

Контрольная работа №1.

Номер Вашего варианта определяется первой буквой Вашей фамилии, см. первую и вторую колонки в таблице 34.

Таблица 34 - Варианты заданий контрольной работы № 1

В-т		П.1.1. Номер диа- граммы	П.1.3. Хим. состав	П.1.4. Структура*	П.1.5. Кривая охлаждения	П.1.6. Число степеней свободы	П.1.10. Кривая охлаждения Fe-C	П.1.11. Правило отрезков Fe-C
1	А	1	20%B T=250 ⁰ C	$Q_{(A+B)}=75\%$ $Q_A = 25\%$ T=100 ⁰ C	10%B	20%B T=150 ⁰ C	0,5%C	1000 ⁰ C 750 ⁰ C
2	БВ	1	40%B T=50 ⁰ C	$Q_B=70\%$ $Q_{\text{ж}} = 30\%$ T=350 ⁰ C	50%B	20%B T=300 ⁰ C	0,75%C	1450 ⁰ C 650 ⁰ C
3	ГД	2	10%B T=350 ⁰ C	$Q_{\text{ж}} = 20\%$ $Q_{\beta} = 80\%$ T=300 ⁰ C	50%B	90%B T=250 ⁰ C	1%C	1000 ⁰ C 650 ⁰ C
4	ЕЁ	2	15%B T=300 ⁰ C	$Q_{\beta}=30\%$ $Q_{\alpha} = 70\%$ T=100 ⁰ C	90%B	50%B T=300 ⁰ C	1,5%C	850 ⁰ C 650 ⁰ C
5	ЖЗ	3	20%B T=600 ⁰ C	$Q_{\alpha}=50\%$ $Q_{\text{ж}} = 50\%$ T=500 ⁰ C	70%B	50%B T=300 ⁰ C	2%C	1000 ⁰ C 650 ⁰ C
6	ИЛ	3	80%B T=400 ⁰ C	$Q_{\alpha}=20\%$ $Q_{\text{ж}} = 80\%$ T=600 ⁰ C	60%B	80%B T=600 ⁰ C	2,5%C	1100 ⁰ C 700 ⁰ C
7	К	4	10%B T=300 ⁰ C	$Q_B=60\%$ $Q_{\text{ж}} = 40\%$ T=400 ⁰ C	50%B	30%B T=200 ⁰ C	3%C	900 ⁰ C 650 ⁰ C
8	МН	4	50%B T=400 ⁰ C	$Q_B=33\%$ $Q_{(AnBm+B)} = 67\%$ T=100 ⁰ C	30%B	20%B T=450 ⁰ C	3,5%C	850 ⁰ C 650 ⁰ C
9	ОП	5	10%B T=400 ⁰ C	$Q_{(A+B)}=67\%$ $Q_A = 33\%$ T=100 ⁰ C	80%B	20%B	4%C	1000 ⁰ C 700 ⁰ C
10	РТ	5	80%B T=400 ⁰ C	$Q_{(A+B)}=90\%$ $Q_B = 10\%$ T=100 ⁰ C	20%B	70%B T=150 ⁰ C	4,5%C	1000 ⁰ C 650 ⁰ C
11	С	6	30%B T=250 ⁰ C	$Q_{\beta}=20\%$ $Q_{\text{ж}} = 80\%$ T=300 ⁰ C	5%B	90%B T=250 ⁰ C	5%C	1000 ⁰ C 650 ⁰ C
12	УФ Х	6	75%B T=100 ⁰ C	$Q_{\beta}=60\%$ $Q_{\alpha} = 40\%$ T=100 ⁰ C	5%B	95%B T=250 ⁰ C	5,5%C	1000 ⁰ C 650 ⁰ C
13	ЦЧ	7	50%B T=350 ⁰ C	$Q_{\text{ж}}=10\%$ $Q_{\alpha} = 90\%$ T=500 ⁰ C	20%B	80%B T=300 ⁰ C	6%C	1000 ⁰ C 650 ⁰ C
14	ШЩ	8	15%B T=450 ⁰ C	$Q_{(A+AnBm)}=33\%$ $Q_{AnBm} = 20\%$ T=100 ⁰ C	90%B	50%B T=600 ⁰ C	3%C	1200 ⁰ C 800 ⁰ C
15	ЭЮ Я	8	35%B T=200 ⁰ C	$Q_{\text{ж}}=10\%$ $Q_{AnBm} = 90\%$ T=400 ⁰ C	20%B	10%B T=150 ⁰ C	5,5%C	1200 ⁰ C 850 ⁰ C

* $Q_{(A+B)}$, $Q_{(A+AnBm)}$, $Q_{(\alpha+\beta)}$, $Q_{(AnBm+B)}$ – означает массу соответствующих эвтектик.

- 1.1. Начертить диаграмму под №, соответствующим Вашему варианту (таблица 34, П.1.1), диаграммы изображены на рисунке 39.
- 1.2. Описать превращения по диаграмме, т.е. дать ее название, описать все точки, линии, фазы, структуры имеющиеся на диаграмме.
- 1.3. Определить при помощи правила отрезков массовое соотношение фаз в точке (таблица 34, П.1.3.), химический состав фаз.
- 1.4. Определить при помощи правила отрезков химический состав сплава по структуре (таблица 34, П.1.4).
- 1.5. Построить кривую охлаждения для сплава (таблица 34, П.1.5.)
- 1.6. Найти число степеней свободы в точке (таблица 34, П.1.6.).

- 1.7. Начертить диаграмму Fe-C.
- 1.8. Описать линии, точки, фазы и структуры.
- 1.9. Построить кривую охлаждения для сплава с содержанием углерода, указанным в таблице 34 (П.1.9.).
- 1.10. Для данного сплава (таблица 34, П.1.10.) найти массовое соотношение фаз при двух температурах, указанных в таблице 34 (П.1.11.), химический состав фаз.

Диаграмма № 1

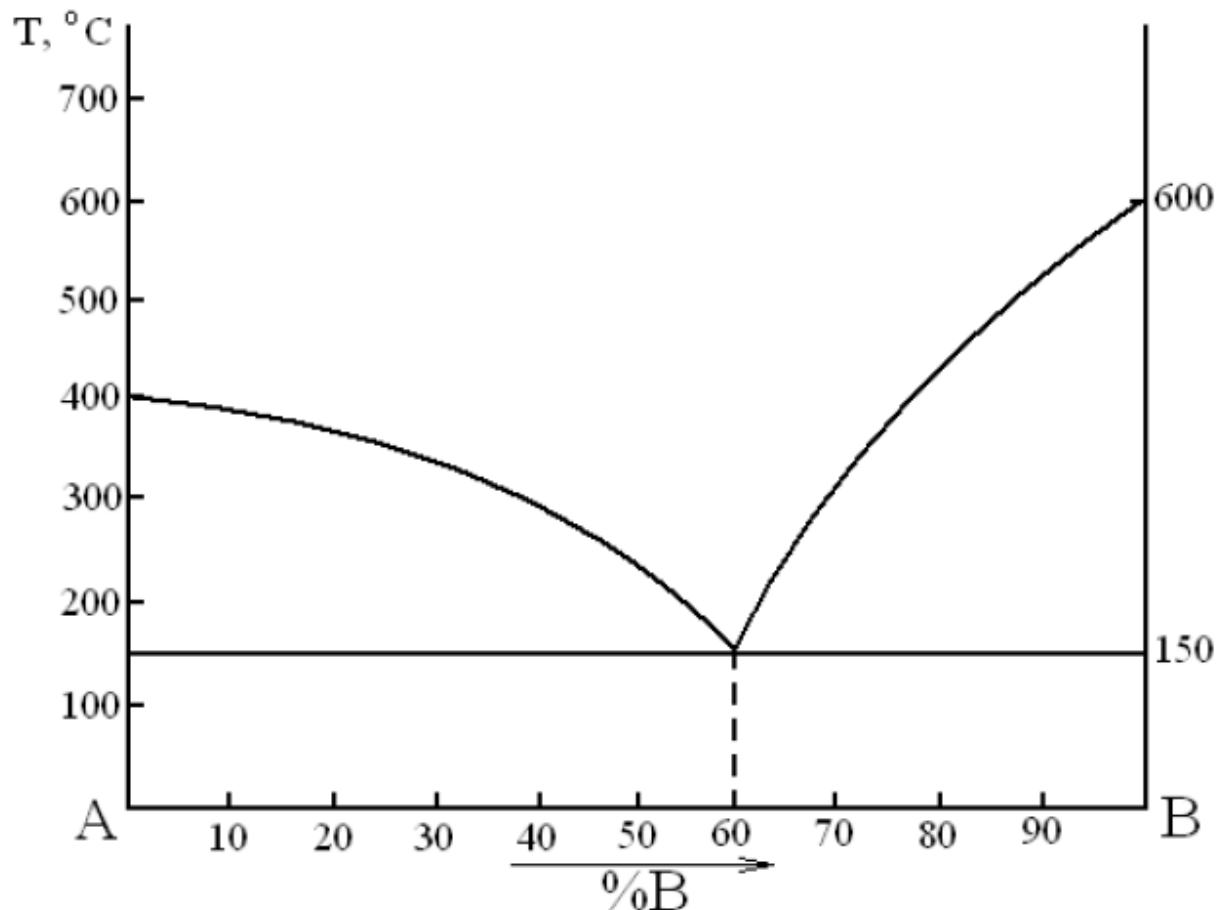


Диаграмма №2

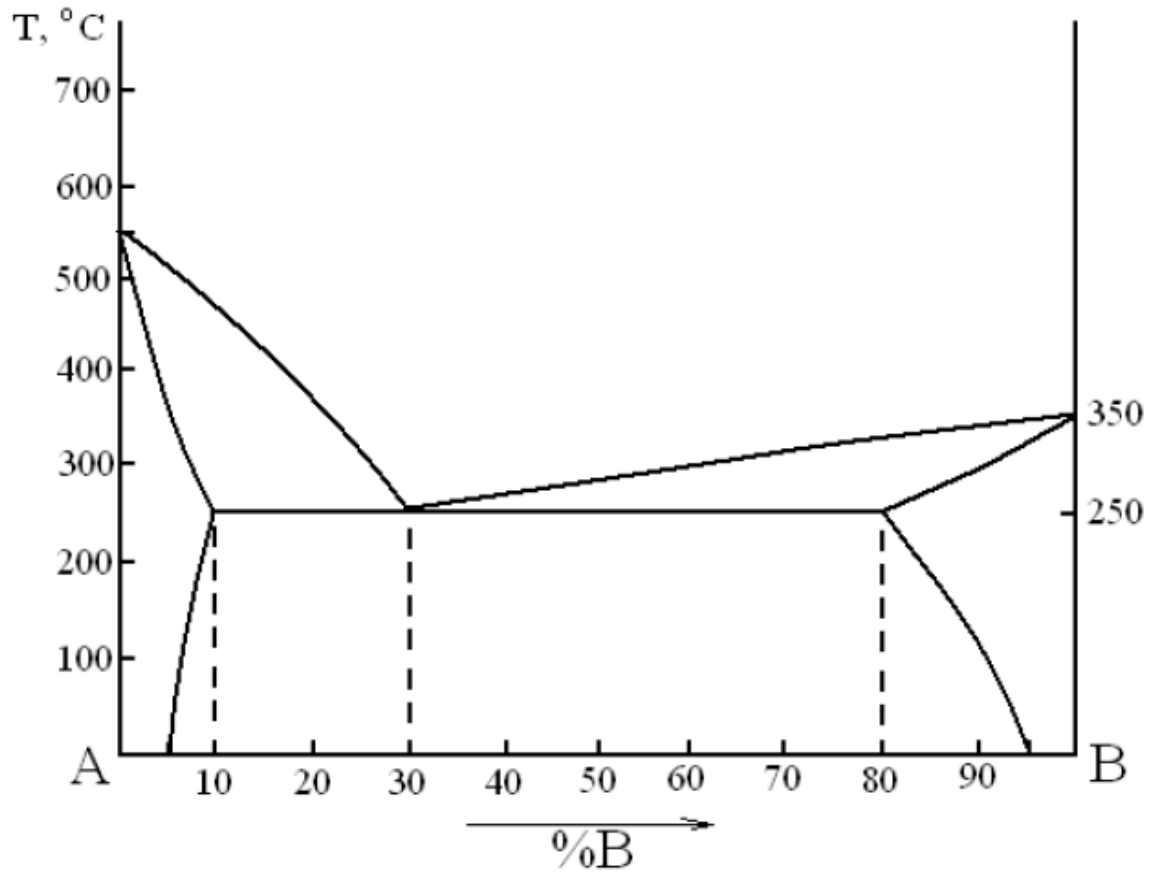
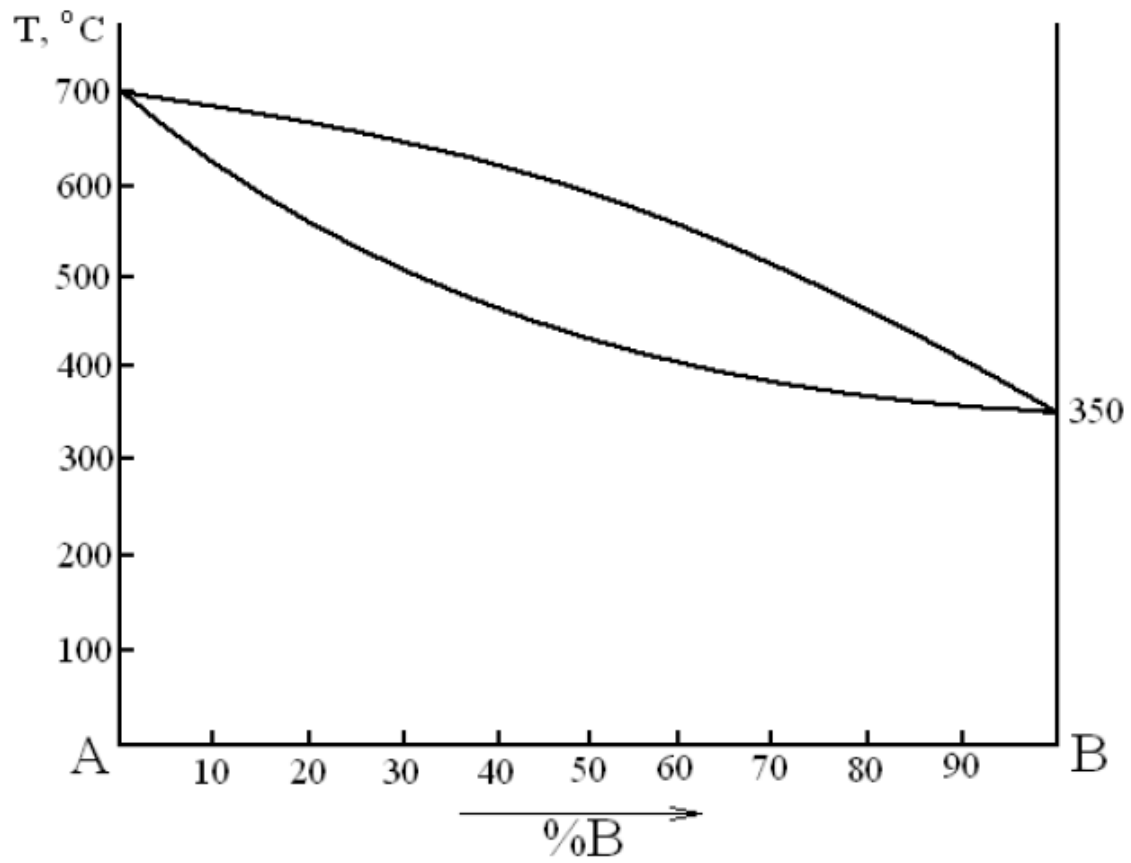


Диаграмма №3



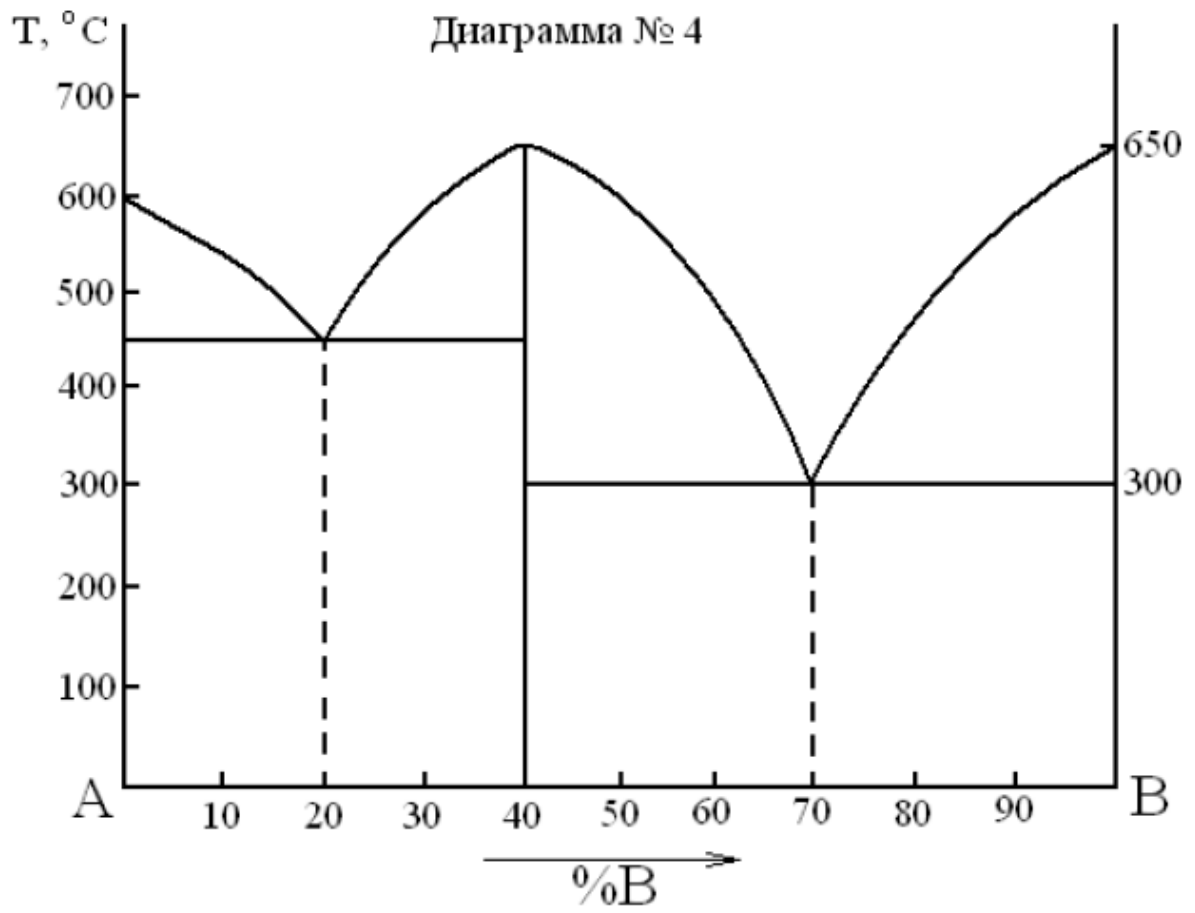


Диаграмма № 5

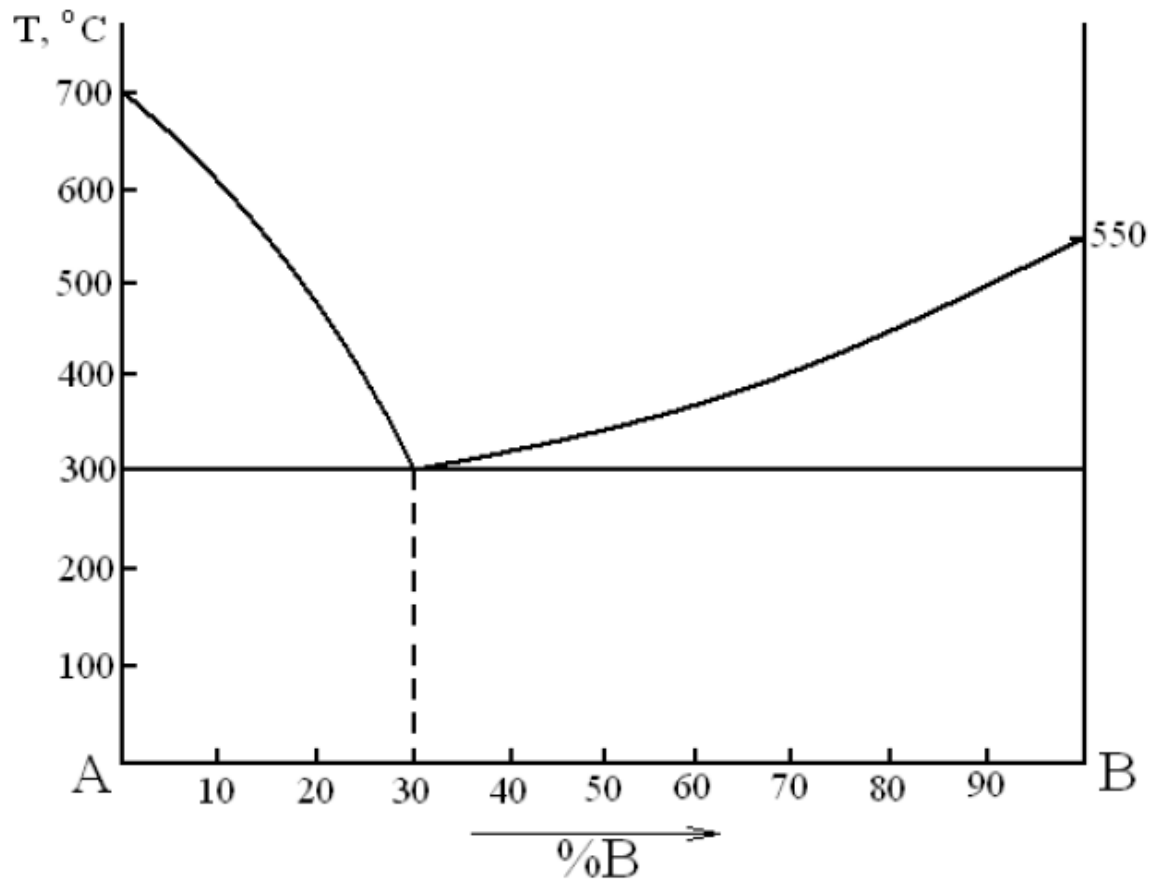


Диаграмма № 6

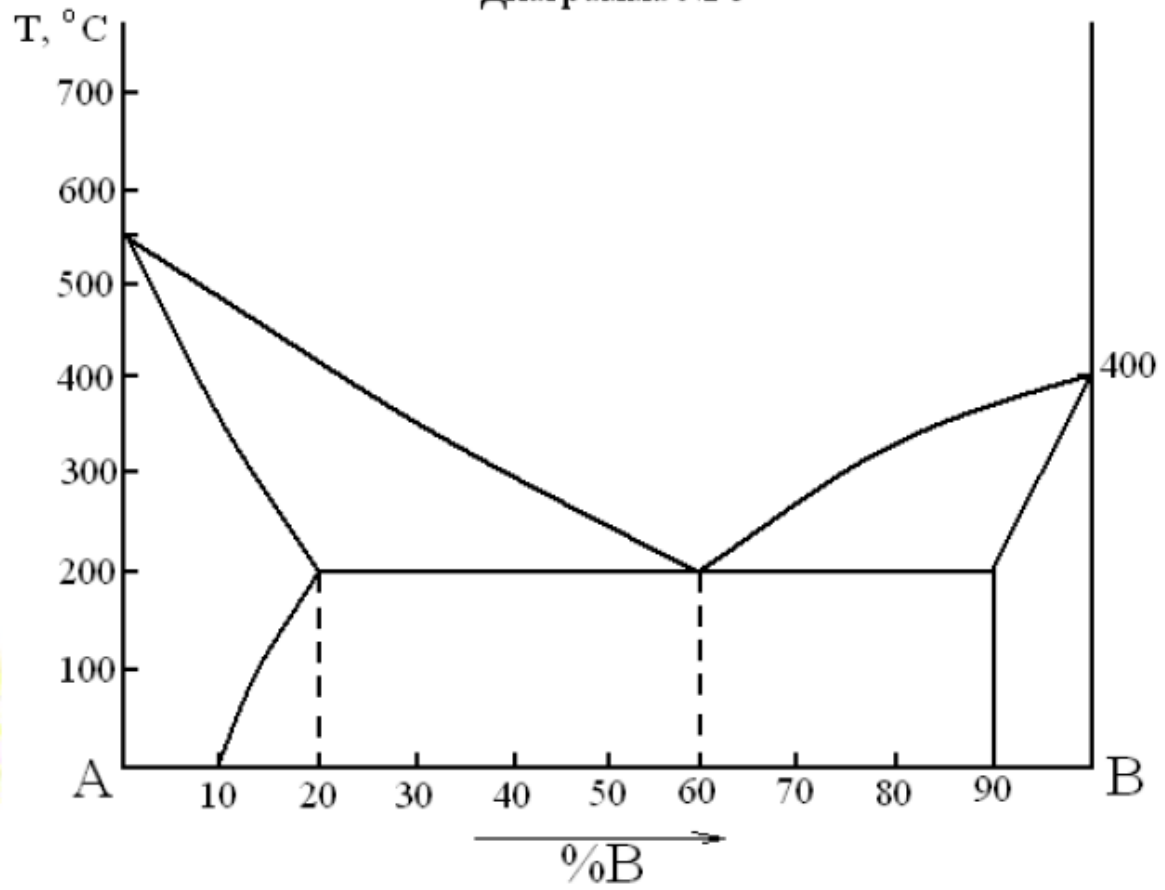


Диаграмма № 7

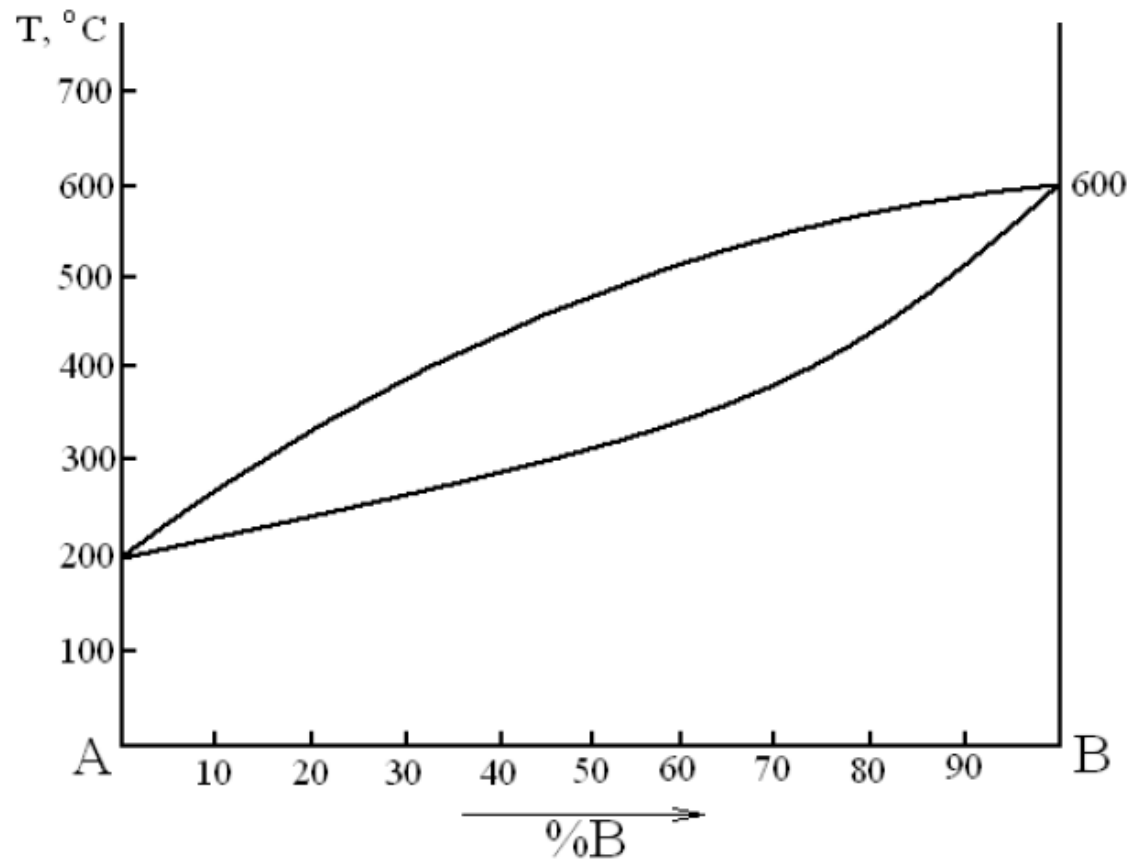


Диаграмма № 8

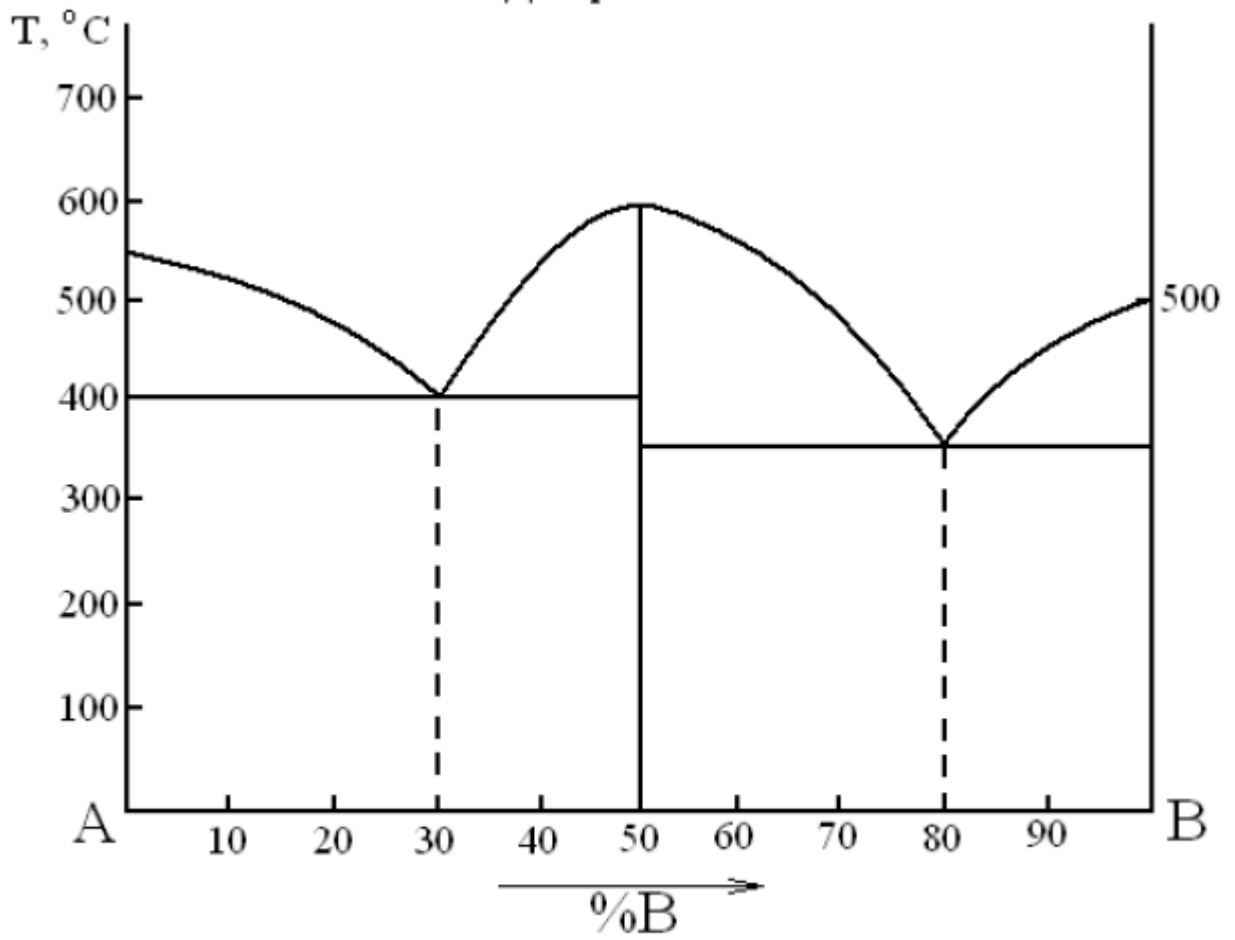


Рисунок 39 – Двухкомпонентные диаграммы состояния
(задания к контрольной работе №1)

Пример решения контрольной работы № 1

Пусть дана диаграмма, представленная на рисунке 40 – зарисовываем ее и дальнейшее решение проводим с помощью этого рисунка.

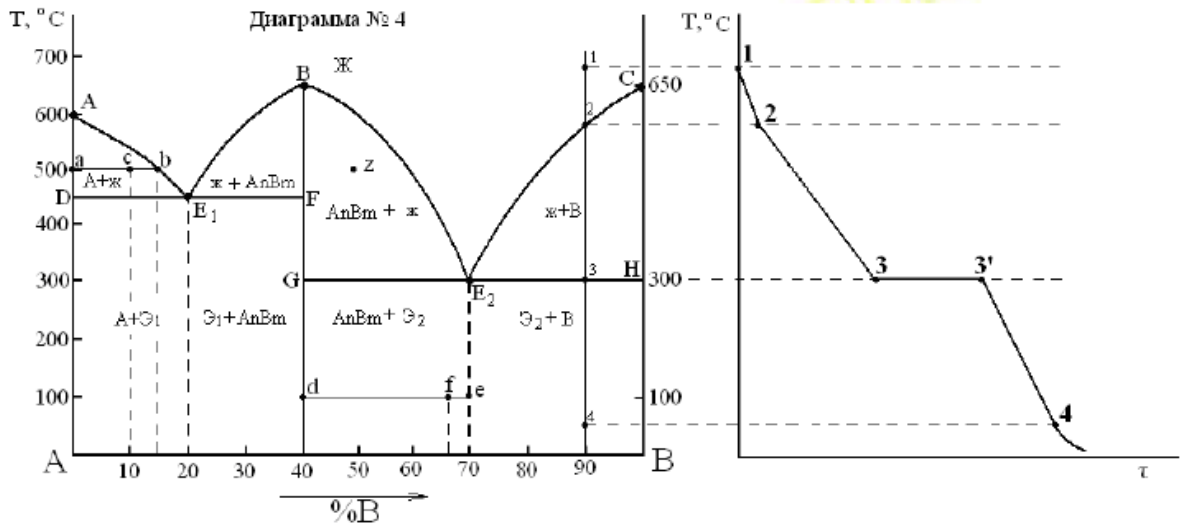


Рисунок 40 – Диаграмма состояния для сплавов с образованием устойчивого химического соединения и кривая охлаждения сплава 90%B+10%A.

1.2. Описать превращения по диаграмме.

Название: диаграмма состояния для сплавов с образованием устойчивого химического соединения.

Точки: (·)A – температура плавления компонента A; (·)C – температура плавления компонента B; (·)B – температура плавления химического соединения A_nB_m ; (·)E₁ – первая точка эвтектики; (·)E₂ – вторая точка эвтектики.

Линии: AE₁BE₂C – линия ликвидус; DF и GH – линии солидус.

Фазы и структуры: Ж – расплав компонентов A и B; А – кристаллы компонента A; В – кристаллы компонента B; A_nB_m – кристаллы A_nB_m ; Э₁ – первая эвтектика – мелкодисперсная механическая смесь кристаллов A и A_nB_m ; Э₂ – вторая эвтектика – мелкодисперсная механическая смесь кристаллов A_nB_m и B.

1.3. Определить при помощи правила отрезков структуру сплава в точке. Дано: 10%B, T=500°C.

Этим данным соответствует точка c на диаграмме (см. рисунок 40). В этой точке две фазы, расплав и кристаллы компонента A, т.е. правило отрезков применимо. Через точку c проводим горизонтальный отрезок ab до пересечения с линиями диаграммы. Составляем пропорцию и решаем ее измерив длину всех отрезков (буквой Q обозначаем массу). При решении необходимо помнить, что при составлении пропорции отрезок, соответствующий данной фазе, это дальний от нее отрезок, т.е. расплаву соответствует отрезок ac, а кристаллам A – cb. Общая масса – это 100%, и ей соответствует общий отрезок ab.

$$\frac{Q_A}{Q_{\text{общ}}} = \frac{cb}{ab}; \quad \frac{Q_A}{100\%} = \frac{5}{15}; \quad Q_A = \frac{5}{15} \cdot 100\% = 33,3\%, \quad Q_{\text{ж}} = 100\% - 33,3\% = 66,7\%$$

Химический состав расплава описывается точкой **b** (15%B +85%A), а твердой фазы – точкой **a**.

Ответ: $Q_A = 33,3\%$; $Q_{\text{ж}} = 66,7\%$; $C_A = 100\% \text{ A}$; $C_{\text{ж}} = 15\% \text{ B} + 85\% \text{ A}$.

1.4. Определить при помощи правила отрезков химический состав сплава по структуре. Дано: $Q_{A_n B_m} = 10\%$, $Q_{(A_n B_m + B)} = 90\%$, $T = 100^\circ \text{C}$.

Эта задача является обратной задаче 1.3, т.е. нам дано весовое соотношение и надо найти точку на диаграмме, которой оно соответствует. Из данных задачи следует, что в искомой области присутствуют кристаллы $A_n B_m$ и вторая эвтектика – это область под отрезком GE_2 на диаграмме. В этой области проводим горизонтальный отрезок **de** при температуре 100°C . На этом отрезке существует некоторая точка **f**, которая соответствует условиям задачи, соответственно можно составить пропорцию и решить ее:

$$\frac{Q_{A_n B_m}}{Q_{\text{общ.}}} = \frac{fe}{de}; \quad \frac{10\%}{100\%} = \frac{fe}{30}; \quad fe=3$$

Т.к. длина отрезка **fe** найдена, можно определить химический состав сплава в точке **f**: 67%B и 33%A

Ответ: $C_{\text{сплава}} = 67\% \text{ B} + 33\% \text{ A}$.

1.5. Построить кривую охлаждения для сплава. Дано: 90%B.

Проводим вертикальную линию для данного химического состава и все точки пересечения этой линии с линиям диаграммы последовательно нумеруем, первая точка должна быть в расплаве – см. рисунок 40. При построении надо помнить, что: 1) если в данной точке начинается кристаллизация, то выделяется тепло и охлаждение идет медленнее (более пологий участок); 2) если число степеней свободы равно нулю, то на кривой охлаждения будет горизонтальный участок. Решение приведено на рис. 23 справа:

(•)1. $C_1 = 2 - 2 + 1 = 2$, т.к. 2 компонента и 1 фаза.

от (•)1 до (•)2 остывает расплав.

(•)2. Начинается кристаллизация компонента В, охлаждение пойдет медленнее. $C_2 = 2 - 2 + 1 = 1$, т.к. 2 компонента и 2 фазы.

от (•)2 до (•)3 кристаллизуется компонент В.

(•)3. Линия эвтектики. Здесь одновременно кристаллизуются компонент В и химическое соединение $A_n B_m$, т.е. вторая эвтектика, поэтому в равновесии находятся 3 фазы – Ж и кристаллы В и $A_n B_m$.

$C_3 = 2 - 3 + 1 = 0$. На кривой охлаждения горизонтальный участок 3 3', т.е. температура не меняется, пока весь расплав не превратится во вторую эвтектику.

от (•)3 до (•)4 остывает механическая смесь фаз $A_n B_m$ и В.

(•)4. $C_4 = 2 - 2 + 1 = 1$.

1.6. Найти число степеней свободы в точке. Дано 50%B, $T = 500^\circ \text{C}$.

На рисунке 40 это (•)z. По формуле Гиббса $C = K - \Phi + 1$. У нас 2 компонента, 2 фазы ($A_n B_m$ и Ж), поэтому $C = 2 - 2 + 1 = 1$.

1.7.. Зарисовываем диаграмму железо-углерод – см. рисунок 41.

1.8. Описать линии, точки, фазы и структуры.

Задание 2.1 выполняется аналогично заданию 1.1.

1.9. Построить кривую охлаждения для сплава. Дано: 2%С.

Решение показано на рисунке 41, справа.

(•)1. $C_1 = 2 - 2 + 1 = 2$: 2 компонента (Fe и C), 1 фаза (Ж),

от (•)1 до (•)2 остывает железо-углеродный расплав.

(•)2. Появляются первые кристаллы аустенита, на кривой будет перегиб, т.к. идет процесс кристаллизации.

$C_2 = 2 - 2 + 1 = 1$: 2 компонента, 2 фазы (Ж и А).

от (•)2 до (•)3 идет кристаллизация аустенита.

(•)3. Линия солидус, последний момент кристаллизации аустенита. Т.к. кристаллизация закончилась, дальше охлаждение идет быстрее.

$C_3 = 2 - 2 + 1 = 1$: 2 компонента, 2 фазы (Ж и А).

От (•)3 до (•)4 остывает аустенит.

(•)4. Из аустенита начинает выделяться вторичный цементит и охлаждение опять пойдет медленнее.

$C_4 = 2 - 2 + 1 = 1$: 2 фазы (А и Ц).

От (•)4 до (•)5 по линии ES падает растворимость углерода в аустените, кристаллизуется вторичный цементит, охлаждение идет медленнее.

(•)5. Линия эвтектоидного превращения (перлитного) PSK. Аустенит распадается на феррито-цементитную смесь, т.е. в равновесии 3 фазы, на кривой охлаждения горизонтальный участок 5 5', до тех пор, пока не закончится превращение.

$C_5 = 2 - 3 + 1 = 0$: 3 фазы (А, Ф, Ц).

От (•)5 до (•)6 остывает механическая смесь феррита и цементита (структура цементит + перлит).

$C_6 = 2 - 2 + 1 = 1$: 2 фазы.

1.10. Для данного сплава найти весовое соотношение фаз, химический состав фаз. Дано: 2%С, $T = 1350^\circ\text{C}$.

Условиям задания соответствует точка **b** на диаграмме (см. рисунок 41). В этой точке имеются аустенит, химический состав которого описывается точкой **a** (0,87%С) и расплав, химический состав которого описывается точкой **c** (2,7%С)

Составляем и решаем пропорцию:

$$\frac{Q_A}{Q_{\text{обм}}} = \frac{bc}{ac}; \quad \frac{Q_A}{100\%} = \frac{10}{27}; \quad Q_A = \frac{10}{27} \cdot 100\% = 37\%; \quad Q_{\text{ж}} = 63\%$$

Ответ: $Q_A = 37\%$; $Q_{\text{ж}} = 63\%$; $C_A = 0,87\%С$; $C_{\text{ж}} = 2,7\%С$.

Аналогично происходит решение при второй температуре, но при этом необходимо правильно определить какие две фазы имеются в данной точке и где на диаграмме слева и справа от данной точки расположены границы существования этих двух фаз.

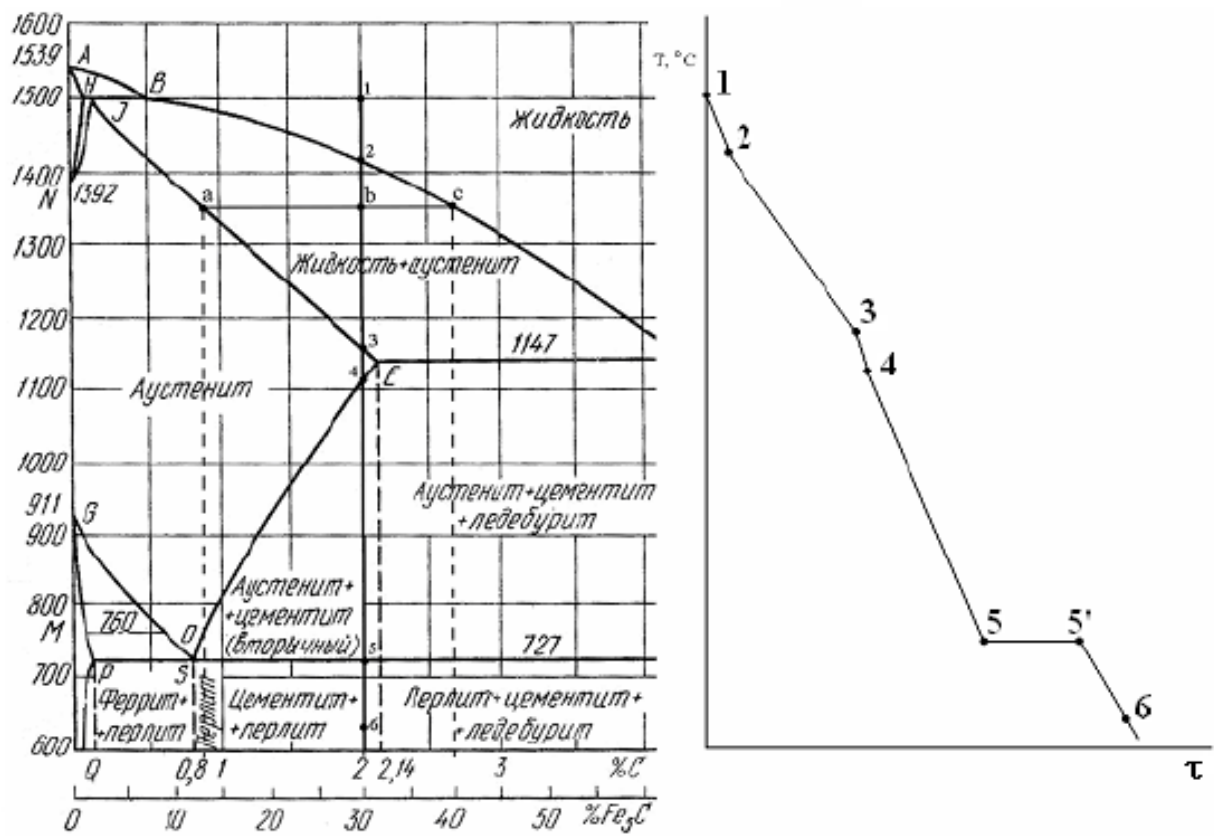


Рисунок 41 – Диаграмма Fe-C и кривая охлаждения для сплава с 2%С.

Контрольная работа №2

1.1. Расшифровать марку и химический состав двух сталей (таблица 36, П.1.1)

1.2. Выбрать режим термообработки.

1.3. Описать структуру после термообработки, механические и технологические свойства, область применения.

2.1. Расшифровать марку алюминиевого сплава данного в таблице (таблица 36, П.2.1.). Привести химический состав, определить основной ЛЭ. Описать влияние легирующих элементов на свойства сплава.

2.2. Вычертить диаграмму Al – основной ЛЭ для этого сплава.

2.3. Выбрать режим термообработки.

2.4. Описать структуру после термообработки, механические и технологические свойства, область применения.

3.1. Расшифровать марку медного сплава данного в таблице (таблица 36, П.3.1.). Привести химический состав. Определить основной ЛЭ. Описать влияние легирующих элементов на свойства сплава.

3.2. Вычертить диаграмму Cu – основной ЛЭ для этого сплава.

3.3. Выбрать режим термообработки.

3.4. Описать структуру после термообработки, механические и технологические свойства, область применения.

Таблица 36. Варианты заданий к контрольной работе №2

Первая буква фамилии	Вариант	П.1.1. Стали	П.2.1. Алюминиевые сплавы	П.3.1. Медные сплавы
А	1	14ХГС 12Х13	АМц1 АЛ1	Л96 БрОЦС5-5-5
БВ	2	15Х25Т 15Х11МФ	АМг5 Д1	ЛС59-1 БрА7
ГД	3	18ХГТ 08Х18Н10Т	АК6 АЛ2	ЛАЖ60-1-1 БрКМц3-1
ЕЁ	4	12Х18Н12Т Н18К8М3Т	Д20 АЛ9	ЛМц58-2 БрБ2
ЖЗ	5	Х11Н10М2Т 15Х11МФ	АМг3 АЛ7	ЛО 62-1 БрС30
ИЛ	6	50С2 40Х13	АМц3 Д16	ЛК80-3 БрОФ6,5-0,4
К	7	60С2ВА 12ХМФ	АК8 АЛ4	ЛС60-1 БрАЖ9-4
МН	8	Н18К9М5Т 09Х14Н16Б	АЛ19 АМц2	ЛАН59-3-2 БрК3
ОП	9	12ХМФ 20ХФ	АЛ8 АЛ21	ЛМцА57-3-1 БрБ2,5
РТ	10	20Х13 20Х23Н18	АМц1 Д1	ЛО 70-1 БрС60Н2,5
С	11	18ХГТ 08Х18Н10Т	АК6 АЛ4	ЛКС80-3-3 БрОЦС4-3
УФХ	12	15Х12ВНМФ 12Х17	Д20 АМг5	ЛЖС58-1-1 БрА11Ж6Н6
ЦЧ	13	14ХГС 40Х9С2	АЛ1 АМц3	ЛА77-2 БрК1Н3
ШЩ	14	15Х25Т 09Х14Н19В2БР	АЛ9 Д18	ЛО60-1 БрБНТ1,7
ЭЮЯ	15	19Г 09Х14Н16Б	АК4-1 АМг6	Л80 БрА10Мц2

Пример выполнения контрольной работы №2

1.1. Расшифровать марку стали (таблица 36 п.1)

Дано: 60С2ХФА

Содержание углерода ~ 0,6%.

Легирующие элементы: кремний ~ 2%, хром < 1,5%, ванадий < 1,5%.

По содержанию углерода сталь - среднеуглеродистая;

по содержанию ЛЭ – среднелегированная;

по качеству – высокого качества;

по структуре после нормализации – перлитного класса.

по назначению – конструкционная (пружинная).

1.2. Выбрать режим термообработки.

Для повышения прочности сталь подвергают закалке, а затем для некоторого снижения твердости и улучшения упругих свойств - среднетемпературному отпуску. Т.к. сталь легированная, температуру отпуска необходимо повысить.

1.3. Описать структуру после термообработки, механические и технологические свойства, область применения.

После закалки образуется мартенситная структура по всему объему изделия. При отпуске мартенсит частично распадается на феррито-цементитную смесь – троостит. Сталь используют для изготовления пружин и рессор. Она обладает высоким сопротивлением малым пластическим деформациям, высоким пределом выносливости при достаточной пластичности, ударной вязкости и сопротивлении хрупкому разрушению, хорошей закаливаемостью и прокаливаемостью, хорошими технологическими свойствами.

3.1. Расшифровать марку сплава данного в таблице: Дано: Л80.

Задания 2 и 3 выполняются однотипно.

Л – латунь; 80 – примерное содержание меди в %; остальное (20%) – цинк. Простая латунь, деформируемая.

В сплавах, содержащих менее 30% цинка, увеличение его концентрации повышает и прочность, и пластичность. Цинк снижает стоимость латуни.

3.2. Вычертить диаграмму Cu-ЛЭ для этого сплава.

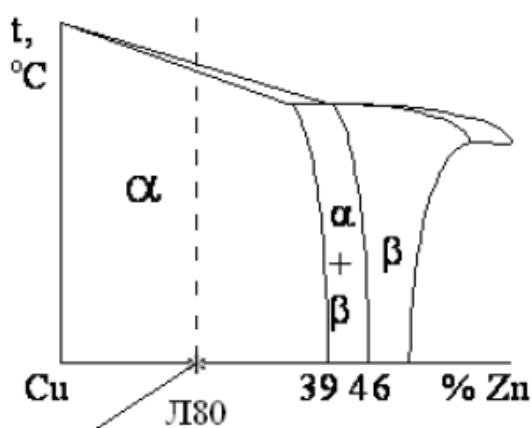


Рисунок 52 – Фрагмент диаграммы состояния Cu-Zn

3.3. Выбрать режим термообработки.

Упрочняющей термообработки не применяют. Прочность латуни может быть повышена холодной пластической деформацией. Для снятия напряжений или получения мелкого зерна применяют отжиг.

3.4. Описать структуру после термообработки, механические и технологические свойства, область применения.

По структуре Л80 – α -твердый раствор цинка в меди (α -латунь). Прочность в пределах 300-350 МПа, высокая пластичность, электро- и теплопроводность, не имеет склонности к коррозионному растрескиванию и достаточно устойчива в атмосфере воды и пара.

Контрольная работа №3.

В данной работе необходимо провести расчеты для получения изделия типа «колпачок» из плоской заготовки методом вытяжки без утонения стенок (см. раздел «Штамповка» и рисунок 75), необходимые формулы и пояснения даны далее по тексту.

- 3.1. Расшифровывать марку сплава (таблица 37).
- 3.2. Рассчитать диаметр заготовки D .
- 3.3. Рассчитать необходимое количество циклов вытяжки (переходов) для получения конечного изделия.
- 3.4. Определить усилие вытяжки P_n для каждого из переходов процесса.
- 3.5. Определить необходимость использования прижима для каждого из переходов процесса.
- 3.6. Результаты работы оформить в виде отчёта, в котором привести все формулы и расчеты, эскиз изделия типа «колпачок» со всеми размерами и эскиз его заготовки.
- 3.7. Ответить на теоретические вопросы согласно вариантам в таблице 38.

Таблица 37 – Индивидуальные задания для выполнения контрольной работы № 3

1-я буква фамилии	№ варианта	Марка сплава	$\sigma_{в}$, МПа	$K_{в1}$, первая вытяжка	$K_{вп}$, последующие вытяжки	d , мм	H , мм	n , мм	r , мм	Отжиг
А	1	ЛС63-3	350	1,8	1,25	70	90	6	10	-
БВ	2	БрБ2	450	1,6	1,2	90	110	7	20	-
ГД	3	12Х14Н14В2М	570	1,8	1,4	70	90	1	15	+
ЕЁ	4	Сталь 15К	380	1,6	1,18	20	40	1	5	+
ЖЗ	5	АМг2	200	1,8	1,34	100	40	1	30	-
ИЛ	6	ЛС63-3	350	1,8	1,25	50	70	4	10	+
К	7	БрБ2	450	1,6	1,2	100	40	8	30	+
МН	8	12Х18Н12Т	560	1,7	1,3	40	60	6	5	+
ОП	9	Сталь 10Г2С1	520	1,6	1,18	40	60	3	5	-
РТ	10	АМг2	200	1,8	1,34	40	60	3	10	+
С	11	ЛС63-3	350	1,8	1,25	80	100	7	15	-
УФХ	12	БрБ2	450	1,6	1,2	110	90	9	30	-
ЦЧ	13	12Х14Н14В2М	570	1,8	1,4	60	80	2	5	+
ШЩ	14	Сталь 20	480	1,5	1,2	50	70	4	5	-
ЭЮЯ	15	ЛАЖ 60-1-1	420	1,7	1,5	40	40	5	5	+

Таблица 38 – Варианты вопросов к контрольной работе № 3

1-я буква фамилии	В-т	Теоретические вопросы:
А	1	<ol style="list-style-type: none"> 1. Какие литейные сплавы Вы знаете? 2. Для какой обработки предназначен прямой проходной резец? 3. Расшифруйте марку сплава Т15К6. 4. Как называется инструмент для прокатки, для волочения? 5. Почему при ручной дуговой сварке для увеличения толщины свариваемых заготовок нельзя произвольно увеличивать сварочный ток?
БВ	2	<ol style="list-style-type: none"> 1. Какими свойствами должны обладать литейные сплавы? 2. Для какой обработки предназначен проходной упорный резец? 3. Расшифруйте марку сплава Т30К4. 4. Какие преимущества имеет холодная обработка давлением? 5. Что относится к недостаткам автоматической сварки под слоем флюса?
ГД	3	<ol style="list-style-type: none"> 1. Что такое опока и для чего она предназначена? 2. Для обработки каких поверхностей предназначен проходной резец с отогнутой головкой? 3. Расшифруйте марку сплава Т14К8. 4. Как называется вырез на боковой поверхности вала, для чего он нужен? 5. Почему при точечной сварке сварочная точка образуется в месте контакта двух заготовок?
ЕЁ	4	<ol style="list-style-type: none"> 1. Для чего предназначены литейные стержни?
		<ol style="list-style-type: none"> 2. В каких случаях используют для обработки подрезной резец? 3. Расшифруйте марку сплава ВК20. 4. Что такое калибр? 5. Почему при роликовой (шовной) сварке сварной шов образуется в месте контакта двух заготовок?
ЖЗ	5	<ol style="list-style-type: none"> 1. При разработке чертежа модели для литья в песчаные формы предусматривают литейные уклоны. Зачем? Как определить их величину для данного изделия? 2. В каких случаях используют для обработки подрезной резец? 3. Расшифруйте марку сплава Т5К10. 4. На чем прошивают заготовку для прокатки бесшовных труб (гильзу)? 5. Какие методы относятся к сварке давлением? Сравните их.
ИЛ	6	<ol style="list-style-type: none"> 1. Для чего служат галтели? 2. Какие поверхности обрабатывают расточным проходным резцом? 3. Расшифруйте марку сплава ВК10. 4. Что такое протяжка? 5. Какие методы относятся к сварке плавлением?
К	7	<ol style="list-style-type: none"> 1. Что такое напуски и для чего они предназначены? 2. Для какой обработки предназначен расточной упорный резец? 3. Расшифруйте марку сплава ВК8. 4. Как называется операция уменьшения высоты заготовки за счёт увеличения площади её сечения? 5. Чему равна температура электрической дуги при электродуговой сварке?
МН	8	<ol style="list-style-type: none"> 1. Для чего служат приливы? 2. Что такое режим резания? 3. Расшифруйте марку сплава ВК6. 4. Как называется единая замкнутая полость открытого штампа? 5. Как получают плазменную струю в плазмотроне, какова ее температура?

ОП	9	<ol style="list-style-type: none"> 1. Что такое выпор и для чего он служит? 2. Как совершаются вращательное и поступательное движения в сверлильных станках? 3. Расшифруйте марку сплава Р9К5. 4. При помощи какого инструмента осуществляется холодная листовая штамповка? 5. Какую сварку необходимо применить для изготовления герметичных емкостей (морозильных камер) из тонколистового алюминия ($d = 1,5 \text{ мм}$) и почему?
РТ	10	<ol style="list-style-type: none"> 1. После формирования оболочковой формы, ее нагревают в печи. Зачем? 2. Как совершаются вращательное и поступательное движения в сверлильных станках? 3. Расшифруйте марку сплава Р10К5Ф3. 4. Что такое вырубка и пробивка? 5. Что относится к преимуществам газовой сварки?
С	11	<ol style="list-style-type: none"> 1. Для чего прокаливают форму при литье по выплавляемым моделям? 2. Какую обработку осуществляют на сверлильном станке, в чем она заключается? 3. Расшифруйте марку сплава Р9М4К8. 4. Что является заготовкой при изготовлении сортового проката. 5. Какие функции выполняет обмазка электрода?
УФ Х	12	<ol style="list-style-type: none"> 1. Какой операции подвергают отливку для удаления остатков формовочной смеси с поверхности при литье по выплавляемым моделям? 2. Какую обработку осуществляют на токарных станках, в чем она заклю-
		<ol style="list-style-type: none"> 3. Расшифруйте марку сплава Р6М5К5. 4. Как называется процесс горячей обработки металлов давлением, при котором металл выдавливается из замкнутой полости через отверстие, соответствующее сечению получаемого профиля? 5. Как получают плазму при плазменной сварке?
ЦЧ	13	<ol style="list-style-type: none"> 1. Что является недостатком литья под высоким давлением? 2. В чем заключается обработка резанием? 3. Расшифруйте марку сплава Р6М5. 4. Что относится к недостаткам прессования? 5. Какие защитные газы используются при газозлектрической сварке?
Ш Щ	14	<ol style="list-style-type: none"> 1. Как удаляются газы из полости кокиля и из полости формы при литье под высоким давлением? 2. Что является характерным размером сверлильного станка? 3. Расшифруйте марку сплава Р12. 4. Что является инструментом для обработки металлов ковкой? 5. Какие методы сварки используются в серийном и массовом производстве?
ЭЮ Я	15	<ol style="list-style-type: none"> 1. Какие методы относятся к литью в металлические формы? 2. В чем заключается фрезерование, какие поверхности можно обрабатывать фрезой? Приведите несколько примеров. 3. Расшифруйте марку сплава Р9. 4. С каким нежелательным эффектом приходится бороться при обработке металлов волочением? 5. Какие виды электрической контактной сварки Вы знаете? Сравните их.

Пояснение к решению задания к.р. №3

Определение размера заготовки при вытяжке

Теоретически правильным условием для определения диаметра заготовки является равенство объёмов детали и заготовки. При вытяжке без утонения стенок толщина заготовки практически не изменяется, поэтому диаметр заготовки может быть определён из условия равенства площадей поверхности заготовки и изделия.

Площадь поверхности детали типа тела вращения любой формы определяется уравнением: $F = 2\pi r l$, где r – расстояние центра тяжести тела до оси вращения; l – длина образующей этого тела. Деталь, которую необходимо получить методом вытяжки без утонения стенок из круглой заготовки (рисунок 85), делим на три части.

1. Первая часть (пустотелый цилиндр) образуется при вращении вокруг оси симметрии участка с длиной образующей $l_1 = H - (r + n)$; радиус вращения (расстояние от оси симметрии до образующей) $r_1 = d/2 + n/2$, где n – толщина стенки изделия.

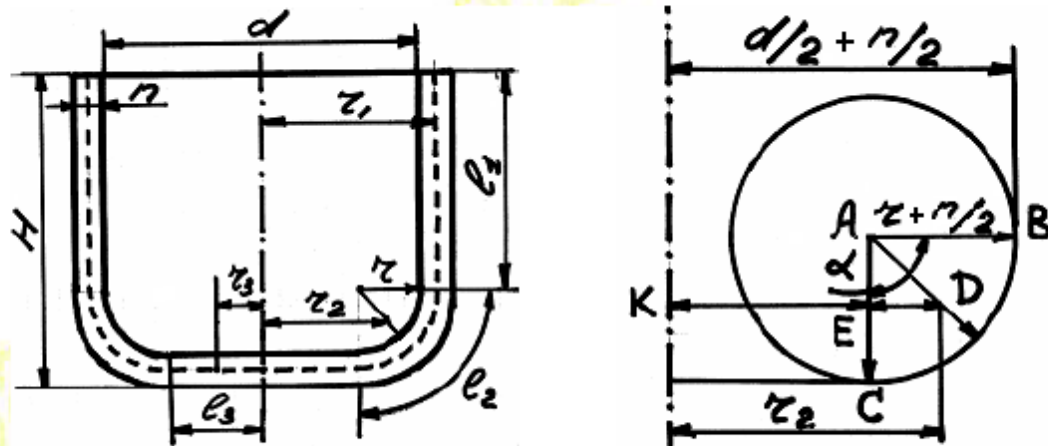
2. Вторая часть образуется при вращении вокруг оси участка с длиной образующей $l_2 = 2\pi(r + n/2)/4$ (четверть длины окружности радиуса $r + n/2$).

Для нахождения радиуса вращения r_2 необходимо определить положение центра тяжести дуги, соответствующей углу α окружности радиуса $r + n/2$ (рисунок 85б). Расстояние $AD = (r + n/2) \sin \alpha / \alpha$, где угол α приведён в радианах. В нашем случае $\alpha = 90^\circ = \pi/2$. Длина отрезка $ED = \sin 45^\circ \times (r + n/2) \sin \alpha / \alpha$. $KE = d/2 - r$.

Таким образом $r_2 = KE + ED = (d/2 - r) + \sin 45^\circ \times (r + n/2) \sin \alpha / \alpha$.

3. Третья часть (доньшко) образуется при вращении вокруг оси участка с длиной образующей $l_3 = d/2 - r$. Радиус вращения $r_3 = (d/2 - r)/2$.

Общая площадь поверхности изделия $F = 2\pi (r_1 l_1 + r_2 l_2 + r_3 l_3)$, а диаметр заготовки $D = \sqrt{4F/\pi}$.



а

б

а - размеры детали; б - определение радиуса вращения r_2

Рисунок 85 – Вид и параметры изготавливаемой детали

Определение усилия вытяжки

На первом этапе расчётов необходимо определить можно ли данное изделие получить с помощью одной вытяжки или необходимо применять глубокую вытяжку, т.е. проводить несколько последовательных циклов вытяжки. Для этого определяют безразмерный коэффициент вытяжки $K_v = D/d$, где D – диаметр заготовки, d – диаметр изделия. Коэффициент вытяжки – это мера величины деформации, чем больше K_v , тем сильнее изменяется форма заготовки, тем большие напряжения в ней возникают. Глубокую вытяжку (т.е. несколько последовательных циклов вытяжки) применяют, когда K_v больше рекомендуемого значения величины K_{v1} (коэффициента вытяжки для первого перехода вытяжки) для данного материала (таблица 37), поскольку в противном случае заготовка разрушится в процессе вытяжки.

Если установлено, что для получения конечного изделия требуется проводить несколько циклов вытяжки, необходимо определить количество этих циклов. Для этого сначала определяют диаметр полуфабриката, который будет получен после первой вытяжки: $D_1 = D / K_{v1}$. Эта операция повторяется до тех пор, пока диаметр изделия не станет равным или меньше требуемого:

$$D_2 = D_1 / K_{vн} \dots\dots D_n = D_{n-1} / K_{vн}.$$

$K_{vн}$ – коэффициент вытяжки для последующих вытяжек, он значительно меньше K_{v1} , т.к. после первой вытяжки материал теряет пластичность и соответственно способность к деформации (см. наклеп). Таким образом, определяется необходимое количество циклов вытяжки.

Далее определяют необходимость прижима (рисунок 75) для каждого из циклов вытяжки. Прижим применяют для предотвращения образования складок в процессе деформации. Складки могут образовываться на любой стадии вытяжки, если $(D_{n-1} - D_n) > (18 \div 20) n$.

Затем для каждого из циклов вытяжки определяют необходимое усилие вытяжки $P_n = \pi \times \sigma_v \times n \times (D_{n-1} - D_n) \times b$, (Н); где σ_v – предел прочности, Па; n – толщина заготовки, м; b – коэффициент, который для первого перехода вытяжки равен 1,2. При холодной деформации металл упрочняется из-за наклёпа, поэтому если рекристаллизационный отжиг не используется, то на последующих переходах b повышается до 2,5 (требуется большее усилие при штамповке). Если заготовку подвергнуть рекристаллизационному отжигу, то на последующих переходах $b = 1,5$.

Следует отметить, что для последнего цикла вытяжки, в результате которого необходимо получить конечное изделие, $D_n = d$.

ПРИМЕР ВЫПОЛНЕНИЯ РАСЧЕТОВ

Дано:

Вариант	Марка сплава	$\sigma_{в}$, МПа	$K_{в1}$, первая вытяжка	$K_{вн}$, последующие вытяжки	d, мм	H, мм	n, мм	r, мм	Отжиг при глубокой вытяжке
17	ЛАН59-3-2	500	1,8	1,3	100	40	1	30	+
18	БрАЖ9-4	600	2,0	1,5	40	100	4	5	-

Вариант №17

1. Сплав – специальная латунь, содержащая $\approx 59\%$ меди, $\approx 3\%$ алюминия, $\approx 2\%$ никеля, остальное – цинк.

2. $l_1 = 40 - (30 + 1) = 9$ (мм) $r_1 = 100/2 + 1/2 = 50,5$ (мм)

$$l_2 = \frac{2\pi(30+1/2)}{4} = 47,9 \text{ (мм)}$$

$$r_2 = KE + ED = (100/2 - 30) + \frac{0,71(30+1/2) \times 1}{\pi/2} = 33,8 \text{ (мм)}$$

$$l_3 = 100/2 - 30 = 20 \text{ (мм)} \quad r_3 = \frac{100/2 - 30}{2} = 10 \text{ (мм)}$$

$$F = 2\pi(9 \times 50,5 + 47,9 \times 33,8 + 20 \times 10) = 14\,277,7 \text{ (мм}^2\text{)}$$

$$D = \sqrt{\frac{4 \times 14277,7}{\pi}} = 134,9 \text{ (мм)}$$

3. $K_{\text{в}} = 134,9/100 = 1,35$. Так как $K_{\text{в}} < K_{\text{в1}}$ ($1,35 < 1,8$), то требуется только одна вытяжка.

4. Необходимое усилие вытяжки:

$$P = \pi \times 500 \times 10^6 \times 1 \times 10^{-3} (134,9 - 100) \times 10^{-3} \times 1,2 = 65751,6 \text{ Н} \approx 65,8 \text{ кН}$$

5. $D - d = 134,9 - 100 = 34,9 \text{ мм}$; $20n = 20 \text{ мм}$. Т.к. $D - d > 20n$, то необходим прижим.

Вариант № 18

1. Сплав – бронза, содержащая алюминия $\approx 9\%$, железа $\approx 4\%$, остальное – медь.

2. $l_1 = 100 - (5 + 4) = 91 \text{ (мм)}$ $r_1 = 40/2 + 4/2 = 22 \text{ (мм)}$

$$l_2 = \frac{2\pi(5 + 4/2)}{4} = 11 \text{ (мм)}$$

$$r_2 = KE + ED = (40/2 - 5) + \frac{0,71(5 + 4/2) \times 1}{\pi/2} = 18,2 \text{ (мм)}$$

$$l_3 = 40/2 - 5 = 15 \text{ (мм)} \quad r_3 = \frac{40/2 - 5}{2} = 7,5 \text{ (мм)}$$

$$F = 2\pi(22 \times 91 + 18,2 \times 11 + 7,5 \times 15) = 13971,1 \text{ (мм}^2\text{)}$$

$$D = \sqrt{\frac{4 \times 13971,1}{\pi}} = 133,4 \text{ (мм)}$$

3. $K_{\text{в}} = 133,4/40 = 3,34 > K_{\text{в1}}$: за один цикл вытяжки готовое изделие получить нельзя, следовательно надо применять глубокую вытяжку.

$$D_1 = D/K_{\text{в1}} = 133,4/2 = 66,7 \text{ (мм)}; \quad D_2 = D_1/K_{\text{вн}} = 66,7/1,5 = 44,5 \text{ (мм)}$$

$D_3 = D_2/K_{\text{вн}} = 44,5/1,5 = 29,7 \text{ (мм)}$ - для получения готового изделия требуется три вытяжки.

4 и 5. $P_1 = \pi \times 600 \times 10^6 \times 4 \times 10^{-3} \times (133,4 - 66,7) \times 10^{-3} \times 1,2 = 603181 \text{ Н} \approx 603,2 \text{ кН}$.

$$D - D_1 = 133,4 - 66,7 = 66,7 \text{ мм}; \quad 20n = 80 \text{ мм} \quad 66,7 < 80, \text{ прижим не нужен.}$$

$$P_2 = \pi \times 600 \times 10^6 \times 4 \times 10^{-3} \times (66,7 - 44,5) \times 10^{-3} \times 2,5 = 418248 \text{ Н} \approx 418,2 \text{ кН}$$

$$D_1 - D_2 = 66,7 - 44,5 = 22,2 \text{ мм}; \quad 22,2 < 80, \text{ следовательно, прижим не нужен.}$$

$$P_3 = \pi \times 600 \times 10^6 \times 4 \times 10^{-3} \times (44,5 - 40) \times 10^{-3} \times 2,5 = 84780 \text{ Н} \approx 84,8 \text{ кН}$$

$$D_2 - d = 44,5 - 40 = 4,5 \text{ мм}. \quad 5,3 < 80, \text{ следовательно, прижим не нужен.}$$