации.

2. Вычертите диаграмму состояния системы медь - мышьяк. Опишите взаимодействие компонентов в жидком и твердом состояниях, укажите структурные составляющие во всех областях диаграммы состояния и объясните характер изменения свойств сплавов в данной системе с помощью правил Курнакова.

3. Как влияет изменение структуры на свойства деформированного металла? В чем сущность и каково, практическое применение наклепа?

4. Вычертите диаграмму состояния железо - карбид железа, укажите структурные составляющие во всех областях диаграммы, опишите превращения и постройте кривую нагревания в интервале температур от 0 до 1600°C (с применением правила фаз) для сплава, содержащего 1,0% C. Для заданного сплава определите процентное содержание углерода в фазах при температуре 650°C.

5. С помощью диаграммы состояния системы железо - карбид железа определите температуру нормализации, отжига и закалки стали 45 и кратко опишите микроструктуру и свойства после каждого вида термической обработки.

#### **Вариант 41**

1. Опишите строение и основные характеристики кристаллической решетки хрома (параметр, координационное число, плотность упаковки).

2. Вычертите диаграмму состояния системы свинец - олово. Опишите взаимодействие компонентов в жидком и твердом состояниях, укажите структурные составляющие во всех областях диаграммы состояния и объясните характер изменения свойств в данной системе с помощью правил Курнакова.

3. Прутки олова были деформированы при температуре 20°C. Объясните, почему эти прутки не упрочнились при деформировании и опишите процессы, протекающие при этом.

4. Вычертите диаграмму состояния железо - карбид железа, укажите структурные составляющие во всех областях диаграммы, опишите превращения и постройте кривую охлаждения в интервале температур от 1600 до 0°C (с применением правила фаз) для сплава, содержащего 3,1% C. Выберите для заданного сплава любую температуру между линиями ликвидус и солидус и определите: состав фаз, т. в, процентное содержание углерода в фазах; количественное соотношение фаз.

5. Покажите графически режим отжига для получения ферритного ковкого чугуна. Опишите структурные превращения, происходящие в процессе отжига, и укажите, каковы механические свойства чугуна после термической обработки.

### **Вариант 42**

1. Опишите основные характеристики кристаллического строения решетки ванадия (параметры, координационное число, плотность упаковки).

2. Вычертите диаграмму состояния системы алюминий - медь. Опишите взаимодействие компонентов в жидком и твердом состояниях, укажите структурные составляющие во всех областях диаграммы состояния и объясните характер изменения свойств сплавов с помощью правил Курнакова.

3. Полосы свинца были прокатаны 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.

4. Вычертите диаграмму состояния железо - карбид железа. Укажите структурные составляющие во всех областях диаграммы, опишите превращения и постройте кривую нагревания в интервале температур от 0 до 1600°C (с применением правила фаз) для сплава, содержащего 1,1%. Для заданного сплава при температуре 1400°C определите: состав фаз, т.е. процентное содержание углерода в фазах; количественное соотношение фаз.

5. Опишите структуру и свойства стали 45 и У12 после закалки от температур 760 и 840°C (объясните с применением диаграммы состояния железо - карбид железа).

### **Вариант 43**

1. Опишите основные несовершенства кристаллического строения металлов.

2. Вычертите диаграмму состояния системы алюминий - кремний. Опишите взаимодействие компонентов в жидком и твердом состояниях, укажите структурные составляющие во всех областях диаграммы состояния и объясните характер изменения свойств сплавов в данной системе о помощью правил Курнакова.

3. Опишите сущность процесса вторичной или собирательной рекристаллизации.

4. Вычертите диаграмму состояния железо—карбид железа, укажите структурные составляющие во всех областях диаграммы состояния, опишите превращения и постройте кривую охлаждения в интервале температур от 1600 до 0°C (с применением правила фаз) для сплава, содержащего 3,2% C. Выберите для заданного сплава любую температуру между линиями ликвидус и солидус и определите: состав фаз, т. е. процентное содержание углерода в фазах; количественное соотношение фаз.

5. Вычертите диаграмму изотермического превращения аустенита для стали У8, нанесите на нее кривую режима изотермической обработки, обеспечивающей получение твердости HRC50. Укажите, как этот режим называется, опишите сущность превращений и какая структура получается в данном случае.

#### Вариант 44

1. Опишите строение и основные характеристики кристаллической решетки алюминия (параметры, координационное число, плотность упаковки).

2. Вычертите диаграмму состояния системы олово - цинк. Опишите взаимодействие компонентов в жидком и твердом состояниях, укажите структурные составляющие во всех областях диаграммы состояния и объясните характер изменения свойств в данной системе с помощью правил Курнакова.

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

4. Вычертите диаграмму состояния железо - карбид железа, укажите структурные составляющие во всех областях диаграммы, опишите превращения и постройте кривую нагревания в интервале температур от 0 до 1600°C (с применением правила фаз) для сплава, содержащего 1,2% C. Для заданного сплава определите при температуре 800°C: состав фаз, т. е. процентное содержание углерода в фазах; количественное соотношение фаз.

5. После закалки углеродистой стали со скоростью охлаждения выше критической, была получена структура, состоящая из феррита и мартенсита. Проведите на диаграмме состояния железо - карбид железа ординату, соответствующую составу заданной стали, укажите принятую в данном случае температуру нагрева под закалку и опишите превращения, которые совершились в стали при нагреве и охлаждении. Как называется такой вид закалки?

## ТЕМЫ РЕКОМЕНДУЕМЫХ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ

1. Макроанализ.
2. Микроанализ. Ознакомление с конструкцией металломикроскопов и методикой изготовления шлифов.
3. Изучение процессов кристаллизации.
4. Исследование превращений в сплавах методом термического и микроскопического анализов (построение диаграмм состояния).
5. Изучение влияния холодной пластической деформации и рекристаллизации на свойства металлов.
6. Изучение структуры и свойств отожженной стали.
7. Изучение структуры стали и чугунов.
8. Закалка и отпуск углеродистой стали (влияние температуры нагрева и скорости охлаждения при закладке и температуры отпуска на свойства стали).
9. Влияние отжига, нормализации и улучшения углеродистой стали на ее свойства.
10. Изучение структуры стали после термической и химико-термической обработки.
11. Определение прокаливаемости стали методом торцевой закалки.
12. Изотермическая обработка стали (построение диаграмма изотермического превращения аустенита, ступенчатая и изотермическая закалка).
13. Изучение структуры легированных сталей (конструкционных, инструментальных и с особыми свойствами).
14. Изучение структуры цветных металлов и сплавов.
15. Термическая обработка дуралюмина.
16. Исследование влияния состава пластмасс на их физико-механические свойства.
17. Влияние температуры нагрева на механические свойства пластмасс.
18. Определение физико-химических свойств резиновых материалов.
19. Изучение свойств органических стекол.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Лахткн Ю. М., Леонтьева В. П. Материаловедение. М., 1990.
2. Лахтин Ю. М. Материаловедение и термическая обработка. М., 1990.
3. Гуляев А. П. Материаловедение. М., 1985.
4. Мозберг Р. К. Материаловедение. Таллин, 1976.
5. Блантер М. Е. Материаловедение и термическая обработка. М., 1963.
6. Геллер Ю. А., Рахштадт А. Г. Материаловедение. М., 1977.
7. Гринберг В. Г., Ивашенко Т. М. Лабораторный практикум по материаловедению и термической обработке. М., 1968.