Федеральное агентство по образованию Российской Федерации
Государственное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
Ивановский государственный
химико-технологический университет

Методические указания по выполнению самостоятельной работы студентов технологических специальностей при изучении материаловедения и технологии конструкционных материалов.

Составитель: Т.Ю. Степанова

Иваново 2006

УДК 620.22

Т. Ю. Степанова. Методические указания по выполнению самостоятельной работы студентов технологических специальностей при изучении материаловедения и технологии конструкционных материалов / ГОУВПО Ивановский государственный химико-технологический университет. Иваново, 2006. 40с.

Содержат программу и задания по курсу «Материаловедение и технология конструкционных материалов. Изложена методика анализа фазовых превращений в сплавах. Приведены диаграммы состояния для самостоятельного анализа, список литературы по курсу.

Рецензент
кандидат технических наук М.Ю. Колобов
(Ивановская государственная сельско - хозяйственная академия)

Подписано в печать 3.1132006. Формат 60*84$^{1/16}$.
Бумага цветная. Усл. печ. л. 2,33. Уч. – изд. л. 2,58.
Тираж 100 экз. Заказ
Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования Ивановский государственный химико-технологический университет.
Отпечатано на полиграфическом оборудовании кафедры экономики и финансов ГОУВПО ИГХТУ.
153000, г. Иваново, пр. Ф. Энгельса, 7

ВВЕДЕНИЕ

Учебный курс «Материаловедение и технология конструкционных материалов» включает:
1. Теоретическую часть, изучаемую студентами по учебной литературе в соответствии с программой.
2. Задания для самостоятельной работы содержат задачи и вопросы теоретической части курса.

Требования к оформлению задания

Задание выполняется в отдельной ученической тетради и не должно превышать по объему (10-12 листов рукописного текста). Все страницы должны быть пронумерованы, с полями (30мм) для замечаний.
Работа может выполняться на компьютере на листах формата А4 с полями (30мм) для замечаний. Индивидуальное задание должно размещаться на первом листе. В противном случае работа не рецензируется.
При выполнении задания перед каждым ответом на вопрос необходимо поместить текст вопроса с указанием его номера. Все ответы должны быть краткими по форме и точными по содержанию. Ответы иллюстрируются рисунками или графиками. Все необходимые расчеты должны производиться с точностью до 0,1. В конце работы приводится список используемой литературы.

Вариант контрольной работы выбирается по последней двухзначной цифре шифра (01….24). С номера 25 выбирается вариант 5 и так далее.

Программа

Материаловедение

- Строение и основные свойства металлов и сплавов: значение и задачи материаловедения; атомно-кристаллическое строение металлов; понятие о строении сплавов; основные типы диаграмм строения сплавов.

- Пластическая деформация и механические свойства; нагрузки, напряжения и деформации; влияние пластической деформации на свойства металлов; механические свойства материалов; понятие о конструкционной прочности материалов.

- Железо и его сплавы: компоненты и фазы системы железо-углерод; диаграмма состояния железо-цемент; классификация и маркировка углеродистой стали.

Технология термической и химико-термической обработки стали; виды термической обработки, превращение в стали; виды отжига; нормализация стали; закалка и отпуск стали; термомеханическая обработка стали; химико-термическая обработка стали.

- Легированные стали: влияние легирующих элементов на свойства стали.

- Конструкционные стали, их маркировка и области применения: строительные стали; цементуемые стали; улучшаемые стали; высокопрочные стали; рессорно-пружинные стали; шарикоподшипниковые стали; износостойкие стали.

- Инструментальные стали для режущего инструмента, для штампового инструмента, для измерительного инструмента; металлокерамические твердые сплавы.

- Стали и сплавы с особыми свойствами, их маркировка и области применения: коррозионно-стойкие, жаростойкие и жаропрочные, электротехнические.

- Цветные металлы и сплавы, их маркировка и области применения. Медь и ее сплавы: латуни, бронзы.

- Сплавы на основе легких металлов. Алюминий и его сплавы. Магний и его сплавы. Титан и его сплавы.

- Легкоплавкие металлы и сплавы: антифрикционные сплавы; припои; типографские сплавы; особолегкоплавкие сплавы; сплавы на основе олова, свинца, цинка.

- Тугоплавкие металлы и сплавы на их основе.

- Жаропрочные и жаростойкие никелевые сплавы.

- Благородные металлы и сплавы на их основе.

- Неметаллические конструкционные материалы, их классификация, строение и свойства.

- Полимеры: молекулярная структура полимеров; термомеханические свойства полимеров.

- Пластические массы: термопластичные пластмассы; полярные термопласты; термореактивные пластмассы; влияние типа наполнителя на свойства пластмасс; газонаполненные пластмассы.

- Резиновые материалы и области их применения.

- Композиционные материалы: принципы создания и основные типы композиционных материалов; композиционные материалы с нульмерными наполнителями; композиционные материалы с одномерными наполнителями; эвтектические композиционные материалы.

Технология конструкционных материалов

- Основы производства материалов. Основные методы получения твердых тел.

- Основы металлургического производства: производство чугуна и стали; производство конструкционных цветных металлов: меди, алюминия, магния, титана.

- Основы литейного производства: литейные свойства сплавов; способы изготовления отливок; литейные фирмы; литье в песчаные формы; специальные способы литья; литейные сплавы – чугуны, стали, цветные металлы.

- Основы обработки металлов давлением.

- Механизм пластического деформирования; пластичность металлов и сопротивление деформирования; основные параметры пластической деформации; нагрев металла при обработке давлением; холодная и горячая деформация.

- Получение машиностроительных профилей: прокатное производство; производство распространенных видов проката; производство бесшовных и сварных труб; производство специальных видов проката; прессование профилей; волочение профилей.

- Получение машиностроительных заготовок: процесс ковки; горячая объемная штамповка; исходные материалы для поковок; холодная объемная штамповка, листовая штамповка.

- Специальные методы обработки металлов давлением.

- Основы обработки конструкционных материалов резанием. Способы обработки металлов резанием: обработка заготовок на токарных станках; обработка заготовок на сверлильных и расточных станках; обработка заготовок на строгальных, долбежных и протяжных станках; обработка заготовок на фрезерных станках; обработка заготовок зубчатых колес на зуборезных станках; обработка заготовок на шлифовальных и отделочных станках.

- Основы сварки и пайки металлов: термические виды сварки; термомеханические методы сварки; механические методы сварки; сварка сталей и чугунов; сварка цветных металлов; пайка металлов и сплавов.

- Основы порошковой металлургии: металлические порошки и способы производства изделий из них; области применения изделий из металлических порошков.

- Изготовление изделий из пластмасс: способы переработки пластмасс в вязкотекучем состоянии; способы формования изделий из пластмасс в высокоэластическом состоянии.

- Изготовление изделий из резины. Классификация резинотехнических изделий.

Специальные методы обработки материалов: электрофизические методы обработки; электрохимические методы обработки; ультразвуковые и лучевые методы обработки; технологические способы упрочняющей обработки пластическим деформированием; технологические способы обработки наплавкой, напылением, нанесением покрытий на рабочие поверхности.

Задания №1
(Материаловедение)

Вариант 1

1. Вычертить диаграмму состояния системы «свинец – олово» (рис. П5). Указать линии ликвидуса и солидуса, а также структурно-фазовый состав областей. Для сплава, содержащего 50% Sn, построить кривую охлаждения и описать происходящие при охлаждении превращения. Для данного сплава определить количественное соотношение структурных составляющих при температуре 200º С и схематично изобразить структуру.

2. Вычертить диаграмму состояния «Fe – Fe_3C». Указать структурно-фазовый состав областей. Построить кривую охлаждения и описать превращения для сплава, содержащего 4,3% С. Схематично изобразить и описать структуру заданного сплава.

3. Для сталей, работающих в слабых коррозионных средах, используется сталь 20Х13. Расшифровать состав и объяснить причину введения хрома в эту сталь.

4. Опишите виды твердых растворов. Приведите примеры.

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

Вариант 2

1. Вычертить диаграмму состояния системы «цинк – олово» (рис. П6). Указать линии ликвидуса и солидуса, а также структурно-фазовый состав областей. Для сплава, содержащего 40% Zn, построить кривую охлаждения и описать происходящие при охлаждении превращения. Для данного сплава определить количественное соотношение структурных составляющих при температуре 250º С. Схематично изобразить и описать структуру сплава.

2. Вычертить диаграмму состояния «Fe – Fe_3C». Указать структурно-фазовый состав областей. Построить кривую охлаждения и описать превращения для сплава, содержащего 0,2% С.

3. Для реализации своего служебного назначения некоторые детали машин должны иметь твердый износоустойчивый поверхностный слой при вязкой сердцевине. Для их изготовления выбрана сталь 15ХФ. Расшифровать состав, определить группу стали по назначению, и объяснить влияние легирования на свойства данной стали.

4. Опишите физическую сущность и механизм процесса кристаллизации.

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

Вариант 3

1. Вычертить диаграмму состояния системы «медь - серебро» (рис. П1). Указать линии ликвидуса и солидуса, а также структурно-фазовый состав областей. Для сплава, содержащего 40% Ag, построить кривую охлаждения и описать происходящие при охлаждении превращения, определить количественное соотношение структурных составляющих при температуре 900º С. Зарисовать и описать структуру заданного сплава.

2. Вычертить диаграмму состояния «Fe – Fe_3C». Указать структурно-фазовый состав областей. Построить кривую охлаждения и описать превращения для сплава, содержащего 3,0% С. Схематично изобразить и описать структуру заданного сплава.

3. В котлостроении используется сталь 12Х1МФ. Расшифровать состав и определить группу стали по назначению.

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

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

Вариант 4

1. Вычертить диаграмму состояния системы «алюминий - медь» (рис. П2). Указать линии ликвидуса и солидуса, а также структурно-фазовый состав областей. Для сплава, содержащего 40% Cu, построить кривую охлаждения и описать происходящие при охлаждении превращения, определить количественное соотношение и состав фаз при температуре 550º С. Зарисовать и описать структуру заданного сплава.

2. Вычертить диаграмму состояния системы «Fe – Fe_3C». Указать структурно-фазовый состав областей. Построить кривую охлаждения и описать превращения для сплава, содержащего 0,4% С. Схематично изобразить и описать структуру заданного сплава.

3. В турбиностроении используется сталь 45Х13Н7Г7В2М. Расшифровать состав и определить группу стали по назначению.

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

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

Вариант 5

1. Вычертить диаграмму состояния системы «алюминий - кремний» (рис. П3). Указать линии ликвидуса и солидуса, а также структурно-фазовый состав областей диаграммы. Для сплава, содержащего 70% Si, построить кривую охлаждения и описать происходящие при охлаждении превращения. Для данного сплава определить количественное соотношение структурных составляющих при температуре 1000º С. Схематично изобразить и описать структуру заданного сплава.

2. Вычертить диаграмму состояния системы «Fe – Fe_3C». Указать структурно-фазовый состав областей диаграммы. Для сплава, содержащего 0,6% С, построить кривую охлаждения и описать происходящие при охлаждении превращения. Схематично изобразить и описать структуру сплава.

3. Для трубопроводов пароперегревателей используется сталь 09Х14Н16В (ЭИ694). Указать состав и назначение стали.

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

5. Каким видом пластической деформации (холодной или горячей) является деформирование железа при температуре 500º С? Объясните, как при этом изменяются структура и свойства железа.

Вариант 6

1. Вычертить диаграмму состояния системы «свинец – сурьма» (рис. П4). Указать линии ликвидуса и солидуса, а также структурно-фазовый состав областей диаграммы. Для сплава, содержащего 50% Sb, построить кривую охлаждения и описать происходящие при охлаждении превращения. Для данного сплава определить количественное соотношение

структурных составляющих при температуре 300° С. Зарисовать и описать структуру сплава.

2. Вычертить диаграмму состояния «Fe – Fe_3C». Указать структурно-фазовый состав областей диаграммы. Построить кривую охлаждения и описать происходящие при этом превращения для сплава, содержащего 1,0 % С. Зарисовать и описать структуру заданного сплава.

3. Для изготовления деталей, работающих в активных коррозионных средах, выбрана сталь 08Х18Н12Т. Указать состав и объяснить причины введения легирующих элементов в эту сталь.

4. Что представляют собой растворы замещения и внедрения? Приведите примеры.

5. Для каких практических целей применяется наклеп? Объясните сущность этого явления.

Вариант 7

1. Вычертить диаграмму состояния системы «медь – серебро» (рис. П1). Указать линии ликвидуса и солидуса, а также структурно-фазовый состав областей. Для сплава, содержащего 80 % Ag, построить кривую охлаждения и описать происходящие при охлаждении превращения. Для заданного сплава определить количественное соотношение и состав фаз при температуре 800° С. Зарисовать и описать структуру сплава.

2. Вычертите диаграмму состояния «Fe–Fe_3C». Указать структурно-фазовый состав областей. Построить кривую охлаждения и описать происходящие при охлаждении превращения для сплава, содержащего 1,2 % С. Зарисовать и описать структуру сплава.

3. Для корпуса атомного реактора выбрана хромоникелевая коррозионно-стойкая сталь аустенитного класса. Рекомендовать марку такой стали, указать ее состав.

4. Что такое дислокация? Виды дислокаций и их влияние на механические свойства металла.

5. В чем сущность металлического, ионного и ковалентного типов связи?

Вариант 8

1. Вычертить диаграмму состояния системы «цинк – олово» (рис. П6). Указать линии ликвидуса и солидуса, а также структурно-фазовый состав областей диаграммы. Для сплава, содержащего 80 % Zn, построить кривую охлаждения и описать происходящие при охлаждении превращения. Для заданного сплава определить количественное соотношение и состав фаз при температуре 300°С. Зарисовать и описать структуру сплава.

2. Вычертить диаграмму состояния «Fe–Fe_3C». Указать сплавы эвтектоидного и эвтектического состава. Схематично изобразить и описать эти структуры с указанием общих и отличительных признаков.

3. Для изготовления деталей, работающих в контакте с крепкими кислотами, выбрана сталь 15Х28. Указать состав стали, объяснить причину введения хрома и обосновать выбор этой стали для данных условий.

4. Чем объясняются высокие электро- и теплопроводность металлов?

5. Как изменяются структура и свойства металла при холодной пластической деформации?

Вариант 9

1. Вычертить диаграмму состояния системы «медь – серебро» (рис. П1). Указать линии ликвидуса и солидуса, а также структурно-фазовый состав областей диаграммы. Для сплава, содержащего 30% Ag, построить кривую охлаждения и описать происходящие при охлаждении превращения. Для заданного сплава определить количественное соотношение и состав фаз при температуре 800°С. Зарисовать и описать структуру сплава.

2. Вычертить диаграмму состояния «Fe – Fe_3C». Указать структурно-фазовый состав областей. Построить кривую охлаждения и описать происходящие при этом превращения для сплава, содержащего 0,8% С. Схематично изобразить и описать структуру сплава.

3. По условиям эксплуатации детали должны иметь твердый износоустойчивый поверхностный слой при вязкой сердцевине. Для их изготовления выбрана сталь 12ХН3А. Указать состав и определить группу стали по назначению. Назначить и обосновать режим термической и химико-термической обработки, объяснив влияние легирования, на свойства данной стали.

4. Что такое твердый раствор? Виды твердых растворов. Приведите примеры.

5. В качестве материала для заливки вкладышей подшипников скольжения выбран сплав Б89. Указать состав и определить группу, к которой относится этот сплав по назначению.

Вариант 10

1. Вычертить диаграмму состояния системы «свинец – олово» (рис. П5). Указать линии ликвидуса и солидуса, а также

структурно-фазовый состав областей диаграммы. Для сплава, содержащего 10% Sn, построить кривую охлаждения и описать происходящие при охлаждении превращения. Для данного сплава определить количественное соотношение и состав фаз при температуре 300° С. Зарисовать и описать структуру сплава.

2. Вычертить диаграмму состояния «Fe – Fe_3C». Указать структурно-фазовый состав областей. Построить кривую охлаждения и описать происходящие при этом превращения для сплава, содержащего 1,5% С. Схематично изобразить и описать структуру сплава.

3. Для изготовления деталей, работающих в активных коррозионных средах, выбрана сталь 12Х17. Указать состав и определить группу стали по назначению. Объяснить влияние легирующих элементов, введенных в эту сталь. Назначить и обосновать режим термообработки.

4. Что такое эвтектика? Приведите пример какого-либо сплава, имеющего строение эвтектики.

5. В качестве материала для вкладышей подшипников скольжения выбран сплав Б83. Указать состав и определить, к какой группе по назначению относится данный сплав.

Вариант 11

1. Вычертить диаграмму состояния системы «алюминий – кремний» (рис. П3). Указать линии ликвидуса и солидуса, а также структурно-фазовый состав областей диаграммы. Для сплава, содержащего 40% Si, построить кривую охлаждения и описать происходящие при охлаждении превращения. Для данного сплава определить количественное соотношение и состав фаз при температуре 800° С. Зарисовать и описать структуру сплава.

2. Вычертить диаграмму состояния «Fe – Fe_3C». Указать структурно-фазовый состав областей. Построить кривую охлаждения и описать происходящие при этом превращения для сплава, содержащего 3,2% С. Зарисовать и описать структуру сплава.

3. Жаропрочные керамические материалы. Состав, свойства и применения в машиностроении.

4. Как влияет реальная среда на процесс кристаллизации?

5. Для изготовления некоторых деталей двигателя внутреннего сгорания выбран сплав АК 4. Расшифровать состав, описать механические свойства сплава при повышенных температурах.

Вариант 12

1. Вычертить диаграмму состояния системы «свинец – сурьма» (рис. П4). Указать линии ликвидуса и солидуса, а также структурно-фазовый состав областей диаграммы. Для сплава, содержащего 5% Sb, построить кривую охлаждения и описать происходящие при охлаждении превращения. Для данного сплава определить количественное соотношение структурных составляющих при комнатной температуре. Зарисовать и описать структуру сплава.

2. Вычертить диаграмму состояния «Fe – Fe_3C». Указать структурно-фазовый состав областей. Построить кривую охлаждения и описать происходящие при этом превращения для сплава, содержащего 0,5% С.

3. В результате термической и химико-термической обработки детали, изготовленные из стали 18ХГТ, должны получить твердый износоустойчивый поверхностный слой при вязкой сердцевине. Указать состав стали, определить, к какой группе по назначению она относится.

4. Описать микроструктуру и свойства стали после термообработки.

5. Для изготовления деталей арматуры выбрана бронза Бр ОФ10-1. Указать состав и описать структуру слава.

Вариант 13

1. Вычертить диаграмму состояния системы «алюминий – медь» (рис. П2). Указать линии ликвидуса и солидуса, а также структурно-фазовый состав областей диаграммы. Для сплава, содержащего 10% Cu, построить кривую охлаждения и описать происходящие при охлаждении превращения. Для заданного сплава определить количественное соотношение и состав фаз при температуре 600° С. Зарисовать и описать структуру сплава.

2. Вычертить диаграмму состояния «Fe – Fe_3C». Указать структурно-фазовый состав областей. Построить кривую охлаждения и описать происходящие при медленном охлаждении превращения для сплава, содержащего 1,6 % С. Зарисовать и описать структуру сплава.

3. В системах топливоприготовления ТЭС для измельчения угля используют шаровые мельницы. Мелющие тела (шары) изготавливают из стали Г13Л. Указать состав и определить группу стали по назначению. Назначить и обосновать режим термической обработки.

4. Опишите влияние порошковых и волокнистых наполнителей на свойства резины.

5. Органическое стекло. Опишите его свойства и область применения в машиностроении.

Вариант 14

1. Вычертить диаграмму состояния системы «свинец – олово» (рис. П5). Указать линии ликвидуса и солидуса, а также структурно-фазовый состав областей диаграммы. Для сплава, содержащего 90% Sn, построить кривую охлаждения и описать происходящие при охлаждении превращения. Зарисовать и описать структуру сплава.

2. Вычертить диаграмму состояния «Fe – Fe_3C». Указать структурно-фазовый состав областей. Построить кривую охлаждения и описать происходящие при этом превращения для сплава, содержащего 5 % С. Зарисовать и описать структуру сплава.

3. В турбиностроении используется сталь 15Х12ВНМФ (ЭИ802). Указать состав и определить группу стали по назначению. Назначить и обосновать режим термической обработки. Описать структуру стали после термообработки.

4. Опишите антифрикционные покрытия металлов полимерами. Приведите характеристику их свойств и условия применения.

5. Опишите релаксационные процессы полимеров с точки зрения их физического строения.

Вариант 15

1. Вычертить диаграмму состояния системы «алюминий – кремний» (рис. П3). Указать линии ликвидуса и солидуса, а также структурно-фазовый состав областей диаграммы. Для сплава, содержащего 11,7% Si, построить кривую охлаждения и описать происходящие при охлаждении превращения. Зарисовать и описать структуру сплава.

2. Вычертить диаграмму состояния «Fe – Fe_3C». Указать структурно-фазовый состав областей. Построить кривую

охлаждения и описать происходящие при этом превращения для сплава, содержащего 4,0% С. Зарисовать и описать структуру сплава.

3. Для изготовления деталей, работающих в контакте с крепкими кислотами, выбрана сталь 14Х17Н2. Указать состав и определить класс стали. Объяснить причину введения хрома в эту сталь и обосновать выбор данной стали для указанных условий работы.

4. Опишите ситаллы и методы их получения. Влияние состава и величины кристаллов на свойства ситаллов. Область их применения.

5. Древесные материалы. Укажите их свойства, достоинства и недостатки, область применения в машиностроении.

Вариант 16

1. Вычертить диаграмму состояния системы «олово – цинк» (рис. П6). Указать линии ликвидуса и солидуса, а также структурно-фазовый состав областей диаграммы. Для сплава, содержащего 5% Zn, построить кривую охлаждения и описать происходящие при охлаждении превращения. Зарисовать и описать структуру сплава.

2. Вычертить диаграмму состояния «Fe – Fe_3C». Указать структурно-фазовый состав областей. Построить кривую охлаждения и описать происходящие при этом превращения для сплава, содержащего 1,3% С. Зарисовать и описать структуру сплава.

3. Для изготовления деталей, работающих в окислительной атмосфере, применяется сталь 12Х13. Указать состав и определить класс стали. Объяснить назначение хрома в этой стали, и обосновать выбор марки стали для указанных условий работы.

4. Опишите принципиальное отличие процессов кристаллизации полимеров и металлов.

5. В чем сущность явления полиморфизма, и какое оно имеет практическое значение. Приведите пример.

Вариант 17

1. Вычертить диаграмму состояния системы «медь – серебро» (рис. П1). Указать линии ликвидуса и солидуса, а также структурно-фазовый состав областей диаграммы. Для сплава, содержащего 72% Ag, построить кривую охлаждения и описать происходящие при охлаждении превращения. Схематично изобразить и описать структуру сплава.

2. Вычертить диаграмму состояния «Fe – Fe_3C». Указать структурно-фазовый состав областей. Построить кривую охлаждения и описать происходящие при этом превращения для сплава, содержащего 0,4% С. Схематично изобразить и описать структуру сплава.

3. Для изготовления пресс-форм выбрана сталь 3Х2В8. Указать состав и определить группу стали по назначению. Назначить и обосновать режим термообработки, объяснив влияние легирования, на свойства данной стали. Описать структуру и свойства стали после термообработки.

4. Как изменяется плотность дислокаций при пластической деформации металлов? Влияние дислокаций на свойства металла.

5. Для изготовления деталей арматуры выбрана бронза Бр ОЦС4-4-2,5. Расшифровать состав и описать структуру сплава. Объяснить назначение легирующих элементов.

Вариант 18

1. Вычертить диаграмму состояния системы «свинец – сурьма» (рис. П4). Указать линии ликвидуса и солидуса, а также структурно-фазовый состав областей диаграммы. Для сплава, содержащего 80% Sb, построить кривую охлаждения и описать происходящие при охлаждении превращения. Для данного сплава определить количественное соотношение и состав фаз при температуре 400° С. Зарисовать и описать структуру сплава.

2. Вычертить диаграмму состояния «Fe – Fe_3C». Указать структурно-фазовый состав областей. Построить кривую охлаждения и описать происходящие при этом превращения для сплава, содержащего 1,8% С. Зарисовать и описать структуру сплава.

3. Для изготовления силовых лопаток авиационных газовых турбин выбран сплав ХН77ТЮР. Указать состав и определить группу сплава по назначению. Назначить режим термообработки и описать влияние температуры на характеристики жаропрочности сплава в сравнении с жаропрочными сталями.

4. Начертить диаграмму состояния для случая образования непрерывного ряда твердых растворов. Что такое твердый раствор?

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

Вариант 19

1. Вычертить диаграмму состояния системы «олово – цинк» (рис. П6). Указать линии ликвидуса и солидуса, а также структурно-фазовый состав областей диаграммы. Для сплава, содержащего 8 % Zn, построить кривую охлаждения и описать

происходящие при охлаждении превращения. Схематично изобразить и описать структуру сплава.

2. Вычертить диаграмму состояния «Fe – Fe_3C». Указать структурно-фазовый состав областей. Построить кривую охлаждения и описать происходящие при этом превращения для сплава, содержащего 2,5% С. Схематично изобразить и описать структуру сплава.

3. Для изготовления деталей, работающих в окислительной атмосфере при 800° С, выбрана сталь 08Х17Т. Указать состав, обосновать выбор стали для данных условий работы, и объяснить, для чего вводится хром в эту сталь.

4. Какими свойствами обладают металлы, и какими особенностями типы связи эти свойства обусловлены?

5. Объясните механизм влияния различного типа модификаторов на строение литого металла.

Вариант 20

1. Вычертить диаграмму состояния системы «алюминий – кремний» (рис. ПЗ). Указать линии ликвидуса и солидуса, а также структурно-фазовый состав областей диаграммы. Для сплава, содержащего 80% Si, построить кривую охлаждения и описать происходящие при охлаждении превращения. Для данного сплава определить количественное соотношение и состав фаз при температуре 1000° С. Зарисовать и описать структуру сплава.

2. Вычертить диаграмму состояния «Fe – Fe_3C». Указать структурно-фазовый состав областей. Построить кривую охлаждения и описать происходящие при этом превращения для сплава, содержащего 6,0% С. Зарисовать и описать структуру сплава.

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

4. Как и почему скорость охлаждения при кристаллизации влияет на строение слитка?

5. Для изготовления деталей самолета выбран сплав Д18П. Расшифровать состав металла и указать характеристики механических свойств.

Вариант 21

1. Вычертить диаграмму состояния системы «алюминий – медь» (рис. П2). Указать линии ликвидуса и солидуса, а также структурно-фазовый состав областей диаграммы. Для сплава, содержащего 20% Cu, построить кривую охлаждения и описать происходящие при охлаждении превращения. Для заданного сплава определить количественное соотношение структурных составляющих при температуре 560° С. Зарисовать и описать структуру сплава.

2. Вычертить диаграмму состояния «Fe – Fe_3C». Указать структурно-фазовый состав областей. Построить кривую охлаждения и описать превращения для эвтектоидного сплава. Схематично изобразить структуру этого сплава.

3. В результате термической обработки полуоси должны получить повышенную прочность по всему сечению. Для их изготовления выбрана сталь 40ХНР. Указать состав, определить группу стали по назначению, объяснить влияние легирующих элементов на свойства.

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

5. Что такое блочная структура металла?

Вариант 22

1. Вычертить диаграмму состояния системы «медь – серебро» (рис. П.1). Указать линии ликвидуса и солидуса, а также структурно-фазовый состав областей. Для сплава, содержащего 60 % Cu, построить кривую охлаждения и описать происходящие при охлаждении превращения, определить количественное соотношение структурных составляющих при температуре 800° С. Схематично изобразить и описать структуру данного сплава.

2. Вычертить диаграмму состояния «Fe – Fe_3C». Указать структурно-фазовый состав областей. Построить кривую охлаждения превращения для эвтектического сплава. Схематично изобразить структуру сплава.

3. В котлостроении используется сталь 12Х1МФ. Расшифровать состав и определить группу стали по назначению.

4. Укажите основные особенности пластмасс как конструкционного материала и область применения в машиностроении.

5. Композиционные материалы с нульмерными и одномерными наполнителями.

Вариант 23

1. Вычертить диаграмму состояния системы «алюминий – кремний» (рис. П3). Указать линии ликвидуса и солидуса, а также структурно-фазовый состав областей диаграммы. Для сплава, содержащего 30 % Si, построить кривую охлаждения и описать происходящие при охлаждении превращения. Для данного сплава определить количественное соотношение и состав фаз при температуре 600° С. Зарисовать и описать структуру сплава.

2. Вычертить диаграмму состояния «Fe – Fe_3C». Указать структурно-фазовый состав областей. Построить кривую охлаждения и описать происходящие при этом превращения для сплава, содержащего 1,3% С. Зарисовать и описать структуру сплава.

3. Тугоплавкие металлы и сплавы на их основе.

4. Виды металлургических процессов.

5. Для изготовления деталей листовой штамповки применяют латунь Л68. Указать состав и описать структуру сплава. Назначить и обосновать режим термообработки, применяемой между отдельными операциями штамповки.

Вариант 24

1. Вычертить диаграмму состояния системы «алюминий – медь» (рис. П2). Указать линии ликвидуса и солидуса, а также структурно-фазовый состав областей диаграммы. Для сплава, содержащего 33% Cu, построить кривую охлаждения и описать происходящие при охлаждении превращения. Зарисовать и описать структуру сплава.

2. Вычертить диаграмму состояния «Fe – Fe_3C». Указать структурно-фазовый состав областей. Построить кривую охлаждения и описать происходящие при этом превращения для сплава, содержащего 0,4% С. Зарисовать и описать структуру сплава.

3. Для изготовления ряда деталей турбин используется сталь 15Х12ВМФ (ЭИ952). Указать состав и объясните причины введения легирующих элементов в эту сталь

4. Графитоуглеродные материалы.

5. Механические свойства и классификация методов механических испытаний материалов.

Задания №2

(Технология конструкционных материалов)

Вариант 1

1. Металлургические основы плавки.

2. Получение машиностроительных профилей волочением.

3.Особенности сварки конструкционных материалов.

4. Параметры технологического процесса резания.

5. Основные этапы технологического процесса горячей объемной штамповки.

Вариант 2

1. Влияние строения и свойств металлических расплавов на процесс литья.

2. Разделительные операции листовой штамповки.

3. Сварочные источники теплоты.

4. Литейные свойства сплавов.

5. Основные параметры, характеризующие пластическую деформацию при обработке металлов давлением.

Вариант 3

1. Строение слитка.

2. Влияние различных факторов на пластичность металлов и сопротивление пластическому деформированию.

3. Получение машиностроительных профилей прессованием.

4. Лазерная сварка.

5. Тепловые процессы в зоне резания и смазочно-охлаждающие среды.

Вариант 4

1. Физическая природа кристаллизации металлов.
2. Понятие о механизме пластического деформирования при обработке давлением.
3. Холодная объемная штамповка.
4. Газовая сварка.
5. Технологический процесс пайки.

Вариант 5

1. Обрабатываемость конструкционных материалов резанием.
2. Литейные свойства сплавов.
3. Горячая объемная штамповка.
4. Физико-химические основы образования сварного соединения.
5. Физико-химические основы процесса резания.

Вариант 6

1. Механические основы процесса резания.
2. Специальные термические процессы в сварочном производстве (резка, наплавка, напыление).
3. Производство бесшовных и сварных труб.
4. Ликвация и газы в литейных сплавах.
5. Плазменная сварка.

Вариант 7

1. Влияние сверхбыстрой кристаллизации на структуру и свойства металлов и сплавов.
2. Разновидности горячей объемной штамповки.
3. Ультразвуковая сварка.
4. Износ режущего инструмента. Параметры износа.
5. Способы пайки.

Вариант 8

1. Классификация способов сварки пластмасс.
2. Нагрев металла для обработки давлением и нагревательные устройства.
3. Структура и фазовый состав литейных жаропрочных никелевых сплавов.
4. Производство специальных видов проката.
5. Комбинированные методы размерной обработки.

Вариант 9

1. Сравните области применения электронно-лучевой и лазерной обработки.
2. Поясните понятия «холодная», «неполная горячая» и «горячая» деформация. К какому виду относится деформация стали 0,3% углерода при температуре нагрева до 500º С?
3. Усадка сплавов, учет ее при получении отливок.
4. Особенности сварки химически активных и разнородных материалов.

Вариант 10

1. Какие группы сплавов обладают наименьшей и наибольшей жидкотекучестью, чем это объясняется?
2. Какие способы литья позволяют получать крупногабаритные отливки?
3. Условия образования пор в сварных швах.
4. Основные процессы и параметры электрохимической обработки.
5. Дефекты сварных и паянных соединений.

Вариант 11

1. Пайка разнородных металлов.
2. Сварка лазером и световым лучом.
3. Формообразующие операции листовой штамповки.

4.Какие из химических элементов в железоуглеродистых сплавах наиболее сильно снижают пластические свойства?
5. В чем преимущества эвтектических композитов по сравнению с искусственными?

Вариант 12

1. Пайка конструкционных сталей.
2. Характерные особенности свариваемости стали.
3. Прессование.
4. Монокристаллическое литье.
5. Листовая штамповка.

Вариант 13

1. Пайка титановых сплавов.
2. Особенности свариваемости алюминиевых и магниевых сплавов.
3. Прямое и обратное прессование.
4. Технологические основы получения отливок со столбчатой структурой.
5. Формообразующие операции листовой штамповки.

Вариант 14

1. Производство блюмов, слябов и сортового проката.
2. Физико-химические основы направленной кристаллизации сплавов.
3. Центробежное литье.
4. Ковка.
5. Плазменная сварка.

Вариант 15

1. Холодная сварка.
2. Факторы, определяющие продолжительность затвердевания отливок.

3. Технологические особенности ковки и штамповки цветных высоколегированных и труднодеформируемых металлов и сплавов.
4. Инструментальные стали.
5. Основные этапы технологического процесса пайки.

Вариант 16

1. Методы контроля качества сварных и паяных соединений.
2. Назовите основные параметры режима резания при фрезеровании и типы образующихся стружек.
3. Прямое и обратное прессование.
4. Какие свойства металла изменяются при деформировании в холодном состоянии?
5. Монокристаллическое литье.

Вариант 17

1. Способы резания.
2. В чем заключается сущность процесса пайки, и каковы его способности по сравнению со сваркой?
3. К какому виду относится деформация стали с 0,3% углерода при температуре нагрева до 500°С.
4. Непрерывное и полунепрерывное литье.
5. Комбинированные методы размерной обработки.

Вариант 18

1. Инструментальные материалы – титановые сплавы.
2. Технологический процесс пайки.
3. Механизм пластического деформирования.
4. Литье выжиманием.
5. Смазочно-охлаждающие среды в зоне резания.

Вариант 19

1. Технология литья по выплавляемым моделям.
2. Физическая сущность электрофизических методов размерной обработки.

3. Разделительные операции листовой штамповки.
4. Основные параметры, характеризующие пластическую деформацию при обработке металлов давлением.
5. Физическая природа кристаллизации металлов.

Вариант 20

1. Усадка сплавов.
2. Ультразвуковая механическая обработка.
3. Получение машиностроительных профилей прессованием.
4. Влияние различных факторов на пластичность металлов.
5. Газовая сварка.

Вариант 21

1. Факторы, определяющие продолжительность затвердевания отливок.
2. Классификация и схемы процессов электрохимической размерной обработки.
3. Физико-химические основы процесса резания.
4. Способы пайки.
5. Плазменная сварка.

Вариант 22

1. Влияние сверхбыстрой кристаллизации на структуру и свойства металлов и сплавов.
2. Производство бесшовных и сварных труб.
3. Физико-химические основы процесса резания.
4. Технологический процесс пайки.
5. Основные процессы электрохимической обработки.

Вариант 23

1. Производство основных видов проката.
2. Усадка сплавов. Разновидности сплавов.
3. Листовая штамповка.

4. Плазменная сварка.
5. Ковка.

Вариант 24

1. Эвтектические композиты.
2. Пайка титановых сплавов.
3. Классификация способов сварки пластмасс.
4. Получение машиностроительных профилей прессованием.
5. Тепловые процессы в зоне резания.

Примеры решения задач по материаловедению

1.Пример выполнения задания по *анализу фазовых превращений в двухкомпонентных сплавах* рассмотрим применительно к сплаву с неограниченной растворимостью компонентов в жидком и твердом состояниях. Диаграмма состояния для этого случая представлена на рис. 1,а, где в удобной графической форме отображены изменения в состоянии сплавов при изменении их состава и температуры.

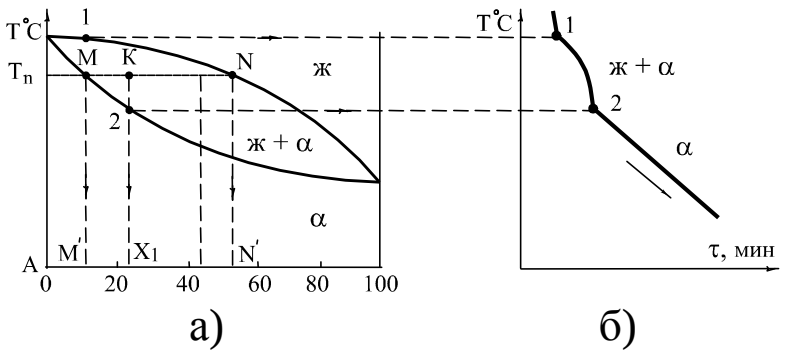


Рис. 1. Диаграмма состояния системы А – В(а)
и кривая охлаждения сплава состава Х (б)

Как видно на рис.1 (а), на диаграмме имеются три области, разделенные двумя сходящимися по краям кривыми. Верхняя (выпуклая) кривая представляет собой геометрическое место точек температур начала кристаллизации (или конца плавления) твердой фазы α и называется линией *ликвидус*. Выше этой линии все сплавы находятся в жидком состоянии (*liquide* – жидкий). Нижняя (вогнутая) кривая– геометрическое место точек температур конца кристаллизации (или начала плавления) твердой фазы и называется линией *солидус*. Ниже этой линии все сплавы находятся в твердом состоянии (*solide* – твердый). В области между линиями ликвидуса и солидуса часть сплава находится в жидком состоянии, а часть – в твердом.

Построение *кривой охлаждения* и *количественный анализ* сплава проводится в следующей последовательности:

а) Через точку оси абсцисс, соответствующую составу X_1, проводится вертикаль – *линия сплава*.

б) Точки пересечения линий сплава с линиями диаграммы обозначаются цифрами. Это – *критические точки*, указывающие *критические температуры* начала и конца кристаллизации, перекристаллизации (если она имеется) данного сплава.

в) В соответствии с выявленными критическими температурами строится кривая охлаждения сплава в координатах «температура – время» (рис. 1,б). На данной кривой:

- участок выше точки 1 (температуры T_1) соответствует процессу охлаждения расплава – жидкой фазы (Ж);
- при температуре T_1 начинается, а при T_2 заканчивается процесс образования кристаллов твердого раствора α,

поэтому на участке 1 – 2 сплав находится в двухфазном состоянии – *ж* + α;

– участок ниже точки 2 (температуры T_2) соответствует процессу охлаждения однофазного твердого раствора α, микроструктура сплава состоит из зерен твердого раствора α (рис. 2).

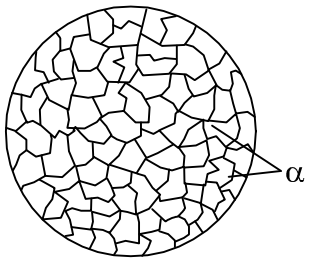


Рис. 2. Схема микроструктуры сплава X_1

г) для проведения количественного анализа состава сплава X_1 при температуре T_n надо воспользоваться «*правилом отрезков*»:

– через точку, обозначающую состав X_1 при температуре T_n, проводится горизонталь до пересечения с ближайшими линиями диаграммы, при этом точка пересечения с линией ликвидус укажет на *состав жидкой фазы*, а противоположная – на *состав твердой фазы*;

– *количество твердой фазы* определяется отношением длины отрезка горизонтали, прилегающего к линии ликвидус, ко всей длине горизонтали; *количество жидкой фазы* – отношением длины другого малого отрезка ко всей длине той же горизонтали.

Например, для сплава состава X_1 и находящегося при температуре T_n (точка *К*, рис.1,а), жидкая фаза состоит из 48 %

А и 52% В (проекция точки N на ось абсцисс), а твердая–из 88 % А и 12 %В (проекция точки M на ось абсцисс).

Количество твердой ($Q_т$) и жидкой ($Q_{ж}$) фаз сплава определяется следующим образом:

$$Q_т = \frac{KN}{MN} \cdot 100\% = \frac{28}{40} \cdot 100\% = 70\%; \qquad Q_c = \frac{жM}{MN} \cdot 100\% = \frac{12}{40} \cdot 100\% = 30\%;$$

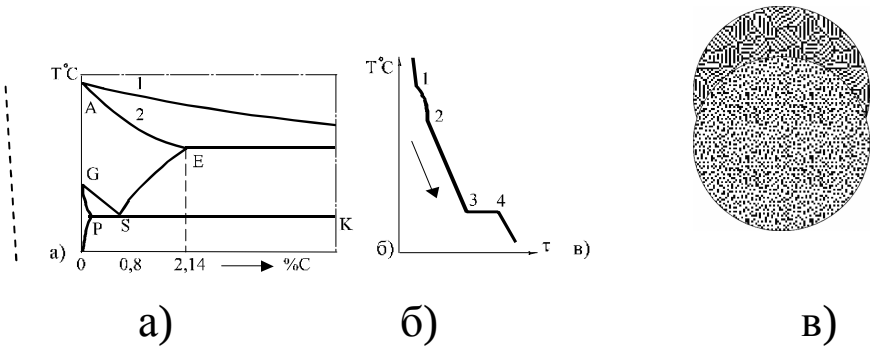
Таким образом, сплав, по составу и температуре соответствующий точке K состоит из 70 % кристаллов твердого раствора α и 30% жидкой фазы, имеющей состав точки N (48 %А и 52 %В).

2. Анализ фазовых превращений в железоуглеродистых сплавах выполняется аналогично; при этом следует иметь в виду, что диаграмма состояния «Fe – Fe_3C» является диаграммой с ограниченной растворимостью углерода в железе, при наличии эвтектоидного и эвтектического превращений. В качестве примера рассмотрим фазовые превращения, происходящие при охлаждении сплава, содержащего 0,8% углерода.

С помощью линии сплава выявляются критические температуры (рис. 3,а), по которым строится кривая охлаждения сплава (рис.3,б). При охлаждении жидкой фазы (участок выше точки 1) при температуре T_1 начинается, а при T_2 заканчивается процесс первичной кристаллизации сплава с образованием кристаллов аустенита (А) – твердого раствора углерода в Fe (γ). Состав и количество фаз в данной двухфазной области (участок 1–2) определяется аналогично вышеприведенному примеру.

При охлаждении аустенита (участок 2–3) происходит вторичная кристаллизация по схеме: перекристаллизация железа Fe (γ) → Fe (α) и выделение из Fe (α) «лишнего»

углерода в виде частичек цементита. В результате, аустенит распадается на двухфазную эвтектоидную смесь зерен (или пластинок) феррита и цементита – перлит (рис. 3,в). Так как данное превращение сопровождается выделением скрытой теплоты кристаллизации, компенсирующей постоянный отвод в окружающую среду, на кривой охлаждения образуется площадка (участок 3–4). Для количественного анализа сплава после кристаллизации необходимо воспользоваться отрезками горизонтали, совпадающей с изотермой эвтектоидной температуры (линия *PSK*).



а) б) в)

Рис. 3. Диаграмма состояния «Fe – Fe_3C» (фрагмент) (а), кривая охлаждения сплава (б) и микроструктура перлита (в)

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Антикайн П.А.** Металловедение. - М.: Металлургия, 1972.
2. **Геллер Ю.А., Рахштадт А.Г.** Материаловедение. - М.: Металлургия, 1983.
3. **Гуляев А.П.** Металловедение. - М.: Металлургия, 1986.
4. **Дриц М.Е., Москалев М.А.** Технология конструкционных материалов и материаловедения. - М.: Высш. шк., 1990.
5. **Жадан В.Т., Гринберг Б.Г., Никонов В.Я.** Технология металлов и других конструкционных материалов. - М.: Высш. шк., 1970.
6. **Лахтин Ю.М.** Основы металловедения. - М.: Металлургия, 1988.
7. **Металловедение** / А.И.Самохоцкий, М.Н.Кунявский, Т.М.Кунявская и др. - М.: Металлургия, 1990.
8. **Металловедение** и термическая обработка стали: Справоч. Т.1, Т.2, Т.3. - М.: Металлургия, 1983.
9. **Материаловедение** и технология металлов / Под ред. Г.П. Фетисова, -М: Высш. шк., 2002.
10. **Мозберг Р.К.** Материаловедение.- М.: Высш. шк., 1991.
11. **Технология** конструкционных материалов / Под ред. И.А.Арутюнова. - М.: Машиностроение, 1985.
12. **Технология** металлов и конструкционные материалы / Б.А.Кузьмин, Ю.Е.Абраменко, М.А.Кудрявцев и др. - М.: Машиностроение, 1989.

ПРИЛОЖЕНИЕ

ДИАГРАММЫ СОСТОЯНИЯ ДВУХКОМПОНЕНТНЫХ СПЛАВОВ

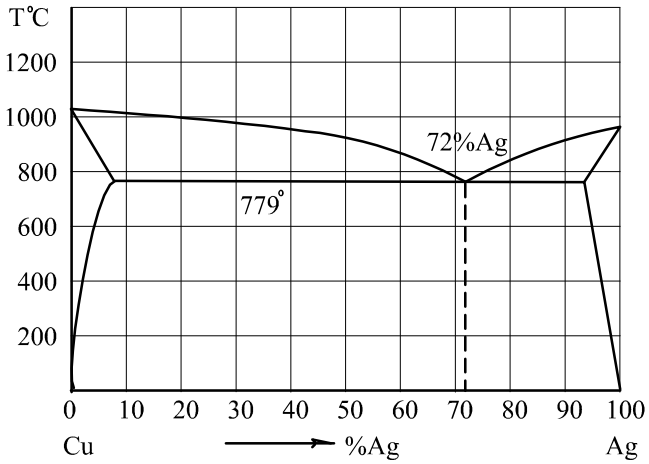


Рис. П1. Диаграмма состояния системы «медь – серебро»

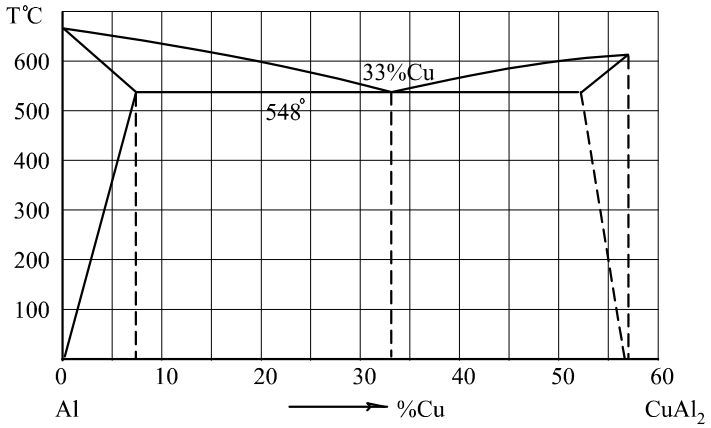


Рис. П2. Диаграмма состояния системы «алюминий – медь»

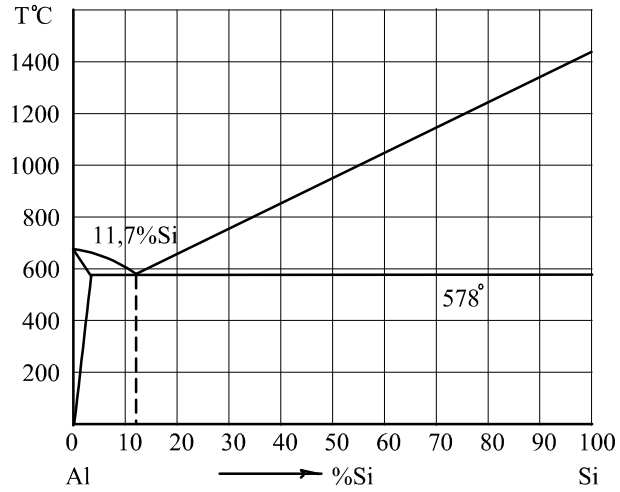


Рис. П3. Диаграмма состояния системы «алюминий – кремний»

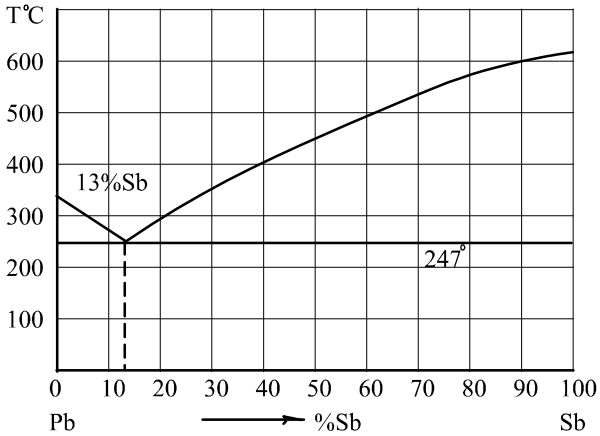


Рис. П4. Диаграмма состояния системы «свинец – сурьма»

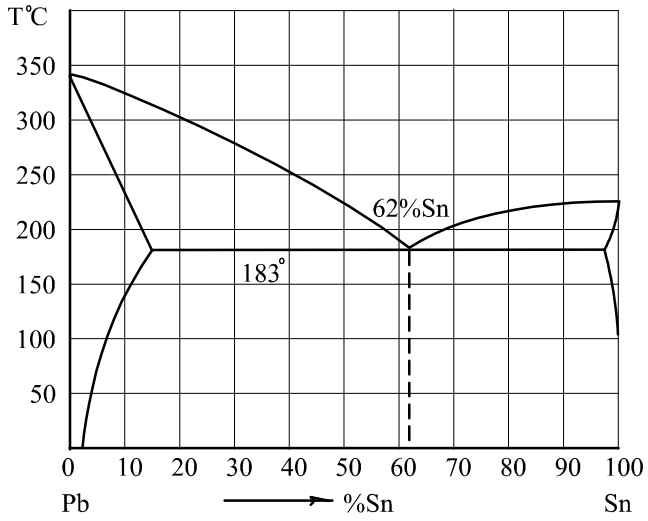


Рис. П5. Диаграмма состояния системы «свинец – олово»

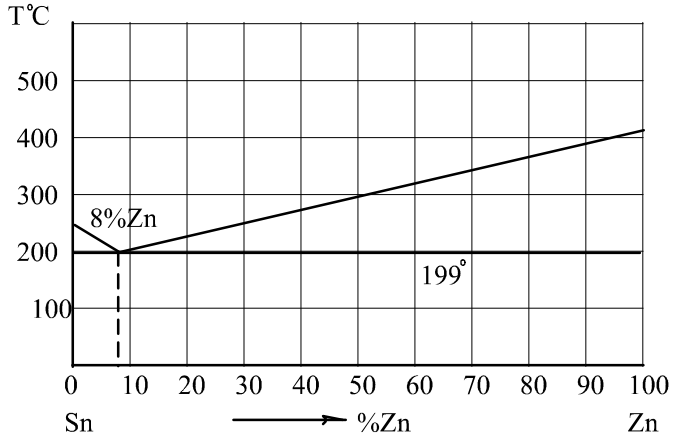


Рис. П6. Диаграмма состояния системы «олово – цинк»

Оглавление

Введение 3

Требования к оформлению
задания 3

Программа 4

Задания №1
(Материаловедение) 8

Задания №2
(Технология конструкционных материалов) 26

Примеры решения задач
по материаловедению 32

Литература 37

Приложение 38