



ДОНСКОЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ  
УПРАВЛЕНИЕ ДИСТАНЦИОННОГО ОБУЧЕНИЯ И ПОВЫШЕНИЯ  
КВАЛИФИКАЦИИ

Кафедра «Физическое и прикладное материаловедение»

## Проектные задания

по дисциплине

## «Материаловедение»

для выполнения расчётно-графических работ по образовательной технологии экзаменационного реферата (с формой контроля в виде аттестационно-обучающего критериально-ориентированного тестирования открытого типа)

Автор

Пустовойт В.Н.

Ростов-на-Дону, 2015



## Аннотация

Набор тестов предназначен для студентов очной формы обучения направлений 15.03.01, 15.03.02, 15.03.03, 15.03.04, 15.03.05.

## Автор

коллектив кафедры «ФиПМ» под редакцией  
Пустовойта В.Н. д.т.н.. профессора,  
зав. кафедрой «ФиПМ»



## Оглавление

|                 |    |
|-----------------|----|
| ВАРИАНТ 1.....  | 4  |
| ВАРИАНТ 2.....  | 5  |
| ВАРИАНТ 3.....  | 6  |
| ВАРИАНТ 4.....  | 8  |
| ВАРИАНТ 5.....  | 9  |
| ВАРИАНТ 6.....  | 11 |
| ВАРИАНТ 7.....  | 12 |
| ВАРИАНТ 8.....  | 13 |
| ВАРИАНТ 9.....  | 15 |
| ВАРИАНТ 10..... | 16 |
| ВАРИАНТ 11..... | 18 |
| ВАРИАНТ 12..... | 19 |
| ВАРИАНТ 13..... | 20 |
| ВАРИАНТ 14..... | 22 |
| ВАРИАНТ 15..... | 23 |
| ВАРИАНТ 16..... | 25 |
| ВАРИАНТ 17..... | 26 |
| ВАРИАНТ 18..... | 28 |
| ВАРИАНТ 19..... | 29 |
| ВАРИАНТ 20..... | 31 |
| ВАРИАНТ 21..... | 32 |
| ВАРИАНТ 22..... | 34 |
| ВАРИАНТ 23..... | 35 |
| ВАРИАНТ 24..... | 37 |
| ВАРИАНТ 25..... | 38 |
| ВАРИАНТ 26..... | 40 |
| ВАРИАНТ 27..... | 41 |
| ВАРИАНТ 28..... | 43 |
| ВАРИАНТ 29..... | 45 |
| ВАРИАНТ 30..... | 46 |

## ВАРИАНТ 1

1. Опишите механизм самопроизвольного образования зародышей кристаллизации. Объясните, почему центрами кристаллизации могут стать флуктуации атомного порядка размером больше критического.

2. При сварке конструкции возникли трещины (радиус у вершины  $\sim 100 \text{ \AA}$ ) максимальной длиной 0,1 мм. Определите, выдержит ли конструкция действующее напряжение в 200 МПа.

3. Для заданной диаграммы состояний представить решение следующих вопросов:

- описать процессы кристаллизации и превращений в твердом состоянии для сплава  $x_1$ ;

- написать для этих процессов фазовые реакции с указанием составов реагирующих фаз и температурных интервалов превращений;

- изобразить схему кривой охлаждения заданного сплава и обосновать ее вид с использованием правила фаз;

- для температуры, отмеченной звездочкой (\*) на фигуративной линии заданного сплава, определить составы и относительные весовые количества равновесных фаз с использованием правила отрезков;

- изобразить схему структуры заданного сплава при нормальной температуре. Описать характерные особенности структурных составляющих.

Указанные решения следует иллюстрировать на диаграмме состояний: делаются все необходимые построения (отмечаются критические температуры, строятся коноды и т.д.), необходимые для описания процессов превращений в заданном сплаве.

4. Для заданного состава железоуглеродистого сплава (состав определяется из таблицы в зависимости от варианта) решить все перечисленные в третьем вопросе задачи. Составы и относительные весовые количества равновесных фаз определить для нормальной температуры.

5. Детали из стали 45 нагревали при отжиге до температур 850°C и 1000°C. Опишите превращения, протекающие при данных режимах отжига. Объясните причины получения различных структур и свойств. Рекомендуйте оптимальный режим отжига.

## Материаловедение

6. Для изготовления матриц штампов холодной штамповки выбрана сталь Х12Ф1. Укажите состав и группу стали по назначению. Назначьте и обоснуйте режим термической обработки, объясните влияние легирования на превращения, происходящие на всех этапах термической обработки. Опишите конечную структуру и свойства стали.

7. Для деталей, работающих в слабых коррозионных средах, используется сталь 20Х13. Укажите состав и объясните причину введения хрома в эту сталь. Назначьте и обоснуйте режим термической обработки и опишите структуру после обработки.

8. Для изготовления токопроводящих упругих элементов выбрана бронза Бр БНТ-1,7. Приведите химический состав, режим термической обработки и получаемые механические свойства материала. Объясните физическую природу упрочнения при термической обработке в терминах дислокационной теории.

### ВАРИАНТ 2

1. Для кристаллической решетки кадмия определите координационное число и рассчитайте коэффициент укладки. Объясните, почему в гексагональной сингонии для обозначения кристаллографических плоскостей применяется система из четырех индексов.

2. При ударных испытаниях образцов стали с надрезами  $r=1$  мм и  $r=0,25$  мм получены значения ударной вязкости 10 кгс м/ см<sup>2</sup> и 4 кгс м/ см<sup>2</sup> соответственно. Определите по этим данным работу распространения трещины. Опишите методику других методов определения этой характеристики и ее физический смысл.

3. Для заданной диаграммы состояний представить решение следующих вопросов:

- описать процессы кристаллизации и превращений в твердом состоянии для сплава  $x_2$ ;

- написать для этих процессов фазовые реакции с указанием составов реагирующих фаз и температурных интервалов превращений;

- изобразить схему кривой охлаждения заданного сплава и обосновать ее вид с использованием правила фаз;

- для температуры, отмеченной звездочкой (\*) на фигуративной линии заданного сплава, определить составы и относительные весовые количества равновесных фаз с использованием правила отрезков;

## Материаловедение

- изобразить схему структуры заданного сплава при нормальной температуре. Описать характерные особенности структурных составляющих.

Указанные решения следует иллюстрировать на диаграмме состояний: делаются все необходимые построения (отмечаются критические температуры, строятся коноды и т.д.), необходимые для описания процессов превращений в заданном сплаве.

4. Для заданного состава железоуглеродистого сплава (состав определяется из таблицы в зависимости от варианта) решить все перечисленные в третьем вопросе задачи. Составы и относительные весовые количества равновесных фаз определить для нормальной температуры.

5. Сталь У10 была перегрета при закалке. Объясните негативные последствия перегрева, предложите и обоснуйте способ устранения этих последствий.

6. Детали из стали 45 закалены: одни от температуры 760°C, другие от 850°C. Оцените структурную картину для этих вариантов обработки, объясните причину различия в свойствах. Имеется ли какая-то техническая целесообразность реализации первого режима? Проанализируйте вопрос с позиций возможности наличия исходной строчечной структуры и различной растворимости примесей в феррите и аустените.

7. Быстрорежущая сталь нагревается под закалку до весьма высоких температур (под солидус); тем не менее она сохраняет мелкозернистость. Объясните причину такого поведения и физическую природу барьеров, сдерживающих рост аустенитного зерна.

8. Для токопроводящих упругих элементов выбран сплав Бр БНТ-1, 9. Укажите химический состав, назначьте режим термообработки, объясните физическую природу упрочнения в терминах дислокационной теории.

### ВАРИАНТ 3

1. Для полиморфных модификаций гафния определите координационные числа и рассчитайте коэффициенты усадки. Покажите плоскости и направления легчайшего скольжения у высокотемпературной модификации.

2. Объясните характер зависимости прочности металлов от плотности дислокаций. Почему не удается достичь значений теоретической прочности за счет повышения плотности дислока-

ций? Какое влияние на прочность оказывают размеры структурных элементов металла?

3. Для заданной диаграммы состояний представить решение следующих вопросов:

- описать процессы кристаллизации и превращений в твердом состоянии для сплава хз;

- написать для этих процессов фазовые реакции с указанием составов реагирующих фаз и температурных интервалов превращений;

- изобразить схему кривой охлаждения заданного сплава и обосновать ее вид с использованием правила фаз;

- для температуры, отмеченной звездочкой (\*) на фигуративной линии заданного сплава, определить составы и относительные весовые количества равновесных фаз с использованием правила отрезков;

- изобразить схему структуры заданного сплава при нормальной температуре. Описать характерные особенности структурных составляющих.

Указанные решения следует иллюстрировать на диаграмме состояний: делаются все необходимые построения (отмечаются критические температуры, строятся коноды и т.д.), необходимые для описания процессов превращений в заданном сплаве.

4. Для заданного состава железоуглеродистого сплава (состав определяется из таблицы в зависимости от варианта) решить все перечисленные в третьем вопросе задачи. Составы и относительные весовые количества равновесных фаз определить для нормальной температуры.

5. Валы сложной конфигурации из стали 50 при закалке охлаждали в минеральном масле. Является ли этот режим оптимальным? Какая формируется при этом структура стали? Примите и обоснуйте оптимальное решение, направленное на исключение трещинообразования, которое возникает при закалке валов в воде.

6. Выберите марку чугуна для изготовления ответственных деталей машин (коленчатые валы, шатуны и т.п.). Укажите состав, особенности обработки, структуру и основные механические свойства деталей из этого чугуна.

7. Выберите материал для изготовления деталей, работающих в слабых агрессивных средах. Укажите структурную группу стали, объясните принцип легирования и обоснуйте режим термообработки опишите особенности структуры стали.

8. Для обшивки сверхзвуковых самолетов использован сплав ВТ6. Приведите состав сплава, обоснуйте режим упрочняющей термической обработки, опишите сущность превращений на всех этапах обработки, конечную структуру и свойства, каковы преимущества сплава ВТ6 по сравнению с ВТ5?

### ВАРИАНТ 4

1. Имеется ли принципиальная возможность получения металла в аморфном состоянии? Проведите анализ на основе закономерностей кинетики процесса кристаллизации. Обоснуйте ответ на уровне технического решения.

2. Изобразите одну из семейства плоскостей решетки К8, по которой развивается скольжение при пластической деформации. Напишите индексы остальных кристаллографически идентичных плоскостей. Объясните причину более низкой пластичности металла с решеткой К8 по сравнению с металлами, имеющими решетку К12.

3. Для заданной диаграммы состояний представить решение следующих вопросов:

- описать процессы кристаллизации и превращений в твердом состоянии для сплава  $x_4$ ;

- написать для этих процессов фазовые реакции с указанием составов реагирующих фаз и температурных интервалов превращений;

- изобразить схему кривой охлаждения заданного сплава и обосновать ее вид с использованием правила фаз;

- для температуры, отмеченной звездочкой (\*) на фигуративной линии заданного сплава, определить составы и относительные весовые количества равновесных фаз с использованием правила отрезков;

- изобразить схему структуры заданного сплава при нормальной температуре. Описать характерные особенности структурных составляющих.

Указанные решения следует иллюстрировать на диаграмме состояний: делаются все необходимые построения (отмечаются критические температуры, строятся коноды и т.д.), необходимые для описания процессов превращений в заданном сплаве.

4. Для заданного состава железоуглеродистого сплава (состав определяется из таблицы в зависимости от варианта) ре-

шить все перечисленные в третьем вопросе задачи. Составы и относительные весовые количества равновесных фаз определить для нормальной температуры.

5. Деталь после правильно выполненной закалки и последующего отпуска имела твердость более низкую, чем предусмотрено техническими условиями. Чем может быть вызвано это несоответствие? Предложите и обоснуйте способ его устранения.

6. Валы из стали 40ХНМ в результате термообработки должны получить повышенную прочность по всему сечению (НВ 250-280). Укажите состав и группу стали по назначению, обоснуйте режим термообработки, объясните влияние легирования на превращения, структуру и свойства стали после термообработки.

7. Магнитные наборные сердечники изготавливают из листовой электротехнической стали. Опишите, какой обработке должна подвергаться эта сталь для достижения высоких магнитных свойств и низких потерь на перемагничивание. В чем разница между "кубической" и "ребровой" текстурой?

8. Для изготовления ряда деталей применяется сплав АК8. Укажите состав и способ изготовления деталей из данного сплава. Назначьте и обоснуйте режим термической обработки. В терминах дислокационной теории опишите механизм упрочнения сплава.

## ВАРИАНТ 5

1. Объясните физическую природу квазиизотропии поликристаллов. Каким путем можно получить анизотропные свойства в таком агрегате? При каких условиях возникает текстура деформации? Приведите примеры практического использования текстурированных металлов и сплавов.

2. В 20-х годах российский металлофизик Я.И. Френкель рассчитал значение теоретической прочности металлов, которое оказалось на 3-4 порядка выше опытных значений. Объясните причины расхождения теории с опытом и реальный механизм скольжения при сдвиге. Возможно ли на практике достижение значений прочности, близких к теоретической?

3. Для заданной диаграммы состояний представить решение следующих вопросов:

- описать процессы кристаллизации и превращений в твердом состоянии для сплава  $x_5$ ;
- написать для этих процессов фазовые реакции с указа-

нием составов реагирующих фаз и температурных интервалов превращений;

- изобразить схему кривой охлаждения заданного сплава и обосновать ее вид с использованием правила фаз;

- для температуры, отмеченной звездочкой (\*) на фигуративной линии заданного сплава, определить составы и относительные весовые количества равновесных фаз с использованием правила отрезков;

- изобразить схему структуры заданного сплава при нормальной температуре. Описать характерные особенности структурных составляющих.

Указанные решения следует иллюстрировать на диаграмме состояний: делаются все необходимые построения (отмечаются критические температуры, строятся коноды и т.д.), необходимые для описания процессов превращений в заданном сплаве.

4. Для заданного состава железоуглеродистого сплава (состав определяется из таблицы в зависимости от варианта) решить все перечисленные в третьем вопросе задачи. Составы и относительные весовые количества равновесных фаз определить для нормальной температуры.

5. На диаграмме изотермического превращения аустенита стали У8 покажите термограмму режима термической обработки, обеспечивающего получение твердости HRC 60-63. Опишите сущность превращений при реализации этого режима и особенности морфологии продуктов превращения.

6. Для молотовых штампов выбрана сталь 5ХНСВ. Укажите состав и группу стали по назначению. Назначьте и обоснуйте режим термической обработки, объясните влияние легирования на превращения при термической обработке, опишите конечную структуру и свойства.

7. Объясните физическую природу высокой конструкционной прочности трип-сталей (ПНП-сталей). Опишите особенности ее термической обработки и физическую сущность процесса образования мартенсита деформации.

8. Предложите материал для изготовления деталей, работающих под нагрузкой в активной коррозионной среде. Укажите состав и структурную группу стали. Назначьте и обоснуйте с точки зрения наилучшего сопротивления коррозии под напряжением режим термической обработки, опишите влияние легирующих элементов на свойства стали.

## ВАРИАНТ 6

1. Две отливки получены без применения модификаторов: одна - заливкой стали в сухую земляную форму, другая - в металлическую форму (кокиль). В какой отливке будет более мелкозернистая структура и почему? Опишите особенности кинетики кристаллизации для обоих случаев.

2. Покажите на схеме и напишите индексы плоскостей решетки ГЦК, по которым преимущественно развивается скольжение при пластической деформации. Опишите возможный механизм образования зародыша трещины при деформировании металла.

3. Для заданной диаграммы состояний представить решение следующих вопросов:

- описать процессы кристаллизации и превращений в твердом состоянии для сплава  $x_6$ ;

- написать для этих процессов фазовые реакции с указанием составов реагирующих фаз и температурных интервалов превращений;

- изобразить схему кривой охлаждения заданного сплава и обосновать ее вид с использованием правила фаз;

- для температуры, отмеченной звездочкой (\*) на фигуративной линии заданного сплава, определить составы и относительные весовые количества равновесных фаз с использованием правила отрезков;

- изобразить схему структуры заданного сплава при нормальной температуре. Описать характерные особенности структурных составляющих.

Указанные решения следует иллюстрировать на диаграмме состояний: делаются все необходимые построения (отмечаются критические температуры, строятся коноды и т.д.), необходимые для описания процессов превращений в заданном сплаве.

4. Для заданного состава железоуглеродистого сплава (состав определяется из таблицы в зависимости от варианта) решить все перечисленные в третьем вопросе задачи. Составы и относительные весовые количества равновесных фаз определить для нормальной температуры.

5. Выберите температуры нагревания для проведения полного, неполного отжига и нормализации стали 20. Опишите сущность превращений при реализации этих способов термообработки, конечную структуру стали и назначение указанных видов

обработки.

6. Назначьте и обоснуйте режим термической обработки рессор из стали 65. Опишите превращения, происходящие на всех этапах обработки, конечную структуру и свойства стали.

7. Кулачки из стали 30ХМЮА должны иметь минимальную деформацию, высокую твердость и износоустойчивость поверхностного слоя (HV 700-1000). Укажите состав, группу стали по назначению, обоснуйте режим термической и химико-термической обработки, объяснив влияние легирования на превращения в стали при термической обработке. Опишите структуру и свойства поверхностного слоя и сердцевины кулачка.

8. Для мостовых конструкций выбрана сталь 08Г2СФБ. Расшифруйте состав и укажите группу стали по назначению. Объясните физическую сущность процесса упрочнения при контролируемой прокатке, особенности структуры, обеспечивающие высокое сопротивление хрупкому разрушению. Какая характеристика является критерием хрупкого разрушения?

### ВАРИАНТ 7

1. При определенной температуре количество межузельных атомов в кристалле неизмеримо меньше, чем количество вакансий. Объясните физическую причину этого обстоятельства и опишите механизм независимого (от межузельных атомов) образования тепловых вакансий. Объясните, почему легче мигрирует бивакансия, чем обычная вакансия.

2. После холодной деформации прутков из латуни проводили рекристаллизационный отжиг при 200 и 500°C с выдержкой 1 час. Опишите сущность превращений при отжиге для этих случаев и объясните причину получения различных структуры и свойств.

3. Для заданной диаграммы состояний представить решение следующих вопросов:

- описать процессы кристаллизации и превращений в твердом состоянии для сплава  $x_7$ ;

- написать для этих процессов фазовые реакции с указанием составов реагирующих фаз и температурных интервалов превращений;

- изобразить схему кривой охлаждения заданного сплава и обосновать ее вид с использованием правила фаз;

- для температуры, отмеченной звездочкой (\*) на фигура-

тивной линии заданного сплава, определить составы и относительные весовые количества равновесных фаз с использованием правила отрезков;

- изобразить схему структуры заданного сплава при нормальной температуре. Описать характерные особенности структурных составляющих.

Указанные решения следует иллюстрировать на диаграмме состояний: делаются все необходимые построения (отмечаются критические температуры, строятся коноды и т.д.), необходимые для описания процессов превращений в заданном сплаве.

4. Для заданного состава железоуглеродистого сплава (состав определяется из таблицы в зависимости от варианта) решить все перечисленные в третьем вопросе задачи. Составы и относительные весовые количества равновесных фаз определить для нормальной температуры.

5. Назначьте и обоснуйте для углеродистой стали 45 режимы закалки и отпуска, необходимые для получения твердости HB400. Опишите превращения, которые происходили в стали на всех этапах термообработки, особенности конечной структуры и свойства.

6. На изделиях из стали 15 требуется получить поверхностный слой высокой твердости. Приведите обоснование выбора метода химико-термической обработки, опишите его технологию и структуру изделия после окончательной термической обработки.

7. Изотермический распад аустенита стали 40 протекает при температуре 550°C. Опишите особенности распада переохлажденного аустенита в сталях неэвтектоидного состава и определите для данного случая концентрацию углерода в квазиэвтектоиде.

8. Предложите сплав на алюминиевой основе для получения деталей методом холодной штамповки. Назначьте режим термообработки для получения предела текучести 240 МПа, объясните механизм упрочнения в терминах дислокационной теории.

## ВАРИАНТ 8

1. Для кристаллической решетки ниобия определите координационное число и рассчитайте коэффициент укладки. Покажите на схеме плоскости (101) и (211) и определите индексы направлений, перпендикулярных к этим плоскостям.

2. Рассчитайте, как изменится количество дислокаций на единицу длины дислокационной субграницы наклона при увеличении угла разориентировки с  $1^\circ$  до  $2^\circ$ , если вектор Бюргерса дислокаций субграницы  $b=3 \cdot 10^{-8}$  см.

3. Для заданной диаграммы состояний представить решение следующих вопросов:

- описать процессы кристаллизации и превращений в твердом состоянии для сплава  $x_8$ ;

- написать для этих процессов фазовые реакции с указанием составов реагирующих фаз и температурных интервалов превращений;

- изобразить схему кривой охлаждения заданного сплава и обосновать ее вид с использованием правила фаз;

- для температуры, отмеченной звездочкой (\*) на фигуративной линии заданного сплава, определить составы и относительные весовые количества равновесных фаз с использованием правила отрезков;

- изобразить схему структуры заданного сплава при нормальной температуре. Описать характерные особенности структурных составляющих.

Указанные решения следует иллюстрировать на диаграмме состояний: делаются все необходимые построения (отмечаются критические температуры, строятся коноды и т.д.), необходимые для описания процессов превращений в заданном сплаве.

4. Для заданного состава железоуглеродистого сплава (состав определяется из таблицы в зависимости от варианта) решить все перечисленные в третьем вопросе задачи. Составы и относительные весовые количества равновесных фаз определить для нормальной температуры.

5. Один образец из стали 30ХГСА отожжен, а другой закален с температуры  $1100^\circ\text{C}$ . Объясните особенности трансформации структуры (зерна аустенита) в процессе последующего нагрева и аустенитизации при той же температуре.

6. Определите марку стали для вала диаметром 20 мм коробки передач. Назначьте и обоснуйте режим термической обработки, обеспечивающий равнопрочность по сечению (предел текучести  $800\text{МПа}$ ). Объясните цель легирования, опишите сущность превращений на всех этапах обработки, конечную структуру и свойства стали.

## Материаловедение

7. Для получения структуры мартенсита углеродистую сталь требуется охлаждать в воде. Обоснуйте возможность такого изменения химического состава стали, чтобы образование мартенсита происходило при охлаждении на воздухе. Объясните физические причины, допускающие такую возможность.

8. Предложите сплав для изготовления постоянных магнитов с коэрцитивной силой 650 Э. Объясните физическую природу высокой магнитной жесткости и способ ее достижения при термической обработке.

### ВАРИАНТ 9

1. Для полиморфных модификаций титана определите координационные числа и рассчитайте коэффициенты укладки. Покажите и напишите индексы плотноупакованных плоскостей и направлений низкотемпературной кристаллической модификации.

2. Детали из меди, полученные холодной штамповкой, имеют пониженную пластичность. Объясните, как можно повысить пластические свойства меди, назначьте и обоснуйте режим обработки. Объясните физическую природу процессов, приводящих к изменению свойств.

3. Для заданной диаграммы состояний представить решение следующих вопросов:

- описать процессы кристаллизации и превращений в твердом состоянии для сплава  $x_9$ ;

- написать для этих процессов фазовые реакции с указанием составов реагирующих фаз и температурных интервалов превращений;

- изобразить схему кривой охлаждения заданного сплава и обосновать ее вид с использованием правила фаз;

- для температуры, отмеченной звездочкой (\*) на фигуративной линии заданного сплава, определить составы и относительные весовые количества равновесных фаз с использованием правила отрезков;

- изобразить схему структуры заданного сплава при нормальной температуре. Описать характерные особенности структурных составляющих.

Указанные решения следует иллюстрировать на диаграмме состояний: делаются все необходимые построения (отмечаются критические температуры, строятся коноды и т.д.), необходимые для описания процессов превращений в заданном сплаве.

4. Для заданного состава железоуглеродистого сплава (состав определяется из таблицы в зависимости от варианта) решить все перечисленные в третьем вопросе задачи. Составы и относительные весовые количества равновесных фаз определить для нормальной температуры.

5. Выберите марку и химический состав ковкого чугуна для ступицы колеса комбайна. Назначьте режим отжига белого чугуна на ковкий и опишите превращения, протекающие при отжиге.

6. Для рабочего органа культиватора выбрана сталь 65Г. Укажите состав и группу стали по назначению. Назначьте режим термической обработки для получения предела текучести 800 МПа. Опишите сущность превращений, происходящих при термической обработке, конечную структуру и свойства стали.

7. Выберите материал для изготовления обмоток реостатов. Укажите состав сплава и группу по назначению. Объясните, почему такие сплавы должны иметь структуру твердого раствора. Опишите назначение и применяемые способы термической обработки.

8. Объясните причину разной степени травления мартенсита закалки и мартенсита отпуска. Опишите сущность и механизм двухфазного распада на первых стадиях отпуска закаленной стали.

### ВАРИАНТ 10

1. Опишите сходство и различие в структуре и свойствах химического соединения и упорядоченного твердого раствора. Имеется ли сингулярная точка на диаграмме состав - свойства упорядоченного раствора?

2. Объясните причину отсутствия упрочнения олова, деформированного при нормальной температуре. Можно ли создать наклеп у олова при других температурах? Сделайте анализ с учетом явления полиморфизма.

3. Для заданной диаграммы состояний представить решение следующих вопросов:

- описать процессы кристаллизации и превращений в твердом состоянии для сплава  $x_{10}$ ;

- написать для этих процессов фазовые реакции с указанием составов реагирующих фаз и температурных интервалов превращений;

- изобразить схему кривой охлаждения заданного сплава и обосновать ее вид с использованием правила фаз;

- для температуры, отмеченной звездочкой (\*) на фигуративной линии заданного сплава, определить составы и относительные весовые количества равновесных фаз с использованием правила отрезков;

- изобразить схему структуры заданного сплава при нормальной температуре. Описать характерные особенности структурных составляющих.

Указанные решения следует иллюстрировать на диаграмме состояний: делаются все необходимые построения (отмечаются критические температуры, строятся коноды и т.д.), необходимые для описания процессов превращений в заданном сплаве.

4. Для заданного состава железоуглеродистого сплава (состав определяется из таблицы в зависимости от варианта) решить все перечисленные в третьем вопросе задачи. Составы и относительные весовые количества равновесных фаз определить для нормальной температуры.

5. Назначьте и обоснуйте режим термической обработки шатунов двигателя легкового автомобиля из стали 45 для получения предела текучести 600 МПа. Объясните особенности структурных превращений, происходящих на всех этапах термообработки. Опишите конечную структуру и свойства стали.

6. Копиры из стали 38ХВФЮА должны иметь минимальную деформацию и высокую износоустойчивость поверхностного слоя при твердости 60-65 HRC. Укажите состав и группу стали по назначению. Назначьте и обоснуйте режим термической и химико-термической обработки. Объясните влияние легирования на превращения, происходящие на всех этапах обработки. Опишите конечную структуру и свойства стали.

7. Оправки из стали 40ХФА должны получить повышенную прочность по всему сечению (HB 250-280). Укажите состав и группу стали по назначению. Назначьте и обоснуйте режим термической обработки. Объясните влияние легирования на превращения, происходящие на всех этапах термической обработки. Опишите конечную структуру и свойства стали.

8. Ряд деталей двигателя внутреннего сгорания изготавливается из сплава АК4-1. Назначьте и обоснуйте режим термоупрочнения сплава, назовите фазу-упрочнитель. Объясните физическую природу упрочнения в терминах дислокационной теории и причины повышенной жаро- прочности.

## ВАРИАНТ 11

1. Для кристаллической решетки хрома определите координационное число и рассчитайте коэффициент укладки. Покажите плоскости (111) и (010) и определите индексы кристаллографических направлений, перпендикулярных этим плоскостям.

2. Полосы свинца были прокатаны на степень деформации 10, 20, 40 и 60%. После прокатки твердость всех полос оказалась практически одинаковой. Объясните, почему свинец не упрочнился, и опишите превращения, которые происходили в материале.

3. Для заданной диаграммы состояний представить решение следующих вопросов:

- описать процессы кристаллизации и превращений в твердом состоянии для сплава  $x_{11}$ ;

- написать для этих процессов фазовые реакции с указанием составов реагирующих фаз и температурных интервалов превращений;

- изобразить схему кривой охлаждения заданного сплава и обосновать ее вид с использованием правила фаз;

- для температуры, отмеченной звездочкой (\*) на фигуративной линии заданного сплава, определить составы и относительные весовые количества равновесных фаз с использованием правила отрезков;

- изобразить схему структуры заданного сплава при нормальной температуре. Описать характерные особенности структурных составляющих.

Указанные решения следует иллюстрировать на диаграмме состояний: делаются все необходимые построения (отмечаются критические температуры, строятся коноды и т.д.), необходимые для описания процессов превращений в заданном сплаве.

4. Для заданного состава железоуглеродистого сплава (состав определяется из таблицы в зависимости от варианта) решить все перечисленные в третьем вопросе задачи. Составы и относительные весовые количества равновесных фаз определить для нормальной температуры.

5. На диаграмме изотермического превращения аустенита стали У8 покажите режим изотермической обработки, обеспечивающей получение твердости HB 200. Как называется такая обработка и в каких случаях она используется? Опишите сущность превращений, протекающих при этой обработке и дайте характеристику конечной структуры.

6. Требуется провести поверхностное упрочнение изделий из стали 15X. Назначьте вид обработки, опишите последовательность технологических операций, происходящие в стали превращения, структуру и свойства поверхности и сердцевины изделия.

7. Предложите материал для изготовления гладких калибров-пробок. Назначьте режим термообработки, включающий обработку холодом. Обоснуйте необходимость проведения последней операции. Объясните физическую природу явления стабилизации аустенита, как учитывается это явление при практическом осуществлении обработки холодом?

8. В терминах дислокационной теории объясните природу высокопрочного состояния стали 0H18K9M5T. Почему в этих сталях содержание углерода должно быть минимальным?

### ВАРИАНТ 12

1. Для кристаллической решетки ванадия определите координационное число и рассчитайте коэффициент укладки. Покажите плоскости (110) и (212) и определите индексы кристаллографических направлений, перпендикулярных этим плоскостям.

2. Три образца из стали 10 подвергались холодной деформации на 5, 15 и 30% соответственно, а затем нагревались до 700°C. Объясните сущность и характер превращений, протекающих при нагреве в каждом образце. Оцените качественно разницу в размере зерна, в терминах дислокационной теории объясните влияние размера зерна на свойства металла.

3. Для заданной диаграммы состояний представить решение следующих вопросов:

- описать процессы кристаллизации и превращений в твердом состоянии для сплава  $x_{12}$ ;

- написать для этих процессов фазовые реакции с указанием составов реагирующих фаз и температурных интервалов превращений;

- изобразить схему кривой охлаждения заданного сплава и обосновать ее вид с использованием правила фаз;

- для температуры, отмеченной звездочкой (\*) на фигуративной линии заданного сплава, определить составы и относительные весовые количества равновесных фаз с использованием правила отрезков;

- изобразить схему структуры заданного сплава при нормальной температуре. Описать характерные особенности струк-

турных составляющих.

Указанные решения следует иллюстрировать на диаграмме состояний: делаются все необходимые построения (отмечаются критические температуры, строятся коноды и т.д.), необходимые для описания процессов превращений в заданном сплаве.

4. Для заданного состава железоуглеродистого сплава (состав определяется из таблицы в зависимости от варианта) решить все перечисленные в третьем вопросе задачи. Составы и относительные весовые количества равновесных фаз определить для нормальной температуры.

5. На диаграмме изотермического превращения аустенита стали У8 покажите схему режима термической обработки, обеспечивающего получение твердости НВ 550. Как такая обработка называется? Опишите сущность и характер превращения, особенности морфологии продуктов превращения.

6. Для изготовления машинных метчиков выбрана сталь Р18Ф2. Укажите состав и группу стали по назначению. Назначьте и обоснуйте режим термической обработки. Объясните влияние легирования на превращения, происходящие на всех этапах термической обработки данной стали. Оцените теплостойкость по сравнению со сталью Р6М5.

7. Для изготовления рессор выбрана сталь 70С3А. Укажите состав стали, назначьте и обоснуйте режим термической обработки. Опишите конечную структуру и свойства стали

8. Для отливок сложной конфигурации используется сплав Бр ОФ 4-0,2. Укажите состав сплава, особенности его структуры, назначьте режим термической обработки для устранения напряжений, возникающих после литья.

### ВАРИАНТ 13

1. Опишите механизм неконсервативного движения краевой дислокации. Объясните причину образования порогов при переползании дислокаций. Почему такой способ движения имеет место только при высоких температурах?

2. Назначьте режим обработки для восстановления пластичности алюминиевого сплава после операции холодной штамповки со степенью деформации 30%. Опишите сущность структурных превращений при реализации предложенного режима обработки и решите, следует ли доводить до конца собирательную рекристаллизацию.

3. Для заданной диаграммы состояний представить решение следующих вопросов:

- описать процессы кристаллизации и превращений в твердом состоянии для сплава  $x_{13}$ ;

- написать для этих процессов фазовые реакции с указанием составов реагирующих фаз и температурных интервалов превращений;

- изобразить схему кривой охлаждения заданного сплава и обосновать ее вид с использованием правила фаз;

- для температуры, отмеченной звездочкой (\*) на фигуративной линии заданного сплава, определить составы и относительные весовые количества равновесных фаз с использованием правила отрезков;

- изобразить схему структуры заданного сплава при нормальной температуре. Описать характерные особенности структурных составляющих.

Указанные решения следует иллюстрировать на диаграмме состояний: делаются все необходимые построения (отмечаются критические температуры, строятся коноды и т.д.), необходимые для описания процессов превращений в заданном сплаве.

4. Для заданного состава железоуглеродистого сплава (состав определяется из таблицы в зависимости от варианта) решить все перечисленные в третьем вопросе задачи. Составы и относительные весовые количества равновесных фаз определить для нормальной температуры.

5. Назначьте режим термической обработки поковок из стали У10 для улучшения обрабатываемости резанием. Опишите сущность превращений при термообработке и особенности структуры стали.

6. Для изготовления ряда деталей применяется сталь 12ХНЗА. Укажите состав и группу стали по назначению, обоснуйте способ поверхностного упрочнения и режим термической обработки. Объясните влияние легирования на превращения, протекающие на всех этапах обработки. Опишите конечную структуру и свойства стали.

7. Объясните физическую природу зависимости температуры начала мартенситного превращения ( $M_n$ ) от содержания углерода в аустените. Почему атермическое мартенситное превращение не идет до конца (остается непревращенный аустенит) даже при охлаждении до  $M_k$ ?

8. Для получения высокопрочного состояния в деталях вертолета ответственного назначения выбрана сталь 18Х2Н4ВА. Укажите состав стали и особенности ее поведения при термической обработке. Назначьте и обоснуйте с помощью диаграммы изотермического распада аустенита режим термоупрочнения. Объясните, есть ли ограничения в отношении размера сечения упрочняемого изделия.

### ВАРИАНТ 14

1. Для кристаллической решетки цинка определите координационное число и рассчитайте коэффициент усадки. Объясните причину более низкой пластичности цинка по сравнению с железом. Определите кристаллографические индексы семейства базисных плоскостей и плоскостей граней.

2. Опишите механизм упрочнения при дробеструйной обработке металла. В каких случаях целесообразно использовать этот прием упрочнения? Можно ли при такой обработке получить текстуру в поликристаллическом металле ?

3. Для заданной диаграммы состояний представить решение следующих вопросов:

- описать процессы кристаллизации и превращений в твердом состоянии для сплава  $x_{14}$ ;

- написать для этих процессов фазовые реакции с указанием составов реагирующих фаз и температурных интервалов превращений;

- изобразить схему кривой охлаждения заданного сплава и обосновать ее вид с использованием правила фаз;

- для температуры, отмеченной звездочкой (\*) на фигуративной линии заданного сплава, определить составы и относительные весовые количества равновесных фаз с использованием правила отрезков;

- изобразить схему структуры заданного сплава при нормальной температуре. Описать характерные особенности структурных составляющих.

Указанные решения следует иллюстрировать на диаграмме состояний: делаются все необходимые построения (отмечаются критические температуры, строятся коноды и т.д.), необходимые для описания процессов превращений в заданном сплаве.

4. Для заданного состава железоуглеродистого сплава (состав определяется из таблицы в зависимости от варианта) ре-

шить все перечисленные в третьем вопросе задачи. Составы и относительные весовые количества равновесных фаз определить для нормальной температуры.

5. Назначьте и обоснуйте режим термической обработки для пуансонов из стали У8. Опишите сущность превращений на всех этапах термообработки, конечную структуру и свойства стали.

6. Выберите марку стали для коленчатого вала пресса диаметром 150 мм. Укажите состав и группу стали по назначению. Обоснуйте необходимость и степень легирования. Назначьте режим термической обработки для получения предела текучести 780 МПа, опишите структурные превращения, протекающие на всех этапах обработки и конечную структуру стали.

7. Выберите сплав для резцов, обеспечивающий обработку деталей с более высокой скоростью резания, чем это возможно быстрорежущими сталями. Приведите химический состав, способ изготовления, опишите особенности структурной картины и механические свойства сплава. По всем ли параметрам этот сплав превосходит быстрорежущую сталь ?

8. Предложите сплав на алюминиевой основе для изготовления деталей методом литья. Назначьте режим термической обработки, обеспечивающий предел текучести 140 МПа. Объясните физическую природу упрочнения при старении. Почему прочность литых алюминиевых сплавов меньше, чем деформируемых ?

### ВАРИАНТ 15

1. Для кристаллической решетки меди определите координационное число и рассчитайте коэффициент укладки. Объясните физическую природу высокой пластичности меди. Покажите одну из плоскостей легчайшего скольжения, напишите индексы всех плоскостей этого семейства. Почему именно в этих плоскостях скольжение осуществляется легко ?

2. При межоперационном отжиге деталей из малоуглеродистой стали возникает разнотекучность, приводящая к образованию трещин при последующей холодной штамповке. Объясните причину возникновения разнотекучности и предложите способ ее устранения.

3. Для заданной диаграммы состояний представить решение следующих вопросов:

- описать процессы кристаллизации и превращений в

твердом состоянии для сплава  $x_{15}$ ;

- написать для этих процессов фазовые реакции с указанием составов реагирующих фаз и температурных интервалов превращений;

- изобразить схему кривой охлаждения заданного сплава и обосновать ее вид с использованием правила фаз;

- для температуры, отмеченной звездочкой (\*) на фигуративной линии заданного сплава, определить составы и относительные весовые количества равновесных фаз с использованием правила отрезков;

- изобразить схему структуры заданного сплава при нормальной температуре. Описать характерные особенности структурных составляющих.

Указанные решения следует иллюстрировать на диаграмме состояний: делаются все необходимые построения (отмечаются критические температуры, строятся коноды и т.д.), необходимые для описания процессов превращений в заданном сплаве.

4. Для заданного состава железоуглеродистого сплава (состав определяется из таблицы в зависимости от варианта) решить все перечисленные в третьем вопросе задачи. Составы и относительные весовые количества равновесных фаз определить для нормальной температуры.

5. При охлаждении стали 40 со скоростью выше критической получена дуальная феррито-мартенситная структура. Укажите температуру, с которой осуществлялась закалка и опишите превращения при нагреве и охлаждении стали. Выскажите соображения по поводу технической целесообразности проведения такого режима обработки.

6. Шток гидравлического цилиндра должен быть равнопрочным по сечению диаметром 60 мм. Выберите марку стали, укажите состав и группу стали по назначению. Обоснуйте необходимость и степень легирования. Назначьте режим термической обработки, обеспечивающий предел текучести 780 МПа. Опишите сущность превращений на всех этапах обработки и конечную структуру стали.

7. Выберите штамповую сталь для инструмента, работающего в тяжелых условиях (нагрев до 600°C). Укажите состав, назначьте и обоснуйте режим термической обработки, объясните влияние легирования на превращения, протекающие на всех этапах термообработки. Опишите конечную структуру и свойства стали.

8. Предложите сплав на медной основе с пределом прочности на растяжение в отожженном состоянии 330 МПа, из которого необходимо изготовить детали методом глубокой вытяжки. Укажите состав сплава, особенности структурного состояния. Объясните влияние размера зерна на штампуемость.

### ВАРИАНТ 16

1. Объясните природу объемных изменений при полиморфных превращениях титана. Для высокотемпературной модификации определите координационное число и рассчитайте коэффициент усадки. Покажите плоскость (311) и определите индексы направления, перпендикулярного этой плоскости.

2. Назначьте и обоснуйте выбор степени деформации, температуры и продолжительности рекристаллизационного отжига холодноштампованных заготовок из малоуглеродистой стали для получения мелкозернистой структуры.

3. Для заданной диаграммы состояний представить решение следующих вопросов:

- описать процессы кристаллизации и превращений в твердом состоянии для сплава  $x_{16}$ ;

- написать для этих процессов фазовые реакции с указанием составов реагирующих фаз и температурных интервалов превращений;

- изобразить схему кривой охлаждения заданного сплава и обосновать ее вид с использованием правила фаз;

- для температуры, отмеченной звездочкой (\*) на фигуративной линии заданного сплава, определить составы и относительные весовые количества равновесных фаз с использованием правила отрезков;

- изобразить схему структуры заданного сплава при нормальной температуре. Описать характерные особенности структурных составляющих.

Указанные решения следует иллюстрировать на диаграмме состояний: делаются все необходимые построения (отмечаются критические температуры, строятся коноды и т.д.), необходимые для описания процессов превращений в заданном сплаве.

4. Для заданного состава железоуглеродистого сплава (состав определяется из таблицы в зависимости от варианта) решить все перечисленные в третьем вопросе задачи. Составы и

относительные весовые количества равновесных фаз определить для нормальной температуры.

5. Объясните механизм образования внутренних напряжений при закалке (тепловых и структурных). Какими способами можно предотвратить трещинообразование при закалке? Почему наличие на поверхности детали напряжений сжатия считается более благоприятным, чем растягивающих напряжений?

6. В результате термической обработки детали машин должны получить повышенную прочность по всему сечению (твердость HB 250-280). Для их изготовления выбрана сталь 40ХН. Укажите состав и группу стали по назначению. Обоснуйте оптимальный режим термообработки и определите максимальный размер сечения, который может иметь деталь из этой стали. Опишите конечную структуру и свойства стали.

7. Выберите сталь для изготовления пресс-форм литья под давлением алюминиевых сплавов. Укажите состав, назначьте и обоснуйте режим термической обработки, объясните влияние легирования на превращения, протекающие на всех этапах термообработки. Опишите конечную структуру и свойства стали.

8. Литые поршни двигателей внутреннего сгорания работают при температуре 275-300°C. Требуется выбрать алюминиевый сплав для их изготовления. Укажите состав, назначьте режим термической обработки и объясните природу упрочнения сплава при старении в терминах дислокационной теории.

### ВАРИАНТ 17

1. Объясните характер связи между ликвацией и образованием волокнистого строения горячедеформированного сплава. Какое распределение волокон считается рациональным и почему?

2. Объясните природу высокой прочности бездислокационных кристаллов.

Почему существенно повышается предел текучести кристалла с дислокациями при наличии примесных атомов?

3. Для заданной диаграммы состояний представить решение следующих вопросов:

- описать процессы кристаллизации и превращений в твердом состоянии для сплава  $x_{17}$ ;

- написать для этих процессов фазовые реакции с указанием составов реагирующих фаз и температурных интервалов

превращений;

- изобразить схему кривой охлаждения заданного сплава и обосновать ее вид с использованием правила фаз;

- для температуры, отмеченной звездочкой (\*) на фигуративной линии заданного сплава, определить составы и относительные весовые количества равновесных фаз с использованием правила отрезков;

- изобразить схему структуры заданного сплава при нормальной температуре. Описать характерные особенности структурных составляющих.

Указанные решения следует иллюстрировать на диаграмме состояний: делаются все необходимые построения (отмечаются критические температуры, строятся коноды и т.д.), необходимые для описания процессов превращений в заданном сплаве.

4. Для заданного состава железоуглеродистого сплава (состав определяется из таблицы в зависимости от варианта) решить все перечисленные в третьем вопросе задачи. Составы и относительные весовые количества равновесных фаз определить для нормальной температуры.

5. Назначьте режим изотермической закалки пил по дереву из стали У8. Покажите режим на диаграмме изотермического распада аустенита, опишите механизм формирования структуры при такой обработке.

6. Для шестерни коробки передач автомобиля выбрана сталь 18ХГТ. Назначьте и обоснуйте способ поверхностного упрочнения и режим термической обработки. Объясните влияние легирования на превращения, протекающие на всех этапах обработки. Опишите конечную структуру и свойства стали.

7. Объясните причины, вызывающие изменение размеров измерительных инструментов (калибров) с течением времени. Выберите марку стали, назначьте и обоснуйте режим термической обработки инструмента, исключая размерную нестабильность. Объясните необходимость введения легирующих элементов и опишите структурные изменения при термообработке.

8. Выберите сплав на медной основе для изготовления пружинящих контактов. Укажите состав, назначьте режим упрочняющей термической обработки и опишите физическую природу упрочнения в терминах дислокационной теории.

## ВАРИАНТ 18

1. Объясните природу объемных изменений при полиморфных превращениях железа. Для высокотемпературной модификации определите координационное число и рассчитайте коэффициент усадки. Укажите индексы семейств плоскостей и направлений легчайшего скольжения. Объясните, почему деформация легко осуществляется по плотноупакованным плоскостям.

2. При сварке конструкции образовались трещины максимальной длины 0,01 мм. Рассчитайте, выдержит ли конструкция действующие напряжения 1000 МПа, приложенные статически. Каким способом можно затормозить медленно растущую трещину?

3. Для заданной диаграммы состояний представить решение следующих вопросов:

- описать процессы кристаллизации и превращений в твердом состоянии для сплава  $X_{18}$ ;

- написать для этих процессов фазовые реакции с указанием составов реагирующих фаз и температурных интервалов превращений;

- изобразить схему кривой охлаждения заданного сплава и обосновать ее вид с использованием правила фаз;

- для температуры, отмеченной звездочкой (\*) на фигуративной линии заданного сплава, определить составы и относительные весовые количества равновесных фаз с использованием правила отрезков;

- изобразить схему структуры заданного сплава при нормальной температуре. Описать характерные особенности структурных составляющих.

Указанные решения следует иллюстрировать на диаграмме состояний: делаются все необходимые построения (отмечаются критические температуры, строятся коноды и т.д.), необходимые для описания процессов превращений в заданном сплаве.

4. Для заданного состава железуглеродистого сплава (состав определяется из таблицы в зависимости от варианта) решить все перечисленные в третьем вопросе задачи. Составы и относительные весовые количества равновесных фаз определить для нормальной температуры.

5. Выберите марку и химический состав чугуна с шаровидным графитом для изготовления деталей подшипников, работающих в паре с термически не обработанными валами. Опишите

особенности модифицирования и сущность процессов формирования структуры чугуна.

6. Выберите марку стали для пружины с диаметром проволоки 10 мм. Назначьте и обоснуйте режим термической обработки, обеспечивающий предел текучести 1400 МПа. Объясните влияние легирующих элементов на всех стадиях термообработки. Опишите конечную структуру и свойства стали.

7. Выберите материал для изготовления штампов горячего деформирования, работающих в условиях ударного воздействия при умеренном нагревании. Укажите состав, назначьте и обоснуйте режим термической обработки, объясните влияние легирования на разгаростойкость. Опишите сущность структурных превращений на разных этапах термообработки, конечную структуру и свойства выбранного материала.

8. Профили изготовлены из сплава Д16. Укажите состав и назначьте режим упрочнения сплава. Объясните физическую природу упрочнения и явление "пресс-эффекта" в терминах дислокационной теории.

### ВАРИАНТ 19

1. Для кристаллической решетки никеля определите координационное число и рассчитайте коэффициент укладки. Покажите плоскость (102), определите индексы направления, перпендикулярного этой плоскости. Напишите индексы всех направлений этого семейства.

2. Назначьте режим обработки для восстановления пластичности вольфрамовой проволоки после операции холодного волочения со степенью деформации 30%. Опишите сущность структурных превращений при реализации предложенного режима обработки и определите, как изменится размер зерна вольфрамовой проволоки после обработки по назначенному режиму, если степень деформации при волочении составляла 40%.

3. Для заданной диаграммы состояний представить решение следующих вопросов:

- описать процессы кристаллизации и превращений в твердом состоянии для сплава  $x_{19}$ ;

- написать для этих процессов фазовые реакции с указанием составов реагирующих фаз и температурных интервалов превращений;

- изобразить схему кривой охлаждения заданного сплава и

обосновать ее вид с использованием правила фаз;

- для температуры, отмеченной звездочкой (\*) на фигуративной линии заданного сплава, определить составы и относительные весовые количества равновесных фаз с использованием правила отрезков;

- изобразить схему структуры заданного сплава при нормальной температуре. Описать характерные особенности структурных составляющих.

Указанные решения следует иллюстрировать на диаграмме состояний: делаются все необходимые построения (отмечаются критические температуры, строятся коноды и т.д.), необходимые для описания процессов превращений в заданном сплаве.

4. Для заданного состава железоуглеродистого сплава (состав определяется из таблицы в зависимости от варианта) решить все перечисленные в третьем вопросе задачи. Составы и относительные весовые количества равновесных фаз определить для нормальной температуры.

5. Образцы из стали 45 подвергались отжигу - один при температуре 850°C, другой - 1000°C. Опишите превращения, происходящие при данных режимах отжига и объясните причины получения раной структуры. Какой из режимов является предпочтительным и почему?

6. Опишите режимы, при которых проводится процесс азотирования для повышения твердости и износостойкости. Объясните, почему азотирование не проводится при температурах ниже 500°C и выше 700°C. Приведите марки сталей, применяемых для азотирования, опишите полный цикл термической и химико-термической обработки и объясните сущность происходящих процессов. Опишите структуру азотированного слоя.

7. Для изготовления лопаток авиационных газовых турбин выбран сплав ХН77ТЮР. Укажите состав и группу стали по назначению. Предложите и обоснуйте режим термической обработки. Опишите конечную структуру. Сравните влияние температуры на характеристики жаропрочности этого сплава и жаропрочных сталей.

8. Предложите материал для изготовления постоянного магнита авиационного измерительного прибора с остаточной индукцией до 7000 Гс и коэрцитивной силой до 600Э. Укажите состав. Назначьте режим термической обработки. Опишите особенности структуры. Обоснуйте возможность повышения магнитной

энергии выбранного материала применением термомагнитной обработки.

## ВАРИАНТ 20

1. Для кристаллической решетки алюминия определите координационное число и рассчитайте коэффициент усадки. Объясните физическую природу высокой пластичности алюминия. Определите индексы кристаллографического направления, перпендикулярного одной из плоскостей легчайшего скольжения.

2. Определите - горячей или холодной является деформация меди и свинца при нормальной температуре. Назначьте и обоснуйте режим обработки для восстановления пластичности деформированных при нормальной температуре меди и свинца. Объясните физическую сущность происходящих процессов.

3. Для заданной диаграммы состояний представить решение следующих вопросов:

- описать процессы кристаллизации и превращений в твердом состоянии для сплава  $x_{20}$ ;

- написать для этих процессов фазовые реакции с указанием составов реагирующих фаз и температурных интервалов превращений;

- изобразить схему кривой охлаждения заданного сплава и обосновать ее вид с использованием правила фаз;

- для температуры, отмеченной звездочкой (\*) на фигуративной линии заданного сплава, определить составы и относительные весовые количества равновесных фаз с использованием правила отрезков;

- изобразить схему структуры заданного сплава при нормальной температуре. Описать характерные особенности структурных составляющих.

Указанные решения следует иллюстрировать на диаграмме состояний: делаются все необходимые построения (отмечаются критические температуры, строятся коноды и т.д.), необходимые для описания процессов превращений в заданном сплаве.

4. Для заданного состава железоуглеродистого сплава (состав определяется из таблицы в зависимости от варианта) решить все перечисленные в третьем вопросе задачи. Составы и относительные весовые количества равновесных фаз определить для нормальной температуры.

5. Углеродистые стали 45 и У10 закалены в воду, каждая от температур 750 и 850°C. Объясните сущность и характер структурных изменений при нагреве и охлаждении. Укажите, при каких режимах достигается наибольший эффект упрочнения при закалке этих сталей.

6. Требуется выбрать материал пресс-форм для литья под давлением. Укажите состав. Назначьте и обоснуйте режим термической обработки. Объясните влияние легирования на превращения, происходящие на всех этапах термической обработки. Опишите конечную структуру и основные свойства стали.

7. Для изготовления зубчатых колес используется сталь 12ХНЗА. Укажите состав, определите группу стали по назначению. Предложите и обоснуйте режимы термической и химико-термической обработки. Объясните влияние легирования на превращения, происходящие на всех этапах термической обработки. Опишите конечную структуру и свойства стали.

8. Для токопроводящих упругих элементов используется бронза БрБ2. Укажите состав сплава, назначьте режим термической обработки материала. Опишите процессы, происходящие при термической обработке, и объясните природу упрочнения в связи с диаграммой состояния медь-бериллий.

### ВАРИАНТ 21

1. Для высокотемпературной модификации титана определите координационное число и рассчитайте коэффициент укладки. Напишите кристаллографические индексы всех плоскостей семейства  $\{100\}$  и покажите одну из плоскостей на схеме. Объясните природу высокой коррозионной стойкости титана.

2. Определите модуль вектора Бюргерса краевой дислокации, образованной сдвигом вдоль ребра примитивной кубической решетки с параметром  $a$ . Покажите на схеме модель малоугловой границы в виде стенки из 3 таких дислокаций, расположенных с шагом  $10a$ , вычислите угол разориентировки соседних решеток и объясните, может ли данная граница быть границей субзерен.

3. Для заданной диаграммы состояний представить решение следующих вопросов:

- описать процессы кристаллизации и превращений в твердом состоянии для сплава  $x_{21}$ ;
- написать для этих процессов фазовые реакции с указанием составов реагирующих фаз и температурных интервалов

превращений;

- изобразить схему кривой охлаждения заданного сплава и обосновать ее вид с использованием правила фаз;

- для температуры, отмеченной звездочкой (\*) на фигуративной линии заданного сплава, определить составы и относительные весовые количества равновесных фаз с использованием правила отрезков;

- изобразить схему структуры заданного сплава при нормальной температуре. Описать характерные особенности структурных составляющих.

Указанные решения следует иллюстрировать на диаграмме состояний: делаются все необходимые построения (отмечаются критические температуры, строятся коноды и т.д.), необходимые для описания процессов превращений в заданном сплаве.

4. Для заданного состава железоуглеродистого сплава (состав определяется из таблицы в зависимости от варианта) решить все перечисленные в третьем вопросе задачи. Составы и относительные весовые количества равновесных фаз определить для нормальной температуры.

5. Назначьте режим закалки и отпуска стали 45, обеспечивающий получение твердости HB300. Опишите превращения, протекающие в данной стали при закалке и отпуске и конечную структуру.

6. В результате термической обработки пружины должны получить высокую упругость. Для их изготовления использована сталь 60С2ХФА. Расшифруйте состав, назначьте и обоснуйте режим термической обработки. Объясните влияние легирования на превращения, происходящие на всех этапах термической обработки. Опишите конечную структуру и свойства стали.

7. Выберите марку стали для инструмента ударного деформирования в холодном состоянии. Укажите состав стали, опишите сущность превращений при термообработке, конечную структуру и свойства стали.

8. Предложите марку стали, обеспечивающей высокую износостойкость в процессе эксплуатации траков гусениц трактора. Укажите состав, назначьте и обоснуйте режим термической обработки. Объясните причину высокой износостойкости стали. Опишите конечную структуру и механические свойства стали.

**ВАРИАНТ 22**

1. Для низкотемпературной модификации железа определите координационное число и рассчитайте коэффициент усадки. Объясните физическую сущность полиморфизма, движущую силу и механизм превращения.

2. Определите модуль вектора Бюргерса винтовой дислокации, образованной сдвигом вдоль диагонали грани примитивной кубической решетки с параметром  $a$ . Для ряда таких дислокаций, образующих малоугловую границу кручения и расположенных с шагом  $\sqrt{a}$ , вычислите угол разориентировки соседних решеток, проанализируйте изменение энергии малоугловой границы при увеличении расстояния между дислокациями в 3 раза.

3. Для заданной диаграммы состояний представить решение следующих вопросов:

- описать процессы кристаллизации и превращений в твердом состоянии для сплава  $x_{22}$ ;

- написать для этих процессов фазовые реакции с указанием составов реагирующих фаз и температурных интервалов превращений;

- изобразить схему кривой охлаждения заданного сплава и обосновать ее вид с использованием правила фаз;

- для температуры, отмеченной звездочкой (\*) на фигуративной линии заданного сплава, определить составы и относительные весовые количества равновесных фаз с использованием правила отрезков;

- изобразить схему структуры заданного сплава при нормальной температуре. Описать характерные особенности структурных составляющих.

Указанные решения следует иллюстрировать на диаграмме состояний: делаются все необходимые построения (отмечаются критические температуры, строятся коноды и т.д.), необходимые для описания процессов превращений в заданном сплаве.

4. Для заданного состава железуглеродистого сплава (состав определяется из таблицы в зависимости от варианта) решить все перечисленные в третьем вопросе задачи. Составы и относительные весовые количества равновесных фаз определить для нормальной температуры.

5. Назначьте режимы нормализации, отжига и закалки стали У10. Опишите превращения, протекающие при реализации этих видов термической обработки, конечную структуру и свой-

ства стали. Укажите цели, для решения которых используются указанные виды термической обработки.

6. Детали топливной аппаратуры дизельных двигателей должны иметь высокую износостойкость и размерную точность. Предложите марку стали, укажите состав и группу стали по назначению, назначьте и обоснуйте режим термической обработки и способ поверхностного упрочнения. Объясните влияние легирования на превращения, протекающие на всех этапах обработки. Опишите конечную структуру и свойства стали.

7. Определите материалы для изготовления высадочно-прессового инструмента. Укажите состав, назначьте и обоснуйте режим термической обработки, объясните влияние легирования на превращения, протекающие на всех этапах термообработки. Опишите конечную структуру и свойства выбранного материала.

8. Для изготовления токопроводящих упругих элементов измерительного прибора выбран сплав БрБНТ-1,9. Расшифруйте состав и опишите структуру сплава. Объясните назначение легирующих элементов, приведите характеристики механических свойств. Назначьте и обоснуйте режим упрочнения сплава, объясните физическую природу упрочнения в терминах дислокационной теории.

### ВАРИАНТ 23

1. Для кристаллической решетки  $\gamma$ -железа определите координационное число и рассчитайте коэффициент укладки. Покажите на схеме элементарные ячейки твердых растворов углерода и вольфрама в  $\gamma$ -железе. Объясните, как и почему изменится параметр решетки в результате образования этих твердых растворов.

2. Медные ленты были прокатаны при нормальной температуре на степень деформации выше критической. После рекристаллизационного отжига была получена разнозернистая структура. Объясните причину такой ситуации, предложите режим обработки для восстановления пластичности, опишите физическую сущность происходящих процессов.

3. Для заданной диаграммы состояний представить решение следующих вопросов:

- описать процессы кристаллизации и превращений в твердом состоянии для сплава  $x_{23}$ ;
- написать для этих процессов фазовые реакции с указа-

нием составов реагирующих фаз и температурных интервалов превращений;

- изобразить схему кривой охлаждения заданного сплава и обосновать ее вид с использованием правила фаз;

- для температуры, отмеченной звездочкой (\*) на фигуративной линии заданного сплава, определить составы и относительные весовые количества равновесных фаз с использованием правила отрезков;

- изобразить схему структуры заданного сплава при нормальной температуре. Описать характерные особенности структурных составляющих.

Указанные решения следует иллюстрировать на диаграмме состояний: делаются все необходимые построения (отмечаются критические температуры, строятся коноды и т.д.), необходимые для описания процессов превращений в заданном сплаве.

4. Для заданного состава железоуглеродистого сплава (состав определяется из таблицы в зависимости от варианта) решить все перечисленные в третьем вопросе задачи. Составы и относительные весовые количества равновесных фаз определить для нормальной температуры.

5. Определите марку стали для изготовления молотка, назначьте и обоснуйте режим термической обработки. Опишите сущность превращений при термообработке и особенности структуры стали.

6. Направляющие колонки и втулки штампов холодного деформирования должны иметь повышенную износостойкость поверхностного слоя. Предложите марку стали, укажите состав и группу стали по назначению, назначьте и обоснуйте способ поверхностного упрочнения и режим термической обработки. Объясните влияние легирования на превращения, протекающие на всех этапах обработки. Опишите конечную структуру и свойства стали.

7. Предложите марку нержавеющей стали для изготовления карбюраторных игл. Укажите состав, группу стали по структуре в равновесном состоянии. Объясните назначение легирующих элементов. Определите и обоснуйте режим термической обработки, укажите механические свойства после термической обработки стали.

8. Предложите материал для изготовления заклепок, соединяющих алюминиевые сплавы. Назначьте режим термической обработки, обеспечивающий предел текучести 300 МПа. В

терминах дислокационной теории объясните физическую природу упрочнения при старении. Укажите причину меньшей прочности листового материала по сравнению с прессованным профилем при одинаковой термической обработке.

### ВАРИАНТ 24

1. Покажите схему и опишите строение дислокации смешанной ориентации в примитивной кубической решетке. Рассчитайте модуль вектора Бюргерса смешанной дислокации и угол между линией смешанной дислокации и ее вектором Бюргерса, если его краевая и винтовая составляющие равны соответственно  $|b_k| = a$  и  $|b_v| = 1,13 a$  ( $a$  – параметр решетки). Оцените, как изменится энергия смешанной дислокации при увеличении модуля вектора Бюргерса в 2 раза.

2. В одной из партий холоднокатаных со степенью деформации 30% медных лент после реализации режима обработки для восстановления пластичности последняя оказалась меньше, чем в других. Выявите нарушение режима обработки, вызвавшее снижение пластичности и устраните его, указав правильный режим. Опишите сущность структурных превращений при реализации назначенного режима обработки.

3. Для заданной диаграммы состояний представить решение следующих вопросов:

- описать процессы кристаллизации и превращений в твердом состоянии для сплава  $x_{24}$ ;

- написать для этих процессов фазовые реакции с указанием составов реагирующих фаз и температурных интервалов превращений;

- изобразить схему кривой охлаждения заданного сплава и обосновать ее вид с использованием правила фаз;

- для температуры, отмеченной звездочкой (\*) на фигуративной линии заданного сплава, определить составы и относительные весовые количества равновесных фаз с использованием правила отрезков;

- изобразить схему структуры заданного сплава при нормальной температуре. Описать характерные особенности структурных составляющих.

Указанные решения следует иллюстрировать на диаграмме состояний: делаются все необходимые построения (отмечаются критические температуры, строятся коноды и т.д.), необходи-

мые для описания процессов превращений в заданном сплаве.

4. Для заданного состава железоуглеродистого сплава (состав определяется из таблицы в зависимости от варианта) решить все перечисленные в третьем вопросе задачи. Составы и относительные весовые количества равновесных фаз определить для нормальной температуры.

5. Выберите марку и химический состав чугуна с пластинчатым графитом для изготовления станины фрезерного станка. Опишите сущность процессов формирования структуры чугуна.

6. Матрицы штампов холодного деформирования изготовлены из стали X12Ф1. Расшифруйте состав и укажите группу стали по назначению. Назначьте и обоснуйте режим термической обработки, объясните влияние легирования на превращения, происходящие на всех этапах термической обработки. Опишите конечную структуру и основные свойства стали.

7. Для изготовления ряда деталей применяется сталь 12ХНЗА. Укажите состав и группу стали по назначению, обоснуйте способ поверхностного упрочнения и режим термической обработки, объясните влияние легирования на превращения, протекающие на всех этапах обработки. Опишите конечную структуру и свойства стали.

8. Поршни двигателя внутреннего сгорания, работающего при температурах 200-250°C, изготовлены из сплава АЛ1. Расшифруйте состав и опишите особенности структуры сплава. Назначьте режим упрочняющей термической обработки. Приведите характеристики механических свойств. Укажите особенности термической обработки литых алюминиевых сплавов по сравнению с деформируемыми.

## ВАРИАНТ 25

1. Для кристаллической решетки платины определите координационное число и рассчитайте коэффициент укладки. Используя решетку платины как модель, объясните физическую природу явления анизотропии

2. Опишите современную модель строения высокоугловой границы, проиллюстрируйте схемой. Обоснуйте, почему границы с углом разориентировки решеток более 10° не могут быть малоугловыми.

3. Для заданной диаграммы состояний представить решение следующих вопросов:

- описать процессы кристаллизации и превращений в твердом состоянии для сплава  $x_{25}$ ;
- написать для этих процессов фазовые реакции с указанием составов реагирующих фаз и температурных интервалов превращений;
- изобразить схему кривой охлаждения заданного сплава и обосновать ее вид с использованием правила фаз;
- для температуры, отмеченной звездочкой (\*) на фигуративной линии заданного сплава, определить составы и относительные весовые количества равновесных фаз с использованием правила отрезков;
- изобразить схему структуры заданного сплава при нормальной температуре. Описать характерные особенности структурных составляющих.

Указанные решения следует иллюстрировать на диаграмме состояний: делаются все необходимые построения (отмечаются критические температуры, строятся коноды и т.д.), необходимые для описания процессов превращений в заданном сплаве.

4. Для заданного состава железоуглеродистого сплава (состав определяется из таблицы в зависимости от варианта) решить все перечисленные в третьем вопросе задачи. Составы и относительные весовые количества равновесных фаз определить для нормальной температуры.

5. Назначьте режимы нормализации, полного и неполного отжига стали 20. Опишите превращения при реализации этих видов термической обработки, конечную структуру и свойства. Укажите цели, для решения которых используются указанные виды термической обработки.

6. Выберите марку стали для изготовления калибров-пробок. Расшифруйте состав. Назначьте режим термической обработки выбранной стали. Объясните влияние технологических параметров (температуры закалки, температуры и продолжительности отпуска) на размерную стабильность и износостойкость. Обоснуйте целесообразность использования обработки холодом в цикле термической обработки стали для измерительного инструмента.

7. Для изготовления лопаток турбин использована сталь 15X11МФ. Расшифруйте состав. Предложите режим термической обработки, опишите конечную структуру. Объясните влияние легирующих элементов на жаропрочность стали и целесообразность термической обработки. Опишите характеристики жаро-

прочности.

8. Предложите марку двухфазной алюминиевой бронзы для изготовления мелких ответственных деталей (втулок, фланцев и т.д.). Укажите состав, поясните назначение легирующих элементов, опишите структуру. Назначьте режим упрочняющей термической обработки. Опишите сущность процессов при термической обработке, используя соответствующую диаграмму состояния.

## ВАРИАНТ 26

1. Для кристаллической решетки свинца определите координационное число и рассчитайте коэффициент укладки. Напишите кристаллографические индексы всех направлений семейства  $\langle 111 \rangle$  и покажите одно из направлений на схеме. Объясните физическую природу хорошей пластичности свинца.

2. Определите модуль вектора Бюргера краевой дислокации, образованной сдвигом вдоль ребра примитивной кубической решетки с параметром "а". Покажите на схеме модель малоугловой границы в виде стенки из 3 таких дислокаций, расположенных с шагом  $9a$ , вычислите угол разориентировки соседних решеток, проанализируйте, как изменится энергия малоугловой границы при увеличении расстояния между дислокациями в 2 раза.

3. Для заданной диаграммы состояний представить решение следующих вопросов:

- описать процессы кристаллизации и превращений в твердом состоянии для сплава  $x_{26}$ ;

- написать для этих процессов фазовые реакции с указанием составов реагирующих фаз и температурных интервалов превращений;

- изобразить схему кривой охлаждения заданного сплава и обосновать ее вид с использованием правила фаз;

- для температуры, отмеченной звездочкой (\*) на фигуративной линии заданного сплава, определить составы и относительные весовые количества равновесных фаз с использованием правила отрезков;

- изобразить схему структуры заданного сплава при нормальной температуре. Описать характерные особенности структурных составляющих.

Указанные решения следует иллюстрировать на диаграмме состояний: делаются все необходимые построения (отмечают-

ся критические температуры, строятся коноды и т.д.), необходимые для описания процессов превращений в заданном сплаве.

4. Для заданного состава железоуглеродистого сплава (состав определяется из таблицы в зависимости от варианта) решить все перечисленные в третьем вопросе задачи. Составы и относительные весовые количества равновесных фаз определить для нормальной температуры.

5. Предложите и обоснуйте режим отжига для получения перлитного ковкого чугуна с зернистой формой цементита. Укажите механические свойства после термической обработки.

6. Пневматический инструмент, работающий при нормальной температуре, испытывает ударные нагрузки. Выберите марку стали для его изготовления, расшифруйте состав, укажите группу стали по назначению. Предложите и обоснуйте режим термической обработки, объясните влияние легирования на превращения на всех этапах термической обработки. Опишите конечную структуру стали.

7. Кулачки должны иметь минимальную деформацию и высокую износостойкость поверхностного слоя (твердость HV 1000-1100). Для их изготовления предложена сталь 38ХМЮА. Укажите состав и группу стали по назначению. Предложите и обоснуйте режимы химико-термической и термической обработки, объяснив влияние легирования на превращения, происходящие на всех этапах обработки. Опишите особенности конечной структуры стали.

8. Для изготовления нагруженных, длительно работающих конструкций авиационной техники (обшивка, лонжероны, шпангоуты и др.) используют сплав В95. Объясните причину такого решения, укажите, каким методом производится упрочнение такого сплава и в чем состоит физическая природа эффекта упрочнения. Предложите способ повышения коррозионной стойкости используемого сплава.

## ВАРИАНТ 27

1. Для кристаллической решетки алюминия определите координационное число и рассчитайте коэффициент укладки. Объясните физическую природу высокой пластичности и электропроводности алюминия.

2. После восстановления пластичности в четырех партиях холоднокатаного на степень деформации 50% алюминиевого

прутка была обнаружена различная структура: мелкозернистая, разнoзернистая, крупнозернистая и волокнистая. Укажите использованные режимы обработки для восстановления пластичности, объясните характер изменения свойств в этих партиях, рекомендуйте и обоснуйте оптимальный режим.

3. Для заданной диаграммы состояний представить решение следующих вопросов:

- описать процессы кристаллизации и превращений в твердом состоянии для сплава  $x_{27}$ ;

- написать для этих процессов фазовые реакции с указанием составов реагирующих фаз и температурных интервалов превращений;

- изобразить схему кривой охлаждения заданного сплава и обосновать ее вид с использованием правила фаз;

- для температуры, отмеченной звездочкой (\*) на фигуративной линии заданного сплава, определить составы и относительные весовые количества равновесных фаз с использованием правила отрезков;

- изобразить схему структуры заданного сплава при нормальной температуре. Описать характерные особенности структурных составляющих.

Указанные решения следует иллюстрировать на диаграмме состояний: делаются все необходимые построения (отмечаются критические температуры, строятся коноды и т.д.), необходимые для описания процессов превращений в заданном сплаве.

4. Для заданного состава железоуглеродистого сплава (состав определяется из таблицы в зависимости от варианта) решить все перечисленные в третьем вопросе задачи. Составы и относительные весовые количества равновесных фаз определить для нормальной температуры.

5. Углеродистые стали У8 и 35 после закалки и отпуска имеют структуру "мартенсит отпуска" и твердость HRC 60 и HRC 50 соответственно. Опишите превращения, происходящие в этих сталях в процессе закалки и отпуска, объясните, почему сталь 35 имеет меньшую твердость, чем сталь У8.

6. Определите марку стали для изготовления молотового штампа. Укажите состав и группу стали по назначению. Выберите и обоснуйте режим термической обработки, объясните влияние легирования на превращения, происходящие на всех этапах термической обработки. Опишите конечную структуру, приведите механические свойства стали при повышенных температурах.

7. Ряд деталей оборудования пищевой промышленности работает в слабоагрессивной среде. Предложите марку нержавеющей стали для их изготовления. Расшифруйте состав. Укажите группу стали по структуре в равновесном состоянии. Объясните назначение легирующих элементов в стали. Предложите и обоснуйте режим термической обработки. Укажите механические свойства после термической обработки стали.

8. Предложите материал для изготовления клапанов автомобильного двигателя, укажите состав. Назначьте и обоснуйте режим упрочняющей термической обработки. Опишите ее технологические особенности. Объясните причину повышенной жаропрочности сплава.

### ВАРИАНТ 28

1. На схеме примитивной кубической решетки покажите и опишите строение краевой дислокации с вектором Бюргерса  $|b|=2a$  и винтовой дислокации с вектором Бюргерса  $|b|=3a$  ("a"-параметр решетки). Оцените соотношение энергии дислокаций, приходящихся на единицу их длины. Опишите влияние плотности дислокаций на свойства кристаллов.

2. Полосы меди были прокатаны при нормальной температуре на степень деформации 30, 50 и 70%. Назначьте и обоснуйте режим обработки для восстановления пластичности полос меди. Объясните влияние степени деформации на размер рекристаллизованного зерна. Предложите технологические приемы, обеспечивающие получение одинакового размера рекристаллизованного зерна у различно деформированных полос меди.

3. Для заданной диаграммы состояний представить решение следующих вопросов:

- описать процессы кристаллизации и превращений в твердом состоянии для сплава  $x_{28}$ ;

- написать для этих процессов фазовые реакции с указанием составов реагирующих фаз и температурных интервалов превращений;

- изобразить схему кривой охлаждения заданного сплава и обосновать ее вид с использованием правила фаз;

- для температуры, отмеченной звездочкой (\*) на фигуративной линии заданного сплава, определить составы и относительные весовые количества равновесных фаз с использованием правила отрезков;

- изобразить схему структуры заданного сплава при нормальной температуре. Описать характерные особенности структурных составляющих.

Указанные решения следует иллюстрировать на диаграмме состояний: делаются все необходимые построения (отмечаются критические температуры, строятся коноды и т.д.), необходимые для описания процессов превращений в заданном сплаве.

4. Для заданного состава железоуглеродистого сплава (состав определяется из таблицы в зависимости от варианта) решить все перечисленные в третьем вопросе задачи. Составы и относительные весовые количества равновесных фаз определить для нормальной температуры.

5. Инструмент из стали У8 после правильно выполненной закалки и последующего отпуска имеет твердость HRC 45 вместо предусмотренной техническими условиями HRC 60-62. Чем вызван этот дефект, какая структура получена в результате выполненной термической обработки. Предложите режим термической обработки для исправления полученного дефекта. Укажите, какая структура должна соответствовать твердости, предусмотренной техническими условиями.

6. Выберите марку стали для изготовления колец шарикоподшипников. Расшифруйте состав. Укажите группу стали по структуре в равновесном состоянии. Предложите и обоснуйте режим термической обработки. Объясните влияние легирования на превращения на всех этапах термической обработки. Опишите конечную структуру и основные свойства стали.

7. В процессе работы фрезы нагрев не превышает 250°C. Для изготовления фрезы использована сталь X. Расшифруйте состав, укажите группу стали по назначению. Предложите и обоснуйте режим термической обработки, объясните влияние легирования на протекающие превращения, опишите конечную структуру и свойства стали.

8. В качестве материала для ответственных подшипников скольжения используется сплав БрС30. Укажите состав и определите группу сплава по назначению. Опишите структурные особенности, обеспечивающие антифрикционные свойства сплава. Предложите заменители используемого материала, обеспечивающие более высокий уровень механических свойств приведите обоснование.

## ВАРИАНТ 29

1. Для кристаллической решетки натрия определите координационное число и рассчитайте коэффициент укладки. Покажите и определите кристаллографические индексы плоскостей и направлений легкого скольжения в решетке.

2. Прутки олова были деформированы при нормальной температуре. Объясните, почему эти прутки не упрочнились при деформировании. Проведите доказательный анализ ситуации.

3. Для заданной диаграммы состояний представить решение следующих вопросов:

- описать процессы кристаллизации и превращений в твердом состоянии для сплава  $x_{29}$ ;

- написать для этих процессов фазовые реакции с указанием составов реагирующих фаз и температурных интервалов превращений;

- изобразить схему кривой охлаждения заданного сплава и обосновать ее вид с использованием правила фаз;

- для температуры, отмеченной звездочкой (\*) на фигуративной линии заданного сплава, определить составы и относительные весовые количества равновесных фаз с использованием правила отрезков;

- изобразить схему структуры заданного сплава при нормальной температуре. Описать характерные особенности структурных составляющих.

Указанные решения следует иллюстрировать на диаграмме состояний: делаются все необходимые построения (отмечаются критические температуры, строятся коноды и т.д.), необходимые для описания процессов превращений в заданном сплаве.

4. Для заданного состава железоуглеродистого сплава (состав определяется из таблицы в зависимости от варианта) решить все перечисленные в третьем вопросе задачи. Составы и относительные весовые количества равновесных фаз определить для нормальной температуры.

5. Разработайте технологический процесс термической обработки деталей из стали 10, обеспечивающий получение твердого поверхностного слоя (HRC 55) и вязкой сердцевины (относительное удлинение 35%). Определите режимы обработки. Опишите превращения при термической обработке, конечную структуру и свойства.

6. Для обработки титановых сплавов используют инструмент, изготовленный из стали Р9М4К8. Расшифруйте состав, укажите группу стали по назначению. Назначьте и обоснуйте режим термической обработки. Объясните влияние легирования на превращения, происходящие на всех этапах термической обработки. Опишите конечную структуру и основные свойства стали.

7. В котлостроении для изготовления паропроводов используется сталь 12Х2МФСР. Расшифруйте состав и укажите группу стали по назначению. Предложите и обоснуйте режим термической обработки. Объясните влияние легирующих элементов на превращения при термической обработке стали. Опишите влияние температуры на характеристики прочности стали.

8. В качестве материала для вкладышей ответственных подшипников скольжения использован сплав Б83. Укажите состав и группу сплава по назначению. Опишите структуру и свойства сплава. В связи с дефицитом олова предложите и обоснуйте вариант замены используемого сплава.

### ВАРИАНТ 30

1. Для кристаллической решетки цинка определите координационное число и рассчитайте коэффициент укладки. Опишите строение слитка цинка и виды ликвации. Предложите и обоснуйте технологические приемы получения транскристаллической структуры и структуры, состоящей из равноосных кристаллов.

2. Определите модуль вектора Бюргерса винтовой дислокации, образованной сдвигом в направлении пространственной диагонали примитивной кубической решетки с параметром "а". Для ряда таких дислокаций, расположенных с шагом  $8a$  и образующих малоугловую границу кручения вычислите угол разориентировки соседних решеток, объясните, может ли данная граница быть границей субзерен.

3. Для заданной диаграммы состояний представить решение следующих вопросов:

- описать процессы кристаллизации и превращений в твердом состоянии для сплава  $x_{30}$ ;

- написать для этих процессов фазовые реакции с указанием составов реагирующих фаз и температурных интервалов превращений;

- изобразить схему кривой охлаждения заданного сплава и обосновать ее вид с использованием правила фаз;

- для температуры, отмеченной звездочкой (\*) на фигуративной линии заданного сплава, определить составы и относительные весовые количества равновесных фаз с использованием правила отрезков;

- изобразить схему структуры заданного сплава при нормальной температуре. Описать характерные особенности структурных составляющих.

Указанные решения следует иллюстрировать на диаграмме состояний: делаются все необходимые построения (отмечаются критические температуры, строятся коноды и т.д.), необходимые для описания процессов превращений в заданном сплаве.

4. Для заданного состава железоуглеродистого сплава (состав определяется из таблицы в зависимости от варианта) решить все перечисленные в третьем вопросе задачи. Составы и относительные весовые количества равновесных фаз определить для нормальной температуры.

5. Назначьте режимы нормализации, отжига и закалки стали 45. Опишите превращения при реализации этих видов термической обработки, конечную структуру и свойства. Укажите цели, для решения которых используются указанные виды термической обработки.

6. Предложите марку стали для штампа горизонтально-ковочного пресса. Укажите состав. Назначьте и обоснуйте режим термической обработки. Объясните влияние легирования на превращения, происходящие на всех этапах термической обработки. Опишите конечную структуру, приведите механические свойства стали при повышенных температурах.

7. В результате термической обработки тяги должна быть обеспечена повышенная прочность по всему сечению (твердость HB 250-300). Для их изготовления использована сталь 30ХМ. Укажите состав и группу стали по назначению. Предложите и обоснуйте режим термической обработки, объясните влияние легирования на превращения, происходящие на всех этапах термической обработки. Опишите конечную структуру и свойства стали.

8. Предложите материал для изготовления шунта электроизмерительного прибора. Укажите состав и группу, к которой относится сплав по назначению. Опишите структуру и основные электрические свойства сплава. Укажите соотношение электрических сопротивлений выбранного сплава и составляющих его металлических компонент. Объясните причину.