

Балаковский инженерно-технологический институт - филиал
федерального государственного автономного образовательного учреждения
высшего профессионального образования
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»

**ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКОЕ И КОНСТРУКЦИОННОЕ
МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ**

Методические указания к выполнению контрольной работы
по дисциплине «Электротехническое и конструкционное
материаловедение» для направления подготовки
«Электроэнергетика и электротехника»
заочной формы обучения

ВВЕДЕНИЕ

По курсу «Электротехническое и конструкционное материаловедение» выполняется контрольная работа, цель которой проверить усвоение студентами содержания курса и приобретение навыков сознательного использования полученных знаний в инженерной практике.

Каждая контрольная работа состоит из теоретических и практических заданий.

Студент определяет варианты заданий по 2 последним цифрам шифра зачетной книжки. Последняя цифра определяет номер варианта для всех нечетных заданий (1, 3, 5, 7, 9, 11), а предпоследняя – номер варианта для всех четных заданий (2, 4, 6, 8, 10). Например, студент, имеющий шифр 256345, выполняет вариант 5 для заданий 1, 3, 5, 7, 9, 11 и 4 вариант для заданий 2, 4, 6, 8, 10, а имеющий шифр 1761020 выполняет вариант 10 для заданий 1, 3, 5 и 2 вариант для заданий 2, 4.

ТРЕБОВАНИЯ, ПРЕДЪЯВЛЯЕМЫЕ К СОДЕРЖАНИЮ И ОФОРМЛЕНИЮ КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЫ

Содержание контрольной работы должно соответствовать установленному варианту, поэтому вначале каждой контрольной работы студент указывает шифр своей зачетной книжки. Никакие произвольные отклонения от порядка выбора задания не допускаются и контрольные варианты, выполненные не на тему или с отклонениями от нее, не засчитываются.

Контрольные задания выполняют в письменном виде. Текст вопросов должен быть написан перед ответом на вопрос и подчеркнут. Ответы на вопросы контрольных заданий должны быть четкими и ясными, основываться на теоретических положениях, изложенных в рекомендуемых учебниках, иллюстрироваться схемами, эскизами и чертежами и пронумерованы. Ответы на вопросы контрольных заданий следует давать своими сло-

вами, а не переписывать соответствующий текст учебника или учебного пособия. Страницы контрольной работы, таблицы и рисунки пронумеровать, при этом рисунки, эскизы и схемы должны иметь поясняющие подписи.

На страницах работы оставить поля для замечаний рецензента. Объем выполняемого задания – 20-22 страницы стандартной ученической тетради. В конце выполняемого задания студент приводит список использованной литературы, указывает дату выполнения работы и ставит свою подпись.

Контрольная работа проверяется преподавателем и если работа не зачтена, то она посылается на повторное выполнение. Без выполненной контрольной работы студенты не допускаются к экзамену. Исправленная контрольная работа сдается в деканат.

ВЫБОР ВАРИАНТОВ ЗАДАНИЙ КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЫ

	№ 1		№ 2	№ 3	№ 4	№ 5	№ 6	№ 7	№ 8	№ 9	№ 10	№ 11
1	Рис.1	Ag	0,3%	1	1	1	1	1	1	1	1	1
2	Рис.2	Al	1,2%	2	2	2	2	2	2	2	2	2
3	Рис.3	Cu	2,5%	3	3	3	3	3	3	3	3	3
4	Рис.4	Mg	3,4%	4	4	4	4	4	4	4	4	4
5	Рис.5	Cd	4,3%	5	5	5	5	5	5	5	5	5
6	Рис.6	Zn	0,8%	6	6	6	6	6	6	6	6	6
7	Рис.7	Pb	1,6%	7	7	7	7	7	7	7	7	7
8	Рис.8	Mg	4,1%	8	8	8	8	8	8	8	8	8
9	Рис.9	Pb	2,7%	9	9	9	9	9	9	9	9	9
10	Рис.10	Zn	3,7%	10	10	10	10	10	10	10	10	10

ЗАДАНИЯ К КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЕ

ЗАДАНИЕ 1. Вычертите диаграмму состояния системы (рис.1 - 10), согласно варианту, и ответьте на следующие вопросы:

- 1) к диаграмме какого типа относится данная диаграмма состояния системы. Дайте определения следующим понятиям: линия ликвидус, линия солидус, эвтектика;
- 2) опишите строение и основные характеристики кристаллической решетки указанного элемента, согласно варианту (тип кристаллической решетки, коэффициент компактности, координационное число);
- 3) опишите взаимодействие компонентов в жидком и твердом состояниях и укажите структурные составляющие во всех областях диаграммы состояния;
- 4) опишите характер изменения свойств заданного сплава с помощью правила Курнакова [7].

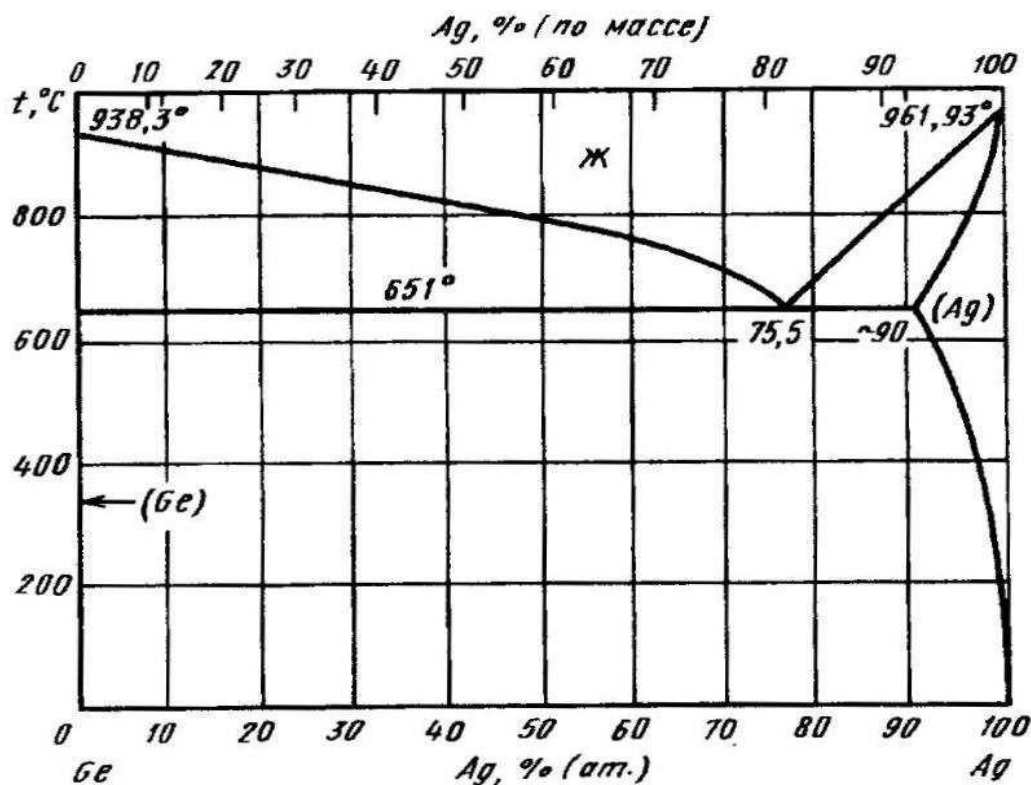


Рис. 1. Диаграмма состояния германий - серебро (Ge – Ag)

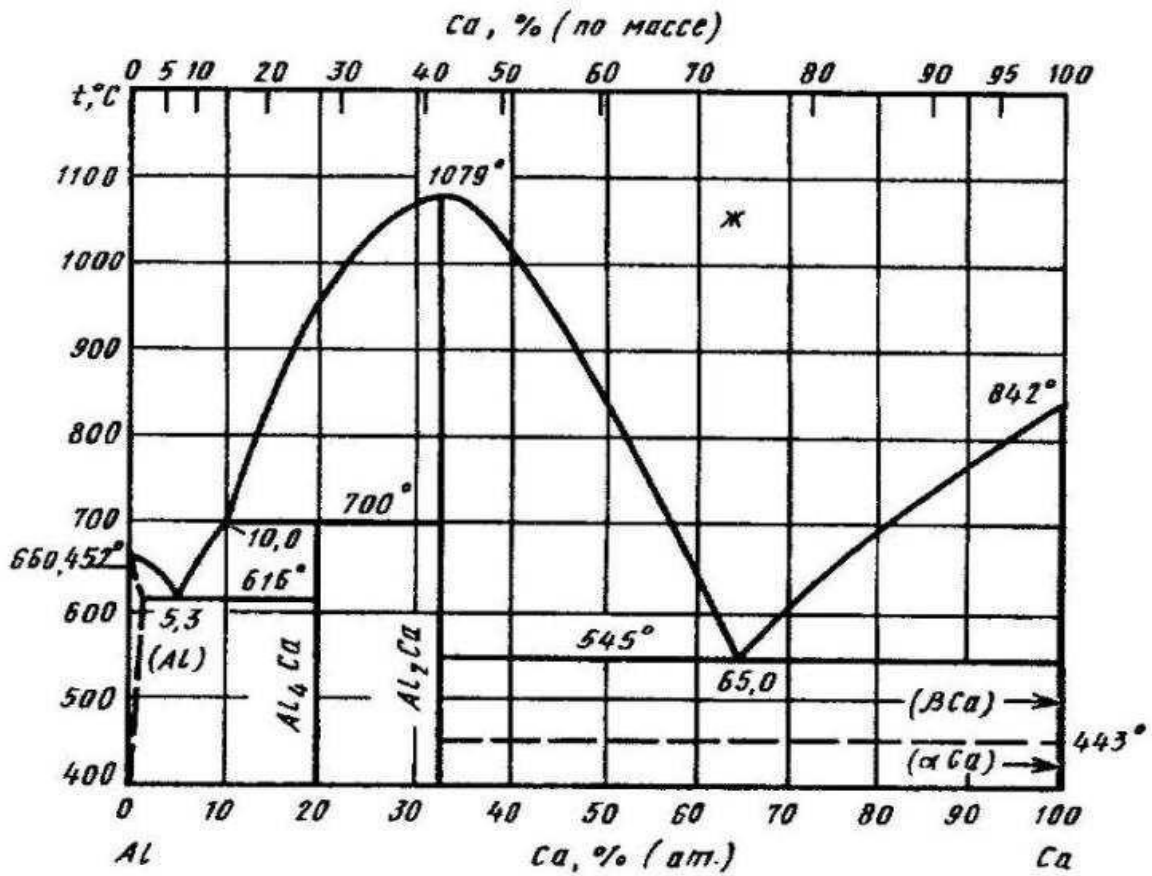


Рис. 2. Диаграмма состояния алюминий – кальций (Al – Ca)

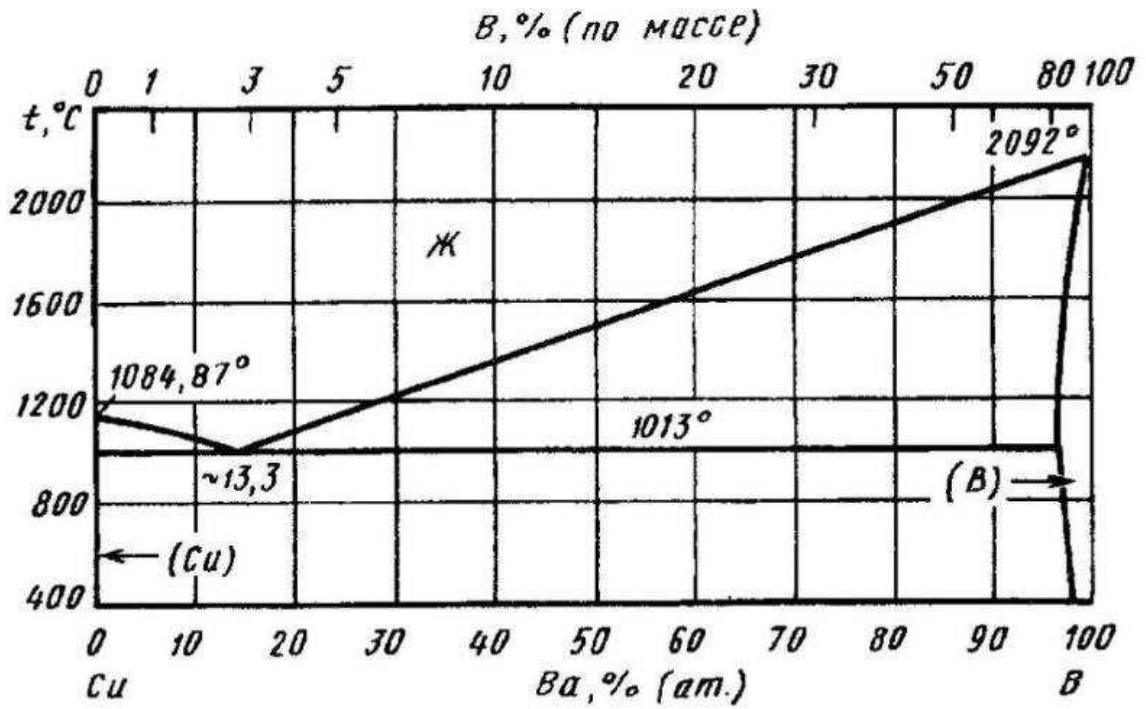


Рис. 3. Диаграмма состояния медь – бор (Cu – B)

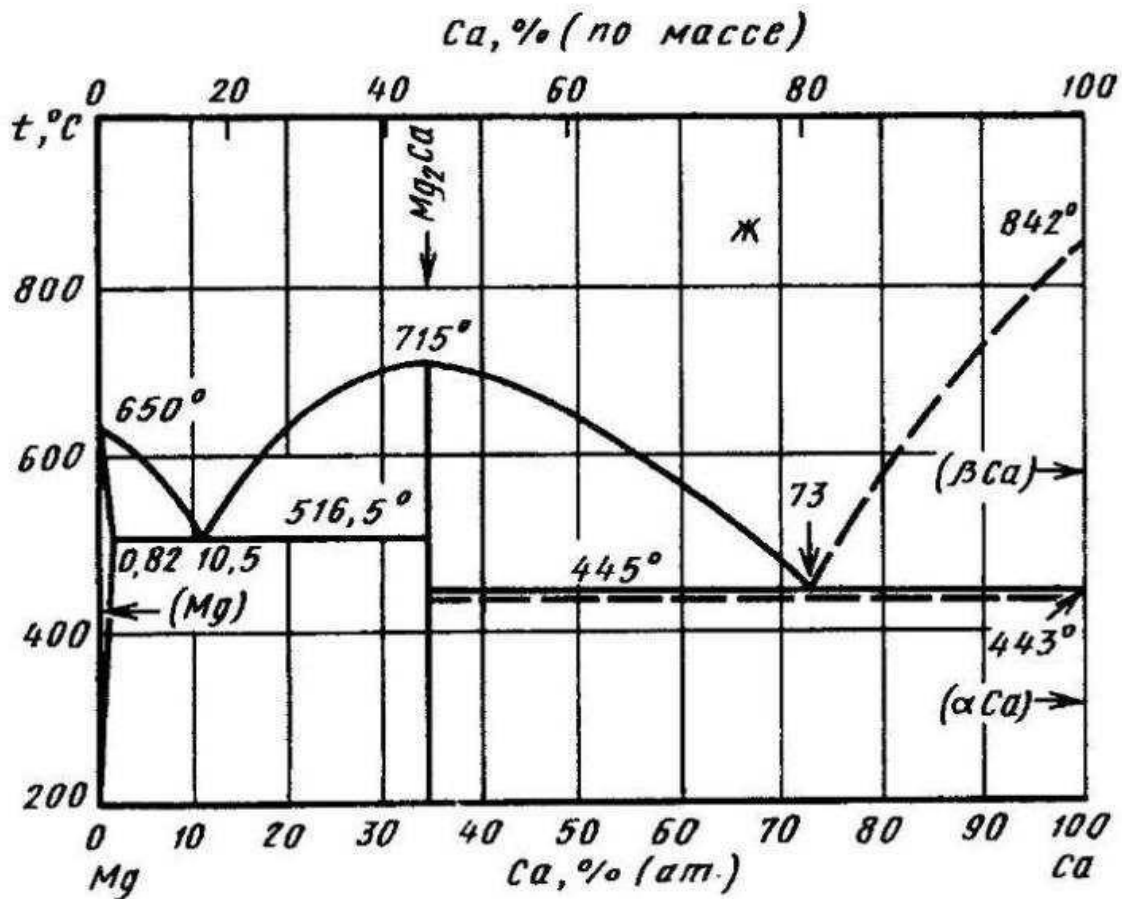


Рис. 4. Диаграмма состояния магний - кальций (Mg - Ca)

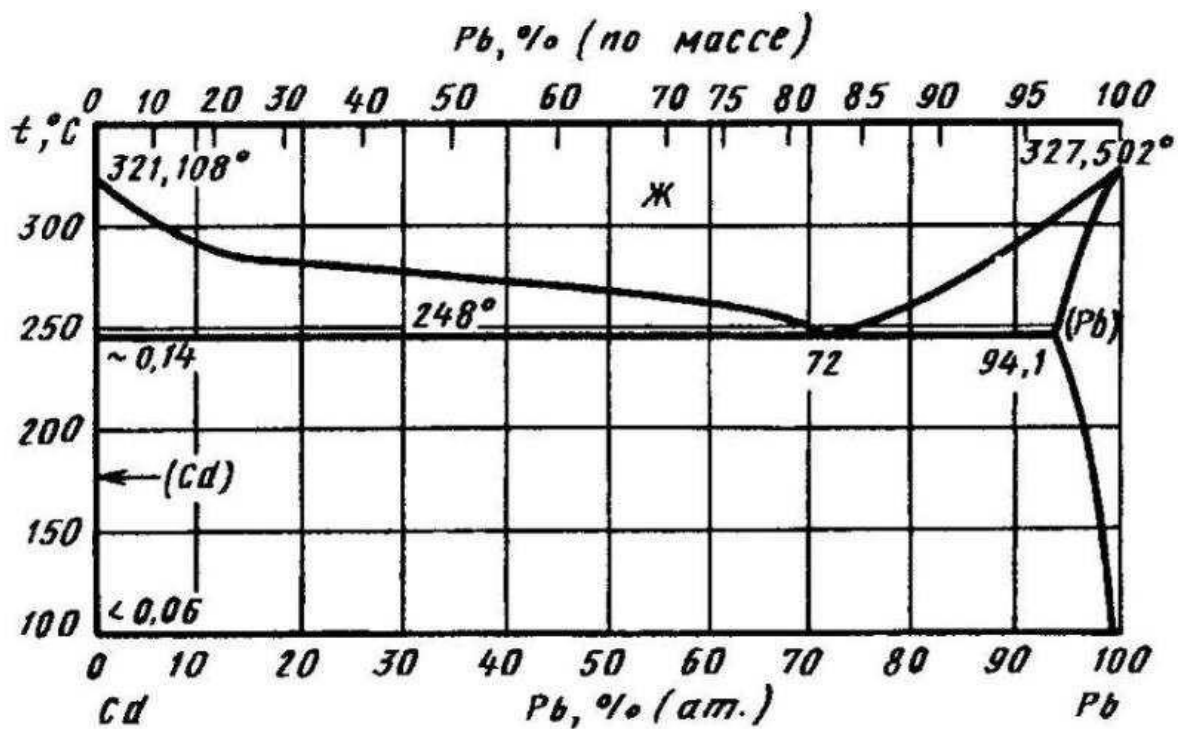


Рис. 5. Диаграмма состояния кадмий - свинец (Cd - Pb)

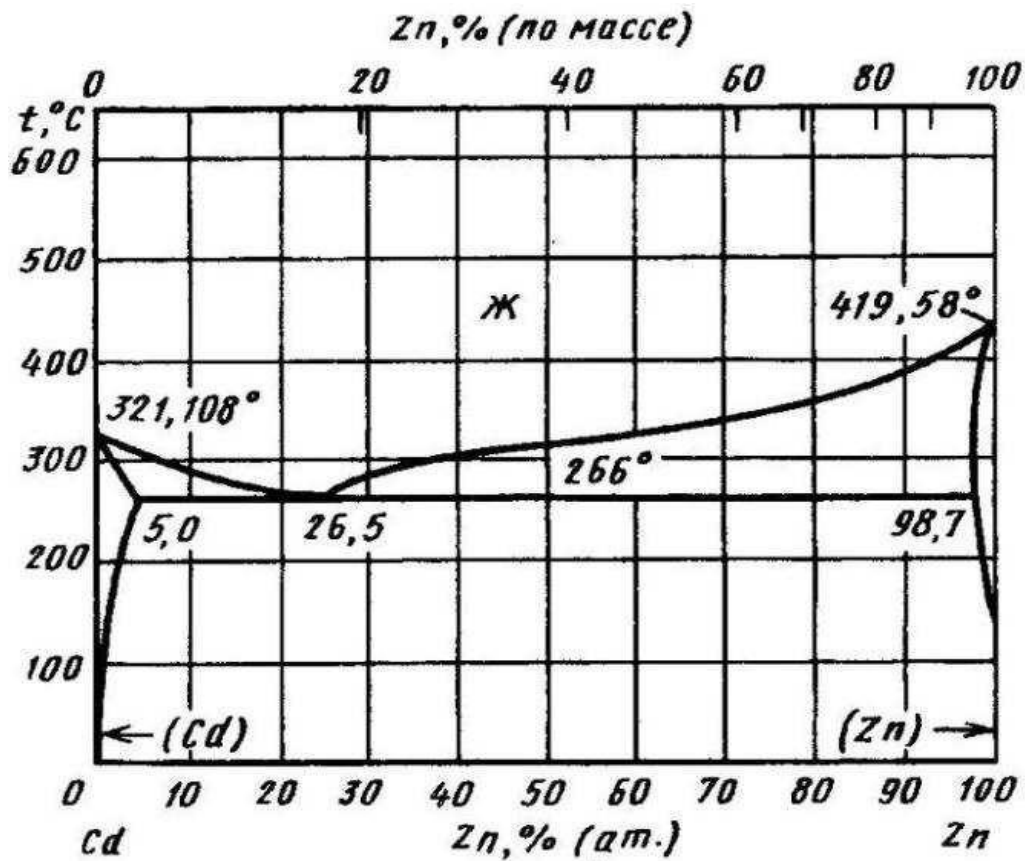


Рис. 6. Диаграмма состояния кадмий – цинк (Cd – Zn)

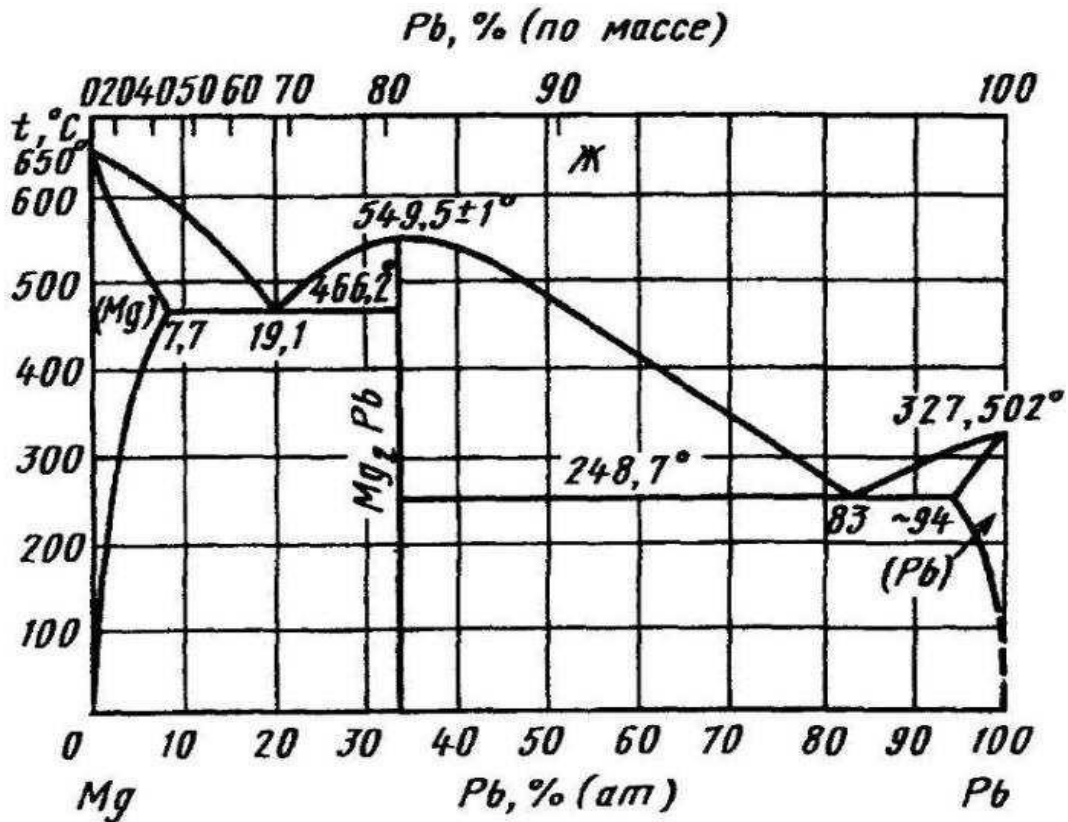


Рис. 7. Диаграмма состояния магний – свинец (Mg – Pb)

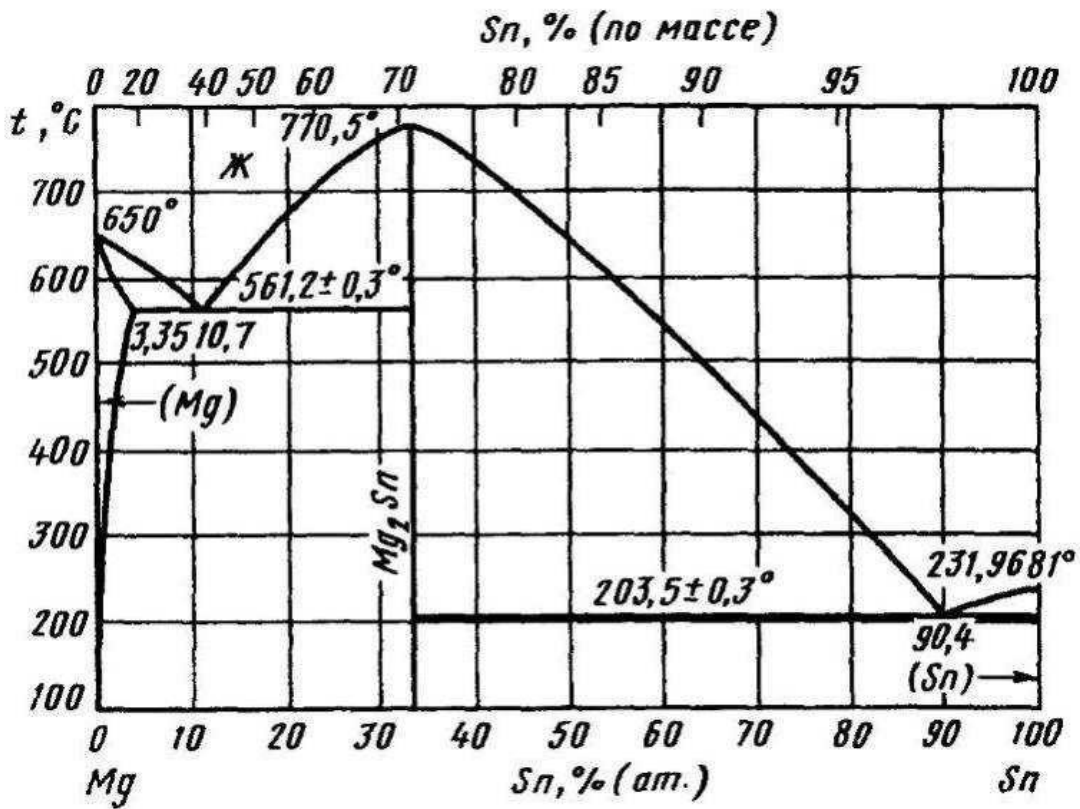


Рис. 8. Диаграмма состояния магний – олово (Mg – Sn)

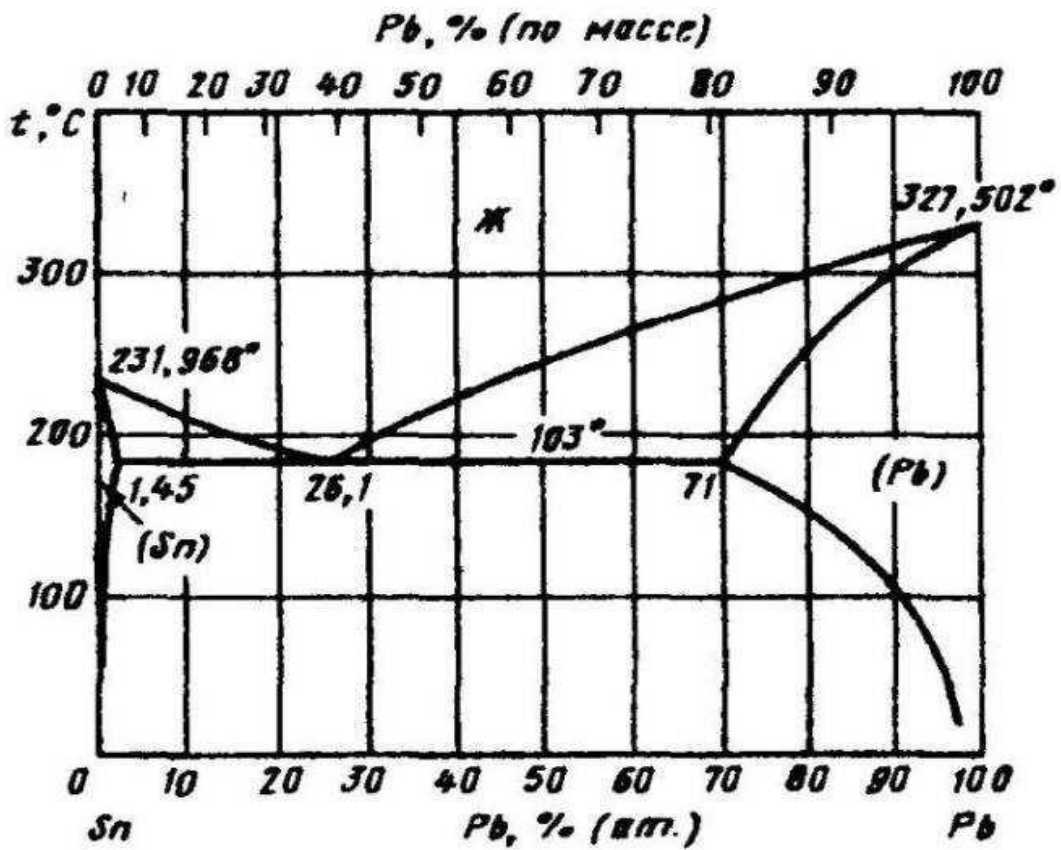


Рис. 9. Диаграмма состояния олово – свинец (Sn – Pb)

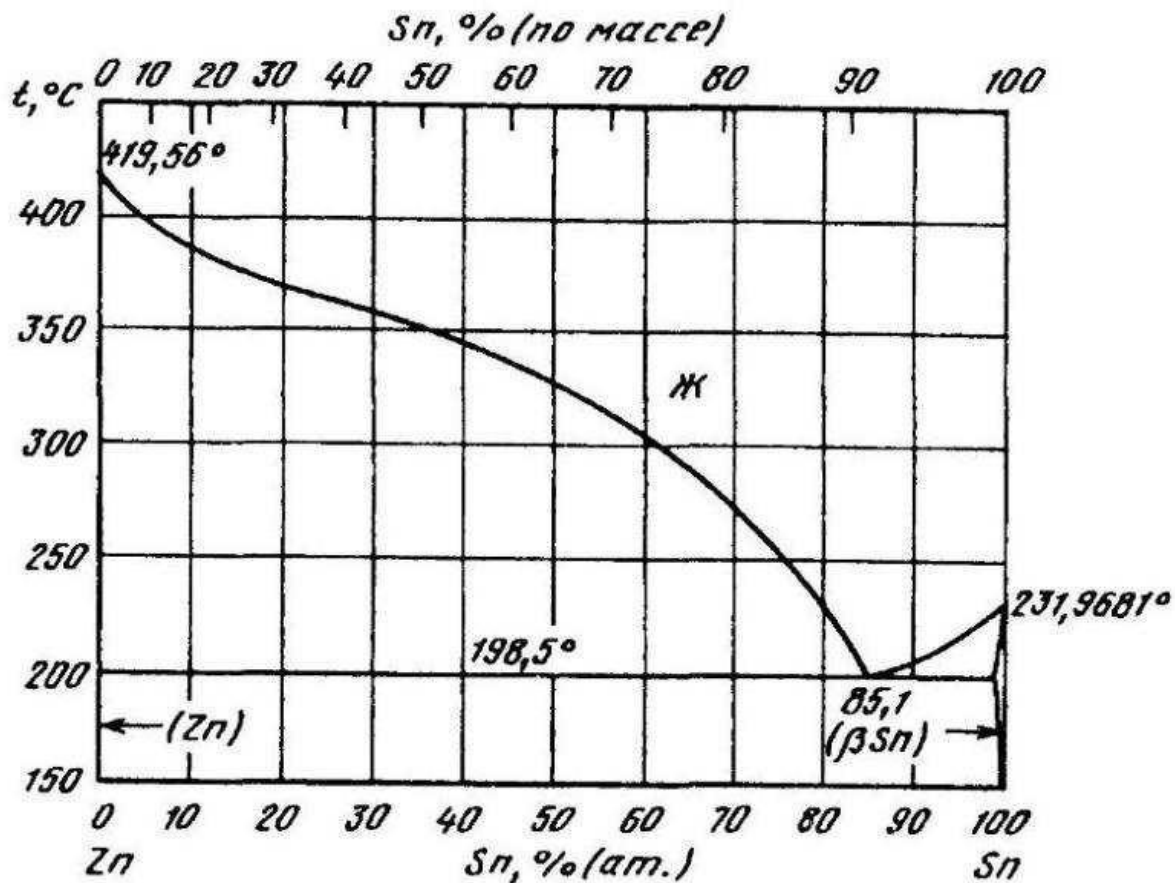


Рис. 10. Диаграмма состояния цинк – олово (Zn – Sn)

ЗАДАНИЕ 2. Вычертите диаграмму состояния железо-углерод и опишите структурные превращения с заданным содержанием углерода, согласно варианту, при охлаждении его от жидкого состояния до 20°C.

1. Полученный сплав является сталью или чугуном, ответ обоснуйте.
2. Опишите компоненты и фазы системы железо – углерод.
3. Приведите схему структуры полученного сплава при температуре 20°C, при заданном содержании углерода, и назовите его структурные составляющие.
4. Назовите легирующие элементы стали, их обозначения при маркировке и опишите, как они влияют на свойства стали [1 - 7].
5. Приведите классификацию и маркировку углеродистых сталей и чугунов [1 - 7].

ЗАДАНИЕ 3. Опишите процесс, заданный согласно варианту, по следующей схеме [1 - 7]:

- 1) к какому типу обработки относится данный процесс;
- 2) назначение и классификация процесса, режимы и схемы заданного процесса.

3.1 Отжиг.

3.2 Цементация.

3.3 Отпуск.

3.4 Азотирование.

3.5 Нормализация.

3.6 Диффузионная металлизация (силицирование, алитирование).

3.7 Закалка.

3.8 Диффузионная металлизация (хромирование, цинкование).

3.9 Термомеханическая обработка.

3.10 Нитроцементация.

ЗАДАНИЕ 4. Опишите заданный тип стали, согласно варианту [1 - 7]:

4.1 Рессорно-пружинные стали.

4.2 Шарикоподшипниковые стали.

4.3 Износостойкие стали.

4.4 Быстрорежущие стали.

4.5 Нержавеющие стали.

4.6 Хромоникелевые стали.

4.7 Жаропрочные стали.

4.8 Жаростойкие стали.

4.9 Теплоустойчивые стали.

4.10 Легированные инструментальные стали.

Опишите область применения и приведите примеры таких сталей (2 – 3 примера), с указанием химического состава сплава и его физико – механических характеристик.

ЗАДАНИЕ 5. Описать следующие неметаллические материалы, согласно варианту [4]:

- 5.1 Композиционные материалы, полученные жидкофазным методом.
- 5.2 Композиционные материалы, полученные твердофазным методом.
- 5.3 Дисперсно-упрочненные композиционные материалы.
- 5.4 Слоистые композиционные материалы.
- 5.5 Порошковые материалы.
- 5.6 Техническая керамика.
- 5.7 Полимеры.
- 5.8 Термопласты.
- 5.9 Терморезистивные и газонаполненные пластмассы.
- 5.10 Резиновые материалы.

ЗАДАНИЕ 6. Описать физическую природу электропроводности металлов (для всех) и ответить на вопрос, согласно варианту [5, 6, 9-12]:

- 6.1 Металлы высокой проводимости для токопроводящих цепей: медь и ее сплавы.
- 6.2 Металлы высокой проводимости для токопроводящих цепей: алюминий и его сплавы.
- 6.3 Сплавы на никелевой и медно-никелевой основе (резистивные и термопарные).
- 6.4 Сплавы на основе железа, никеля, хрома и алюминия.
- 6.5 Жаростойкие материалы для нагревательных элементов на основе карбидов и силицидов.
- 6.6 Термочувствительные проводниковые материалы (термобиметаллы).
- 6.7 Материалы для электрических коммутирующих контактов.
- 6.8 Припой и флюсы.
- 6.9 Электропроводящие клеи.
- 6.10 Сверхпроводники и криопроводники.

ЗАДАНИЕ 7. Описать следующие проводниковые изделия с указанием сортамента (3 - 4 марки), их характеристик и области применения, согласно варианту [8, 13, 14]:

- 7.1. Провода неизолированные для воздушных линий электропередач.
- 7.2 Силовые кабели с пропитанной бумажной изоляцией.
- 7.3 Силовые кабели с пластмассовой изоляцией.
- 7.4 Силовые кабели с резиновой изоляцией.
- 7.5 Жаростойкие провода и кабели с минеральной изоляцией.
- 7.6 Монтажные провода.
- 7.7 Провода обмоточные.
- 7.8 Провода сопротивления.
- 7.9 Шинопроводы и шины.
- 7.10 Силовые кабели с пропитанной бумажной изоляцией.

ЗАДАНИЕ 8. Ответьте на вопрос по полупроводниковым материалам, согласно варианту [5, 6]:

- 8.1 Общая характеристика полупроводниковых материалов. Разно- видности полупроводников и их основные свойства.
- 8.2 Кремний. Получение, свойства и применение.
- 8.3 Германий. Получение, свойства и применение.
- 8.4 Карбид кремния. Получение, свойства и применение.
- 8.5 Селен. Получение, свойства и применение.
- 8.6 Собственные и примесные полупроводники. Основные и неосновные носители заряда.
- 8.7 Получение и свойства $p - n$ перехода.
- 8.8 Термоэлектрические явления в полупроводниках.
- 8.9 Оптические и фотоэлектрические явления в полупроводниках.
- 8.10 Гальваномагнитные эффекты в полупроводниках.

ЗАДАНИЕ 9. Опишите следующие понятия, связанные с магнитными материалами, согласно варианту [5, 6]:

9.1 Классификация магнитных материалов. Диамагнетики и парамагнетики.

9.2 Классификация магнитных материалов. Ферромагнетики, ферри-магнетики и антиферромагнетики.

9.3 Магнитные свойства ферромагнетиков. Природа ферромагнетизма.

9.4 Магнитные свойства ферромагнетиков. Магнитная анизотропия.

9.5 Магнитные свойства ферромагнетиков. Магнитострикция.

9.6 Магнитные свойства ферромагнетиков. Причины, приводящие к образованию доменов.

9.7 Магнитные свойства ферромагнетиков. Механизм технического намагничивания и магнитный гистерезис.

9.8 Магнитные свойства ферромагнетиков. Магнитная проницаемость.

9.9 Магнитные свойства ферромагнетиков. Магнитные потери.

9.10 Общая характеристика магнитных материалов и их основные свойства.

ЗАДАНИЯ 10. Опишите следующие магнитные материалы, согласно варианту [5, 6, 9 - 12]:

10.1 Магнитотвердые ферриты.

10.2 Сплавы кобальта с платиной и с редкоземельными элементами.

10.3 Стали, закаливаемые на мартенсит и композиционные магнитотвердые материалы.

10.4 Дисперсионно-твердеющие и диффузионно-твердеющие сплавы.

10.5 Магнитомягкие сплавы.

10.6 Магнитомягкие металлические материалы.

10.7 Магнитомягкие ферритовые материалы.

10.8 Аморфные магнитные материалы.

10.9 Магнитодиэлектрики.

10.10 Магнитные материалы специализированного назначения.

ЗАДАНИЯ 11. Опишите основные характеристики диэлектриков, по которым можно оценить электрические свойства диэлектриков (для всех) и другие (механические, тепловые и физико – химические) характеристики, согласно варианту, по следующему алгоритму:

1) Дайте определение следующим понятиям и приведите формулы для их вычисления:

- удельное объемное сопротивление и проводимость;
- удельное поверхностное сопротивление и проводимость;
- диэлектрическая проницаемость материала;
- тангенс угла диэлектрических потерь;
- электрическая прочность.

2) Опишите следующие характеристики, согласно варианту [5, 9 - 12]:

3.1. Тепловые свойства диэлектриков: температура вспышки жидких паров.

3.2. Тепловые свойства диэлектриков: температура размягчения и теплостойкость материала.

3.3. Тепловые свойства диэлектриков: нагревостойкость и морозостойкость.

3.4. Классы нагревостойкости электроизоляционных материалов.

3.5. Вязкость диэлектрических материалов (вязкость, кинематическая вязкость) и кислотное число.

3.6. Водопоглощение и гигроскопичность диэлектрических материалов.

3.7. Химическая и радиационная стойкость диэлектрических материалов.

3.8. Механические характеристики: предел прочности материала при

растяжении и сжатии.

3.9. Механические характеристики: относительное удлинение при растяжении и удельная ударная вязкость.

3.10. Влажностные характеристики диэлектриков.

ПРИМЕРЫ ВЫПОЛНЕНИЯ ОТДЕЛЬНЫХ ЗАДАНИЙ КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЫ

ЗАДАНИЕ 1. Вычертите диаграмму состояния системы (рис. 11), согласно варианту, и ответьте на следующие вопросы:

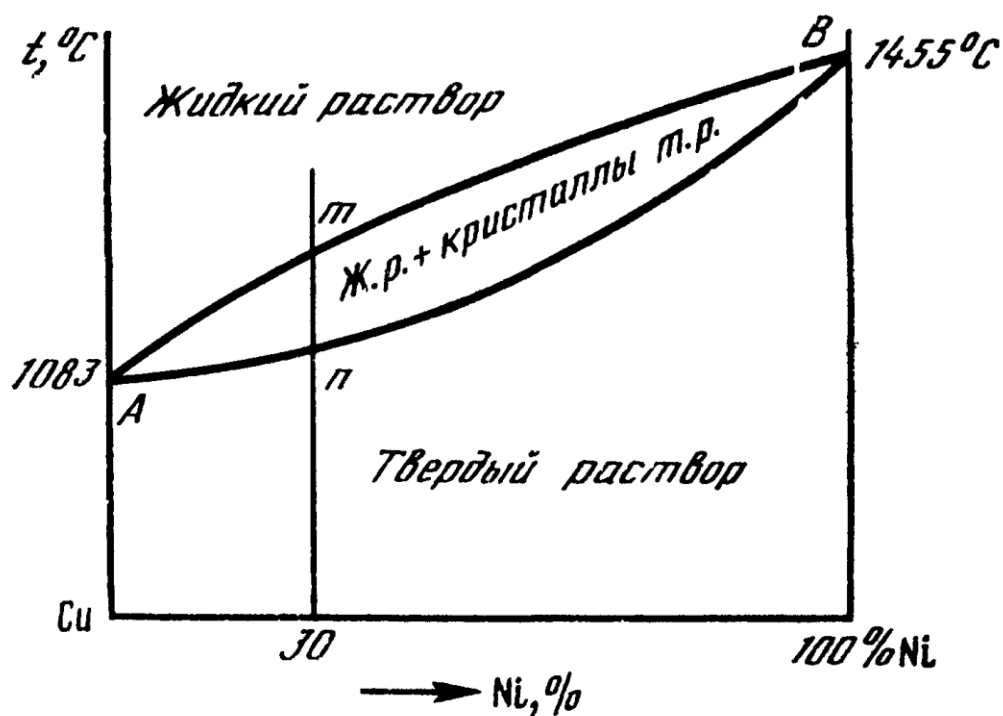


Рис. 11. Диаграмма состояния медь – никель (Cu – Ni)

- 1) к диаграмме какого типа относится данная диаграмма состояния системы;
- 2) опишите строение и основные характеристики кристаллической решетки указанного элемента - меди (тип кристаллической решетки, коэффициент компактности, координационное число);
- 3) опишите взаимодействие компонентов в жидком и твердом состояниях и укажите структурные составляющие во всех областях диаграммы

состояния;

4) опишите характер изменения свойств заданного сплава с помощью правила Курнакова.

Решение:

1. Данная диаграмма двойных сплавов Cu – Ni относится ко второму типу и характеризует сплавы, компоненты которых обладают полной взаимной растворимостью как в жидком, так и в твердом состояниях и не образуют химических соединений.

2. Металлы имеют кристаллические решётки различных типов. Чаще всего встречаются три типа: кубическая объёмно-центрированная решётка (ОЦК), кубическая гране-центрированная решётка (ГЦК), гексагональная плотноупакованная кристаллическая решётка (ГПУ).

Медь (Cu) – этот элемент имеет кубическую гране - центрированную решетку (ГЦК), которая содержит 12 атомов: 8 располагаются по узлам ячейки и 6 атомов в центре каждой грани (рис. 12).

Плотность кристаллической решетки – это отношение объёма, который занимает атом ко всему объёму. Плотность кристаллической решетки характеризуется координированным числом (КЧ), под которым понимают число атомов, находящихся на равном и наименьшем расстоянии от данного атома. Чем выше координационное число, тем больше плотность упаковки. Координированное число для такого типа решётки равно 12 (КЧ=12), плотность кристаллической решётки равна 74%.

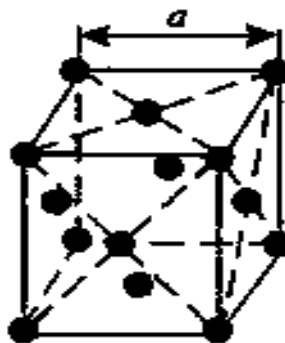


Рис. 12. Кубическая гране - центрированная решетка (ГЦК)

3. Выше линии AmB сплав меди с никелем находится в жидком состоянии и представляет собой однофазный жидкий раствор (ж. р.). Эта линия называется линией ликвидус (с греч. – жидкий), линия AnB – линия солидус (с греч. – твердый), ниже этой линии сплавы находятся в виде твердых растворов (т.р.). Между линией ликвидус и солидус находится двух- фазная область: жидкий сплав и кристаллы твёрдого раствора никеля и меди.

4. Свойства сплава определяются его фазным составом, который показывает диаграмма состояния, поэтому между типом диаграммы состояния и составом сплава существует зависимость (правила Курнакова) (рис.13).

На рис. 13а приведена сама диаграмма состояния «медь – никель». На рис. 13б и 13в соответствующие закономерности изменения свойств сплавов в зависимости от их состава (диаграммы состав – свойство). На оси абсцисс отложен состав сплава (содержание Ni (%)), а на оси ординат – свойства при постоянной температуре. Левая и правая крайние ординаты на этих диаграммах соответствуют свойствам чистых компонентов, а промежуточные – свойствам сплава в зависимости от его состава.

На рис. 13б условно показано изменение твердости Н (аналогично изменяются показатели прочности и электрического сопротивления).

На рис. 13в показано изменение электропроводности Е (аналогично изменяются показатели пластичности). В данном случае при образовании твёрдых растворов (см. рис. 13в) свойства изменяются по криволинейной зависимости.

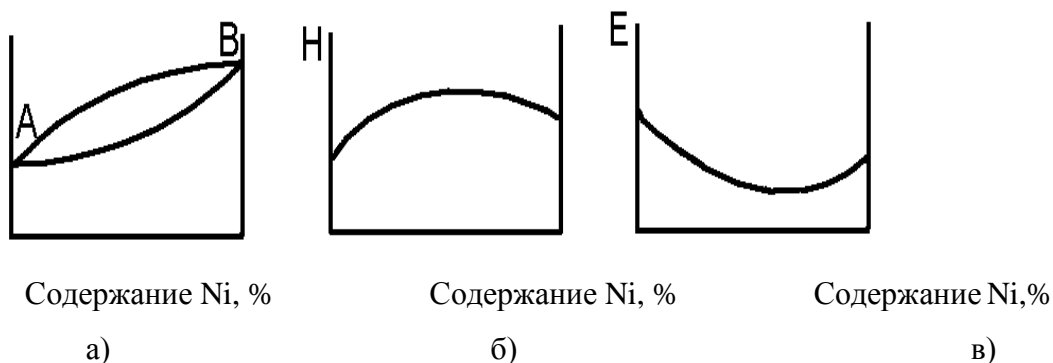


Рис. 13. Связь между диаграммой состояния Cu – Ni и свойствами сплава

ЗАДАНИЕ 2. Вычертите диаграмму состояния железо-углерод и опишите структурные превращения с заданным содержанием углерода, согласно варианту, при охлаждении его от жидкого состояния до 20°C.

1. Полученный сплав является сталью или чугуном, ответ обоснуйте.
2. Опишите компоненты и фазы системы железо – углерод.
3. Приведите схему структуры полученного сплава при температуре 20°C и назовите его структурные составляющие.

Решение:

Заданное содержание углерода – 1,5 %.

1. Сплавы железа с углеродом с содержанием углерода меньше 2,14 % называются сталями, с содержанием больше 2,14 % - чугунами. В нашем случае, заданное содержание углерода 1,5 %, следовательно, данный сплав является сталью.

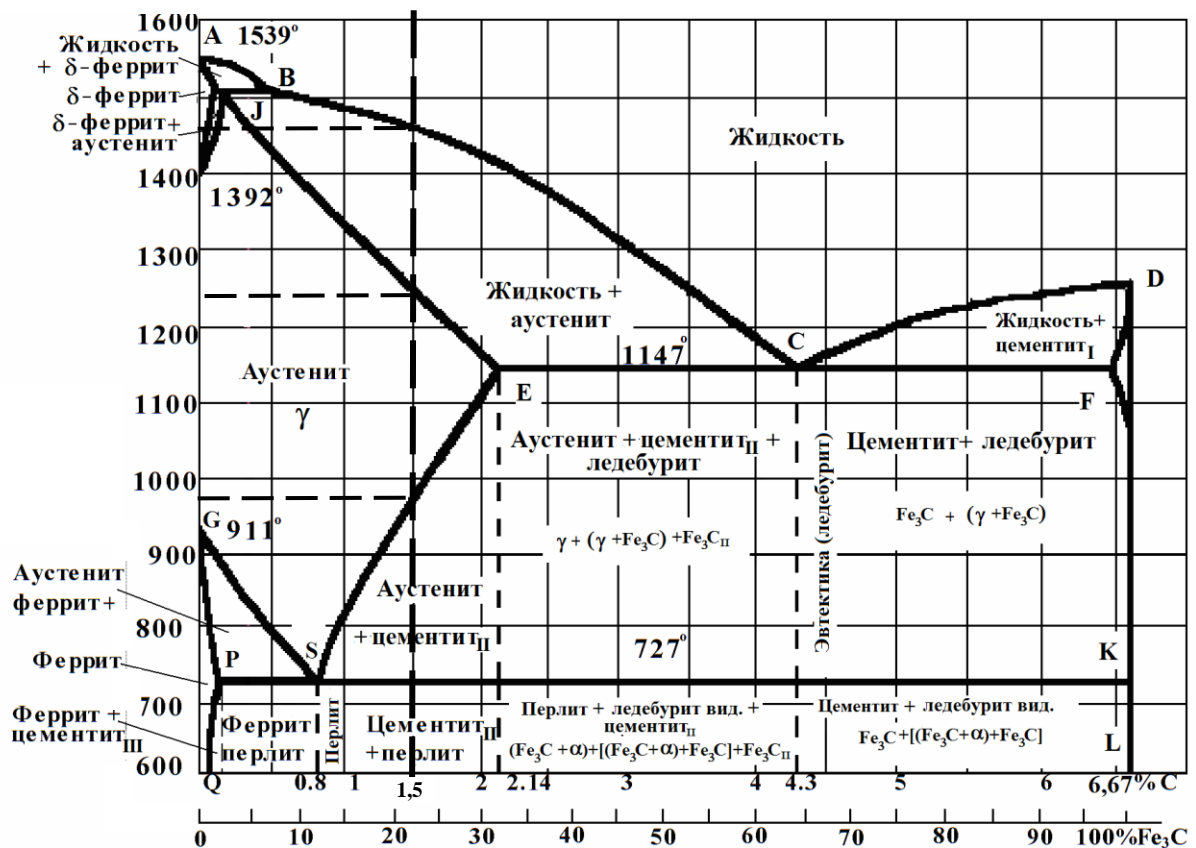


Рис. 14. Диаграмма состояния железо – углерод

2. Основными компонентами системы железо-углерод (рис. 14):

- железо; - углерод.

В зависимости от температуры и содержания углерода образуется ряд структурных составляющих (фаз):

- феррит (Ф);
- аустенит (А);
- цементит (Ц);
- перлит (П);
- ледебурит (Л).

Описание компонентов и фаз в примере не приведено, так как студент самостоятельно должен дать подробное описание каждого элемента с указанием физико – механических свойств [1 - 7].

3. На рис. 14 отметим на горизонтальной оси заданное процентное содержание углерода (1,5 %) и проведем вертикальную линию (штрихпунктирная). Сталь с содержанием 1,5 % относится к заэвтектоидным сталям.

Полученный сплав при температуре 1450°C начинается процесс первичной кристаллизации – из жидкого раствора начинает кристаллизоваться аустенит (точка пересечения с линией ликвидус ABCD) до температуры 1250°C (точка пересечения с линией солидус AECF).

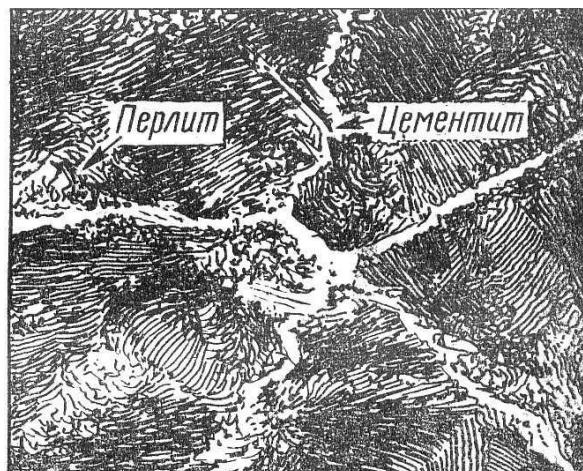


Рис. 15. Структура заэвтектоидной стали

При дальнейшем снижении температуры до 980°C сплав находится в аустенитном состоянии. При температуре 980°C начинается превращение аустенита в цементит (точка пересечения с линией SE) до температуры 727°C . При дальнейшем охлаждении полученный сплав представляет собой сплав перлита (темные участки) и цементита (светлые участки в виде сетки или игл) (рис. 15).

ЗАДАНИЕ 4. Опишите процесс, заданный согласно варианту, по следующей схеме:

- 1) к какому типу обработки относится данный процесс;
- 2) назначение и классификация процесса, режимы и схемы заданного процесса.

Решение.

Задан процесс – превращение стали при термической обработке.

1. Данный процесс относится к термической обработке стали.
2. Возможность упрочнения сталей путем термической обработки обусловлена наличием аллотропических превращений в твердом состоянии. Охлаждая аустенит с различными скоростями и вызывая тем самым различную степень переохлаждения, можно получить продукты распада аустенита, которые отличаются по строению и свойствам.

Наглядное представление о превращениях переохлажденного аустенита можно получить из диаграммы его изотермического превращения (рис. 16).

Кривая 1 (см. рис. 16) соответствует началу распада аустенита при различных степенях охлаждения. Кривая 2 показывает окончание процесса распада аустенита на ферритоцементитную смесь.

Малая скорость охлаждения v_1 приводит к образованию грубой смеси феррита и цементита, перлита (П) с твердостью HRC10. Сорбит

(первая закалочная структура) получается при скорости охлаждения v_2 и представляет собой смесь феррита и цементита; отличается более тонкодисперсным строением, твердость HRC20. Троостит (вторая закалочная структура) получается при скорости охлаждения v_3 в результате распада переохлажденного аустенита при $500...550^{\circ}\text{C}$, обладает значительной упругостью; представляет собой тонкодисперсную смесь феррита и цементита, твердость HRC30.

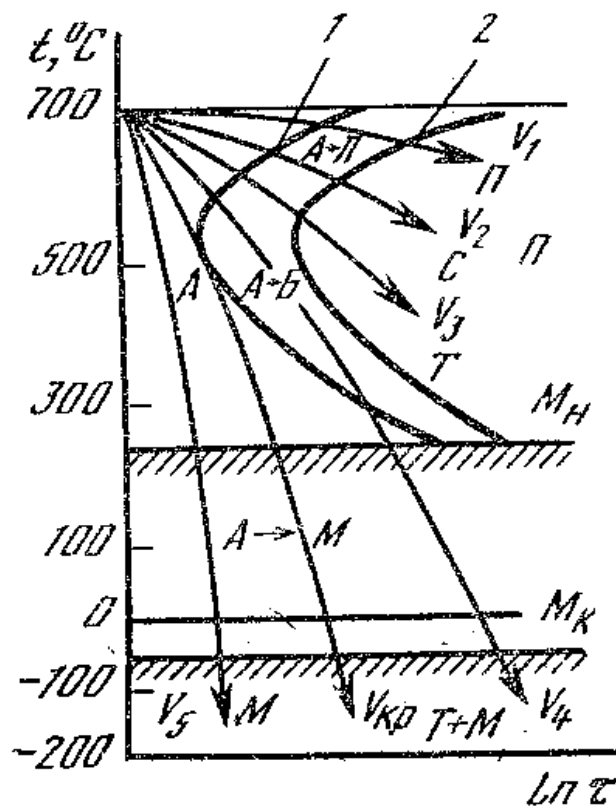


Рис. 16 Диаграмма изотермического превращения аустенита

Превращение стали из аустенита в мартенсит происходит при очень быстром охлаждении ($v_5 > v_{кр}$). Для мартенсита характерна игольчатая структура, он тверд и хрупок, твердость HRC62...66. При скорости v_4 структура стали состоит из троостита и мартенсита.

ЗАДАНИЕ 4. Опишите заданный тип стали.

Решение:

Заданы сплавы высокого электросопротивления. Данные сплавы применяются для изготовления электронагревателей и элементов сопротивления (резисторов, реостатов). Основные требования к ним: высокая жаростойкость, высокое электросопротивление и достаточная прочность для сохранения формы при нагревании. Чаще всего используются железохромоалюминиевые сплавы, например, Х13Ю4 (фехраль), ОХ23Ю5 (хромель) и никелевые сплавы, например, Х20Н80 (нихром).

Например, рассмотрим сплав Х20Н80 – это хромоникелевый сплав. Его химический состав: хром – 20-25 %, никель – 75-80 %. Его характеристики: удельное сопротивление – 1,02-1,12 Ом·мм² / м, допустимая температура – 1000-1100⁰ С.

Х13Ю4 – это железохромоалюминиевый сплав, содержащий 13% хрома и 4% алюминия. Сплав сочетает жаростойкость с высоким удельным электрическим сопротивлением; температура плавления - 1470 °С, плотность - . 7,3 г/см³. Он уступает по жаростойкости хромалю, но дешевле его и обладает более высокой технологической пластичностью при горячей и холодной деформации.

ЗАДАНИЕ 6. Расшифруйте следующие обозначения сталей и укажите к какому типу стали они относятся.

Решение:

Задан сплав – сталь 20Х20Н14С2.

Тип – жаропрочная аустенитоферритного класса.

Назначение – печные конвейеры, ящики для цементации и другие детали термических печей.

Расшифруем обозначение: 20 – содержание углерода 0,2%; Х20 - содержание хрома 20%; Н14 – содержание никеля 14%; С2 – содержание кремния 2%. Приведем химический состав и механические свойства данного сплава ниже.

Химический состав сплава 20Х20Н14С2, %

C	Mn	Si	Cr	Ni	S	P	Cu	Ti
Не более					Не более			
0,20	1,5	2,0-3,0	19,0-22,0	12,0-15,0	0,025	0,035	0,3	0,2

Механические свойства

ГОСТ	Состояние поставки, режимы термообработки	Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5	ψ
			МПа		%	
			Не менее			
5949-75	Прутки. Закалка 1000-1150 ⁰ С, воздух или вода.	60	295	590	35	55
5582-75	Листы горячекатаные или холод- нокатаные. Закалка 100-1080 ⁰ С, воздух или вода.	До 3,9	-	590	40	-

где $\sigma_{0,2}$ – условный предел текучести, σ_B – временное сопротивление разрыву,

δ_5 и ψ – относительное удлинение и сужение соответственно.

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

Основная литература

1. Фетисов Г.П. *Материаловедение и технология металлов: учебник* / Г.П. Фетисов, Ф.А. Гарифуллин. – 2-е изд., испр. – М.: Изд-во Оникс, 2008- 624 с.: ил.
2. *Материаловедение и технология конструкционных материалов: учеб.* / Под ред. В.Б. Арзамасова, А.А. Черепихина. – М.: Академия, 2007. – 448 с.: ил. – (Высш. проф. образование)
3. Солнцев Ю.П. *Материаловедение: учебник* / Ю.П. Солнцев, С.А. Волотжанина. – 2-е изд., стер. – М.: Академия, 2008. – 496 с: ил. – (Среднее проф. образование)
4. *Технология конструкционных материалов: учебник* / Под ред. О.С. Комарова. – Мн: Новое знание, 2005. – 560 с., ил.
5. Колесов С.Н. *Материаловедение и технология конструкционных материалов: учебник для вузов* / С.Н. Колесов, И.С. Колесов. – 2-е изд., перераб. и доп. – М: Высш. школа, 2007. – 535 с., ил.
6. *Материаловедение. Технология конструкционных материалов: учеб. пособие для студентов вузов, обучающихся по направлению подгот.* «Электротехника, электромеханика и электротехнологии» / Под ред. В.С. Чередниченко. – 2-е изд., перераб. - М: Омега – Л, 2006. – 752 с., ил.

Дополнительная литература

7. Дриц М.Е., Москалев М.а. *Технология конструкционных материалов и материаловедение: учеб. для вузов.* – М: Высш. школа, 1990. – 447 с., ил.
8. Белоруссов Н.И. *Электротехнические кабели, провода и шнуры: справочник.* – 5-е изд., перераб. и доп. – М: Энергоатомиздат, 1988. – 536 с., ил.
9. *Справочник по электротехническим материалам: Т.1* / Под ред. Ю.В. Корицкого. – 3-е изд., перераб. – М: Энергоатомиздат, 1986. – 368 с., ил.

10. Справочник по электротехническим материалам: Т.2 / Под ред. Ю.В. Корицкого. – 3-е изд., перераб. – М: Энергоатомиздат, 1987. – 464 с., ил.
11. Справочник по электротехническим материалам: Т.3 / Под ред. Ю.В. Корицкого. – 3-е изд., перераб. – М: Энергоатомиздат, 1988. – 728 с., ил.
12. Электротехнический справочник. Общие вопросы. Электротехнические материалы: Т. 1 / Под общ. ред. проф. МЭИ В.Г. Герасимова и др. – 9-е изд., стер. – М: Изд-во МЭИ, 2003. – 440 с., ил.
13. Готман П.Е. Электротехнические материалы: справочник. – 2-е изд. – М: Энергия, 1969. – 544 с.
14. Алиев И.И. Справочник по электротехнике и электрооборудованию: учебное пособие для вузов. – 4-е изд., доп. – Ростов н/Д: Феникс, 2003. – 480 с.
15. Кожанова Е.Р., Мосиенко А.С. Электротехническое материаловедение: методические указания к контрольной работе – Балаково, 2010.- 32с.
15. <http://sermir.narod.ru/train.htm>

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	2
ТРЕБОВАНИЯ, ПРЕДЪЯВЛЯЕМЫЕ К СОДЕРЖАНИЮ И ОФОРМЛЕНИЮ КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЫ	2
ВЫБОР ВАРИАНТОВ ЗАДАНИЙ КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЫ	3
ЗАДАНИЯ К КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЕ	4
ПРИМЕРЫ ВЫПОЛНЕНИЯ ОТДЕЛЬНЫХ ЗАДАНИЙ КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЫ	15
СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ	23
СОДЕРЖАНИЕ	24

ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКОЕ И КОНСТРУКЦИОННОЕ МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ

Методические указания к выполнению контрольной работы
по дисциплине «Электротехническое и конструкционное материаловедение»
для направления подготовки «Электроэнергетика и электротехника»
заочной формы обучения

Составила КУДАШЕВА ИРИНА ОЛЕГОВНА

Редактор Л.В. Максимова

Подписано в печать
Бумага тип.
Тираж 100 экз.

Усл. печ. л. 1,5
Заказ

Формат 60 x 84 1/16
Уч.-изд. л. 1,5
Бесплатно