



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ДОНСКОЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(ДГТУ)**

Факультет «Машиностроительные технологии и оборудование»
(наименование факультета)

Кафедра «Физическое и прикладное материаловедение»
(наименование кафедры)

Зав. кафедрой «_____»

(подпись)

И.О.Ф.

«____» _____ 20 г.

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

к курсовому ~~проекту~~ (работе) по дисциплине (модулю) _____

"Теория строения материалов"
(наименование учебной дисциплины (модуля))

на тему: "Анализ фазовых равновесий в двухкомпонентных
сплавах по диаграммам состояния" (вариант №50)

Автор проекта (работы) Андрей / К.С. Малевич /
подпись И.О.Ф.

Направление/специальность, профиль/специализация:

22.03.01

код направления

Материаловедение и технологии материалов

наименование направления (специальности)

наименование направления (специальности)

Обозначение курсового ~~проекта~~ (работы) ТСМ.750000.000 КР Группа ОЗМТ21

Руководитель проекта) _____ профессор О.В. Кудряков
подпись (должность, И.О.Ф.)

Проект (работа) защищен(а) _____
дата оценка подпись



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ДОНСКОЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(ДГТУ)

Факультет «Машиностроительные технологии и оборудование»

(наименование факультета)

Кафедра «Физическое и прикладное материаловедение»

(наименование кафедры)

Зав. кафедрой «_____»

(подпись)

И.О.Ф.

«_____» _____ 20 г.

ЗАДАНИЕ

к курсовому ~~проекту~~ (работе) по дисциплине (модулю) _____

«Теория строения материалов»

(наименование учебной дисциплины (модуля))

Студент Малевиз К.С. Группа ОЗМТ21

Обозначение курсового ~~проекта~~ (работы) ТСМ.750000.000 КР

Тема: «Анализ фазовых равновесий в двухкомпонентных сплавах по диаграммам состояния» (вариант №50)

Срок предоставления ~~проекта~~ (работы) к защите «_____» _____ 20 г.

Исходные данные для курсового ~~проекта~~ (работы)

1. Диаграмма состояния системы с компонентами А и В, исходная концентрация компонентов в сплаве и заданная температура (*) в соответствии с вариантом.
2. Диаграмма состояния системы Fe-Fe₃C с исходной концентрацией углерода и заданной температурой в соответствии с вариантом.

Содержание пояснительной записки

ВВЕДЕНИЕ:

Что собой представляет диаграмма состояния и как она используется.
Содержание основных законов диаграмм состояния - правила фаз и
правила отрезков.

Наименование и содержание разделов:

- 1 Построение кривой охлаждения сплава заданного состава
с полным описанием превращений на каждом этапе охлаждения.
- 2 Схематическое изображение микроструктур сплава на каждом
этапе охлаждения.
- 3 Анализ заданной точки в двухфазной области исходного
сплава по методу отрезков.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ:

Указанные разделы (п.1-3) должны быть выполнены для каждого
задания: 1). для сплава диаграммы с компонентами А и В;
2). для сплава диаграммы системы Fe-Fe₃C.

Перечень графического материала

- 1 Исходная диаграмма с компонентами А и В со всеми выполненными
- 2 ми построениями: кривая охлаждения, схемы микроструктур
- 3 и метод отрезков (задание №1).
- 4 Исходная диаграмма системы Fe-Fe₃C со всеми выполненными
- 5 построениями: кривая охлаждения, схемы микроструктур
- 6 и метод отрезков (задание №2).
- 7
- 8

Руководитель проекта (работы)

подпись, дата

/О.В. Кудряков/
И.О.Ф.

Задание принял к исполнению

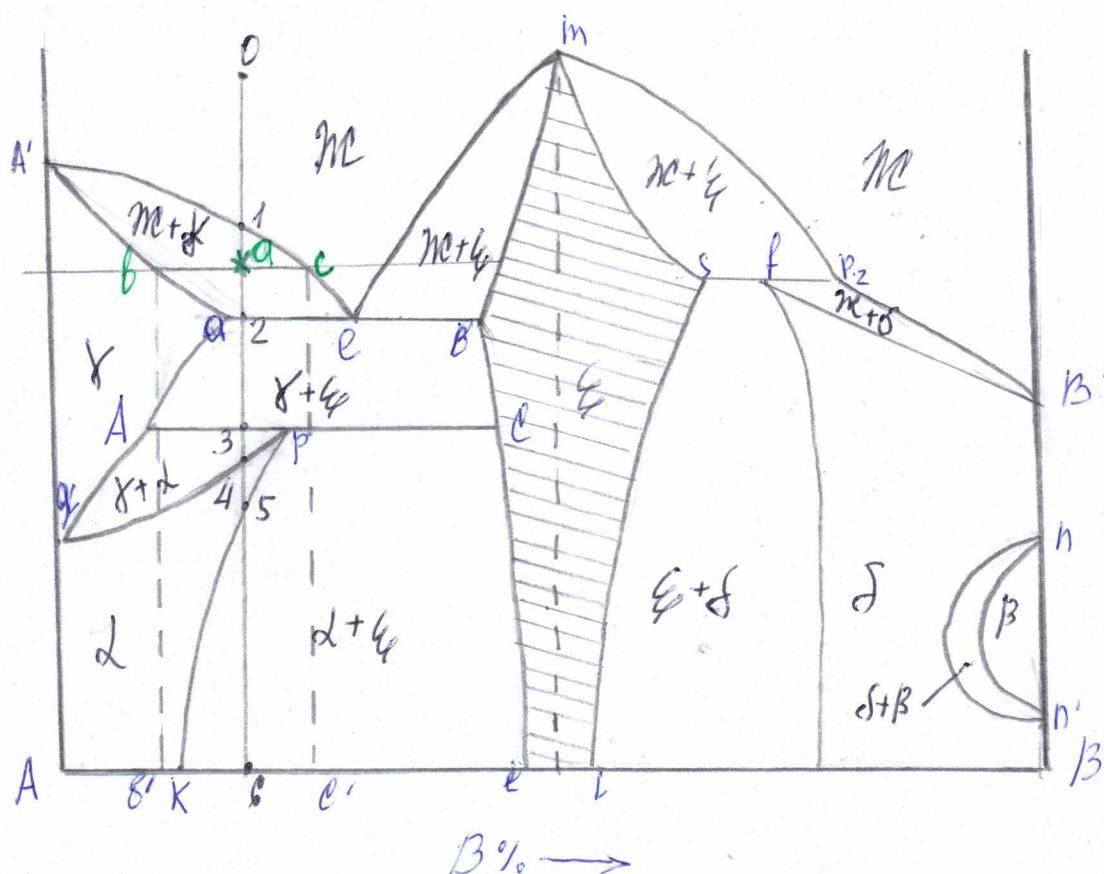
подпись, дата

/К.С. Малевич/
И.О.Ф.

Задание N1.

Диаграмма состояния представляет собой графическое изображение состояния среды. Если изменить состав среды, ее температуру, давление и состояние среды также изменится, то это находит графическое изображение в диаграмме состояния.

Диаграмма состояния называется устойчивое состояние, т.е. состояние, которое при данных условиях обладает минимумом свободной энергии. Поэтому диаграмма состояния может использоваться также для графической работы



Общие закономерности существования четвёртого фаз, отвечающие теоретическим условиям равновесия, могут быть выражены в математической форме, именуемой правилом фаз, или законом Гиббса

Правило фаз даёт количественную зависимость между степенью свободы системы и количеством фаз и компонентов.

$$C = K - f + B$$

, где C - число степеней свободы
 K - число компонентов
 f - число равновесных фаз системы
 B - число внешних термодинамических факторов

Для 2-х компонентной системы ($K=2$), находящейся при нормальном давлении ($B=1$), имеем

$$C = 3 - f \Rightarrow C = 0, 1, 2.$$

Под числом степеней свободы системы понимается число внешних и внутренних факторов (температура, давление и концентрации), которое можно изменить без изменения числа фаз в системе.

Рассчитаем число степеней свободы для нашей системы и построим кривую отложения

$$C_{01} = 3 - 1 = 2$$

$$C_{33'} = 0$$

$$C_{12} = 3 - 2 = 1$$

$$C_{34} = 3 - 2 = 1$$

$$C_{22'} = 3 - 3 = 0$$

$$C_{45} = 3 - 1 = 2$$

$$C_{23} = 3 - 2 = 1$$

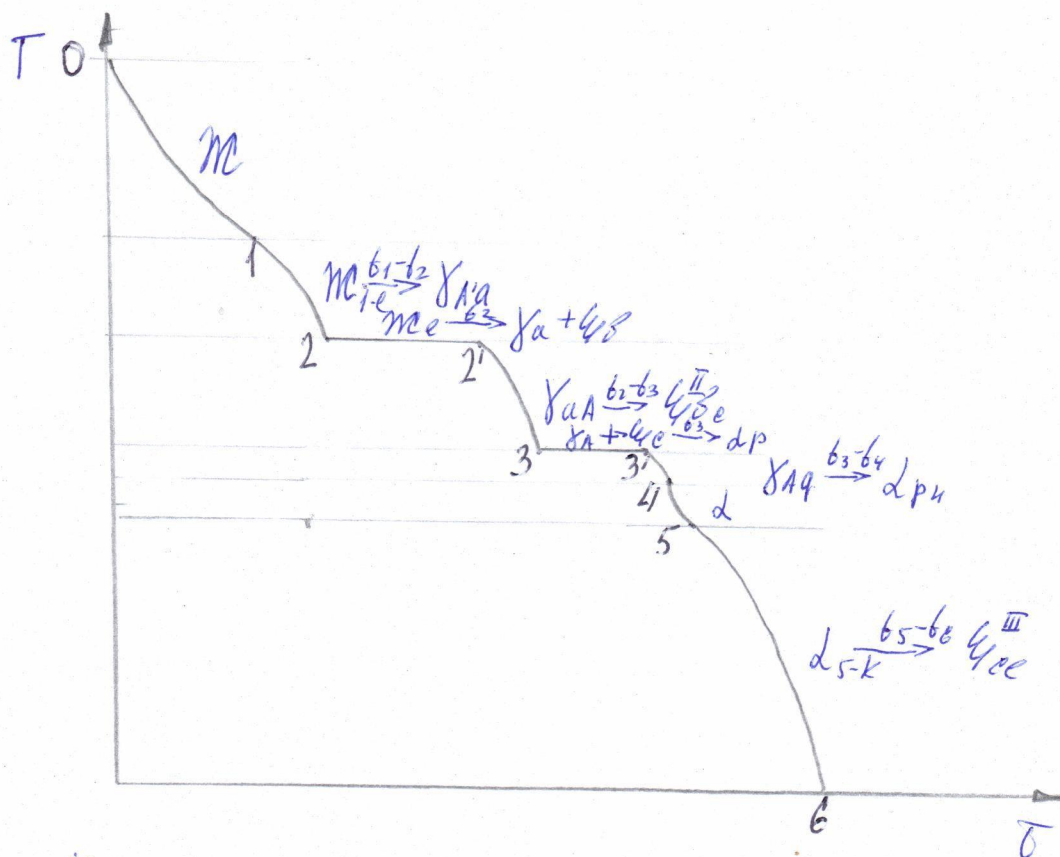
$$C_{56} = 3 - 2 = 1$$

Инв. № подл.	Подп. и дата
Взам. инв. №	Инв. дубл.
Подп. и дата	

Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата
-----	------	-------------	---------	------

ТСМ.750000.000 КР

Лист



1. На участке 0-1 происходит простое физическое охлаждение. Число степеней свободы здесь $\nu = 2$ - система бивариантная - возможно изменение в некоторых пределах температуры и концентрации и это вызовет сужение цикла фаз.
2. На участке 1-2 из жидкой фазы выделяется твердая фаза γ . В 1/1 начинается процесс кристаллизации, но при охлаждении образуется все больше кристаллов γ фазы. Процесс происходит при интервале температур t_1-t_2 , концентрации жидкой фазы обтекает кривая 1-e, концентрации твердой фазы - A'a. $\nu = 1$ - моновариантная система - возможно изменение в некоторых пределах температуры или концентрации без изменения цикла фаз.

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. дубл.	Подп. и дата

Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата

TSM.750000.000 KP

Лист

3. На участке 2-2' происходит невариантное превращение - превращение при постоянной температуре. В данном случае превращение протекает при температуре t_2

Жидкой кристаллизуете по эвтектической реакции образуется эвтектическая смесь состоящая из γ и δ фаз

Сплав имеет отнесенный к эвтектике концентрации жидкости соответствует 1.1E, γ фазы - 1.1A, δ фазы - 1.1B

4. На участке 2-3 из δ фазы кристаллизуется δ ф.р. Этот процесс называется вторичной кристаллизацией, δ фазы - вторичными кристаллами. Процесс происходит в интервале температур $t_2 - t_3$. Концентрация δ фазы изменяется по кривой аА, δ фазы - по кривой бБ

5. На участке 3-3' происходит инвариантное превращение. В данном случае превращение протекает при температуре t_3 - это перитектическое превращение из γ и δ фазы выделяется δ фаза. Концентрация δ фазы отвечает точке А, δ фазы - 1.1E, δ фазы - 1.1B

6. На участке 3-4 из δ фазы кристаллизуете δ фаза при температурах $t_3 - t_4$. Сплав отвечает концентрации Аq, δ - P4.

7. На участке 4-5 происходит простое эвтектическое

Инв. № подл.	Подп. и дата
Инв. дубл.	
Взам. инв. №	
Подп. и дата	
Инв. № подл.	

Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата

ТСМ.750000.000 КР

Лист

охлаждение 1 фазы. Система на этом участке
бифазна. Охлаждение происходит в
интервале температур $t_4 - t_5$

8. На участке 5-6 из 1 фаз выделяются
кристаллы 4 тритичное. Протяжные кристаллы
4 кристаллизуются на границах 1 фаз
Этот процесс называется тритичной
кристаллизацией.

Процесс протекает в интервале температур
 $t_5 - t_6$. Кристаллы 1 соотвечают
концентрации кривой 5-к, кристаллы
4 ^{IV} - кривая сс

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. дубл.	Подп. и дата

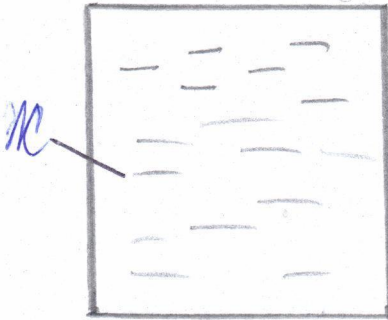
Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата

ТСМ.750000.000 КР

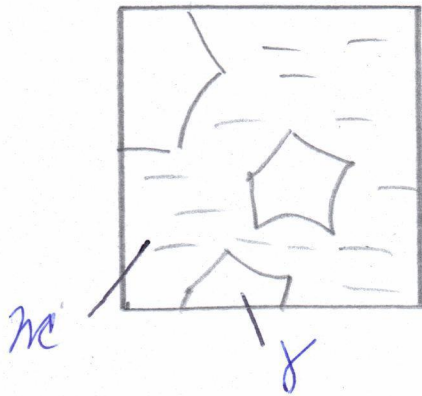
Лист

Изобразим структурное состояние сплава на каждом этапе охлаждения.

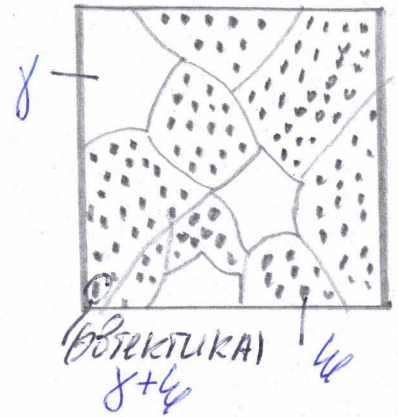
0-1



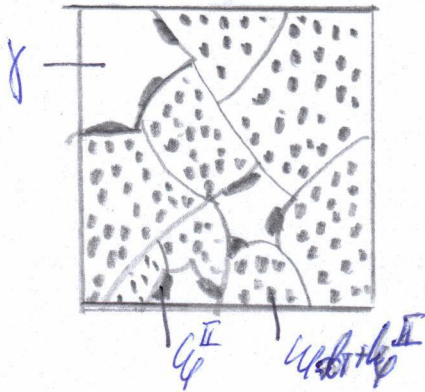
1-2



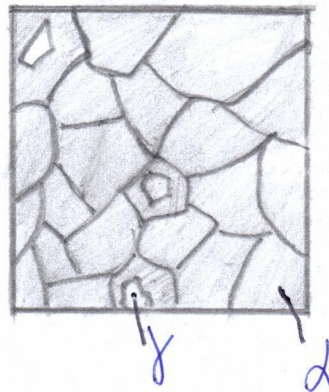
2'



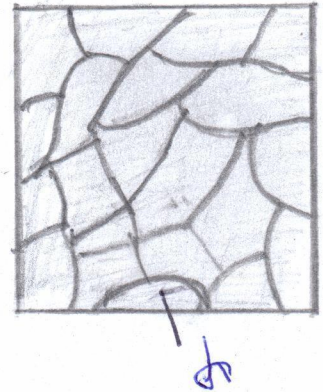
2-3



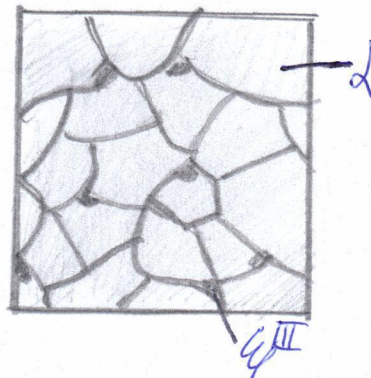
3-4



4-5



5-6



Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. дубл.	Подп. и дата
Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата
ТСМ.750000.000 КР				
				Лист

Определить состав и относительные вставки количества
равновесных фаз в использовании правил
отрезков.

$$w = c' = \begin{cases} A = 74\% \\ B = 26\% \end{cases}$$

$$\gamma = \delta' = \begin{cases} A = 90\% \\ B = 10\% \end{cases}$$

$$\frac{Q_{\gamma}}{Q_{\text{обм}}} = \frac{ae}{be} = 50\%$$

$$\frac{Q_{\delta}}{Q_{\text{обм}}} = \frac{ba}{be} = 50\%$$

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. дубл.	Подп. и дата
Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата
ТСМ.750000.000 КР				Лист

Задание №2

В настоящее время наиболее широкое применение в промышленности имеют железноуглеродистые сплавы - стали и чугуны

Диаграмма Fe-C даёт представление о формировании этих сплавов, начиная от кристаллизации из жидкого и кончая процессами фазовой перекристаллизации в твердом состоянии.

Компонентами диаграммы являются железо - Fe и углерод - C

Fe - металл предельно чужд углероду

$$\begin{aligned} & Fe_s = 0,28\% \left\{ \begin{aligned} & T_{\text{пл}} = 1538^\circ\text{C} \equiv (.)A - \text{температура плавления} \\ & T_{\gamma \leftrightarrow \delta} = 1392^\circ\text{C} \equiv (.)N \\ & T_{\alpha \leftrightarrow \gamma} = 911^\circ\text{C} \equiv (.)B \\ & Fe_c = 7,68\% \end{aligned} \right. \\ & Fe_c = 0,28\% \left\{ \begin{aligned} & +20^\circ\text{C} \end{aligned} \right. \end{aligned}$$

C - имеет сложную ромбическую решетку, по химическому составу не отличается, при θ ниже 210°C имеет слабо выраженные ферромагнитные свойства

Диаграмма Fe-C в промышленности используется в упрощенном варианте в виде диаграммы Fe-Fe₃C, где Fe₃C - цементит является однофазным и фазово-устойчивым химическим соединением, и компонентами являются в крайней правой концентрационной точке диаграммы.

Fe₃C - устойчивое хим. соединение с очень низкой растворимостью углерода и железа в кристаллической решетке

Инв. № подл.	Подп. и дата	Инв. дубл.	Подп. и дата
Взам. инв. №			
Подп. и дата			
Инв. № подл.			

Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата

TSM.750000.000 KP

Лист

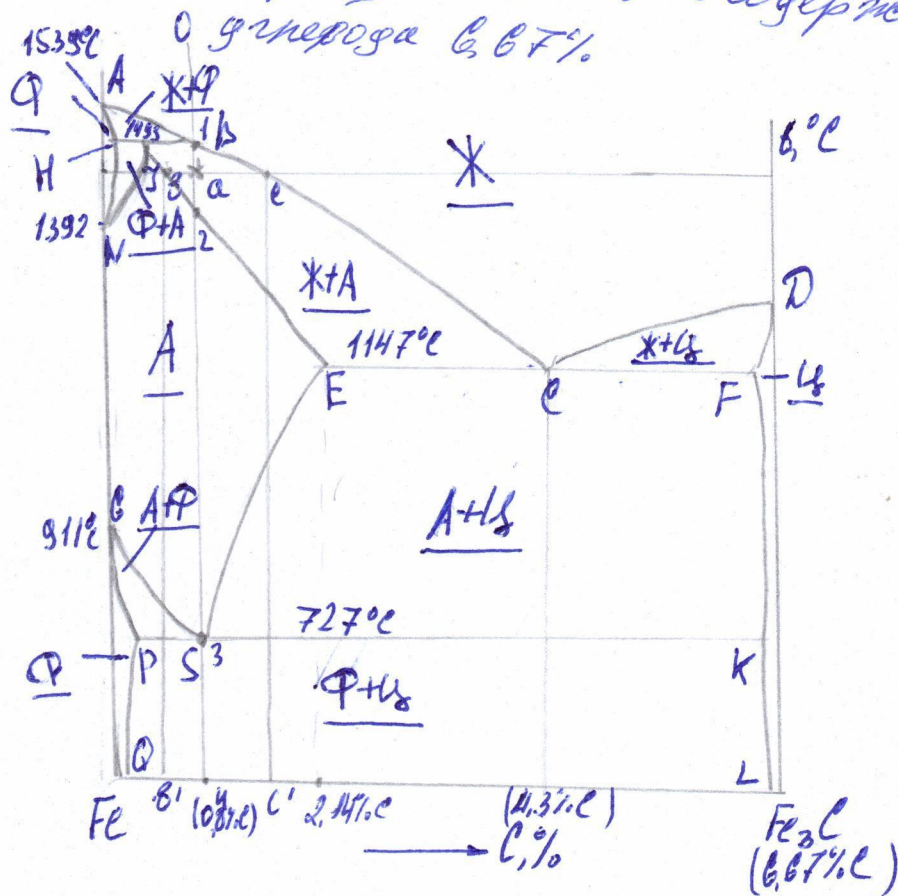
При взаимодействии Fe и C в железоуглеродистых сплавах формируется в зависимости от концентрации компонентов и их температур следующие сплавы:

Феррит - ограниченно твердый раствор внедрения углерода в α -железо

Аустенит - ограниченно твердый раствор внедрения углерода в γ -железо

Мартенсит - неограниченный твердый раствор углерода в железе

Цементит - карбид железа Fe_3C с содержанием



Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. дубл.	Подп. и дата

Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата

ТСМ.750000.000 КР

Лист

Рассчитаем число степеней свободы для нашей системы и построим кривую охлаждения

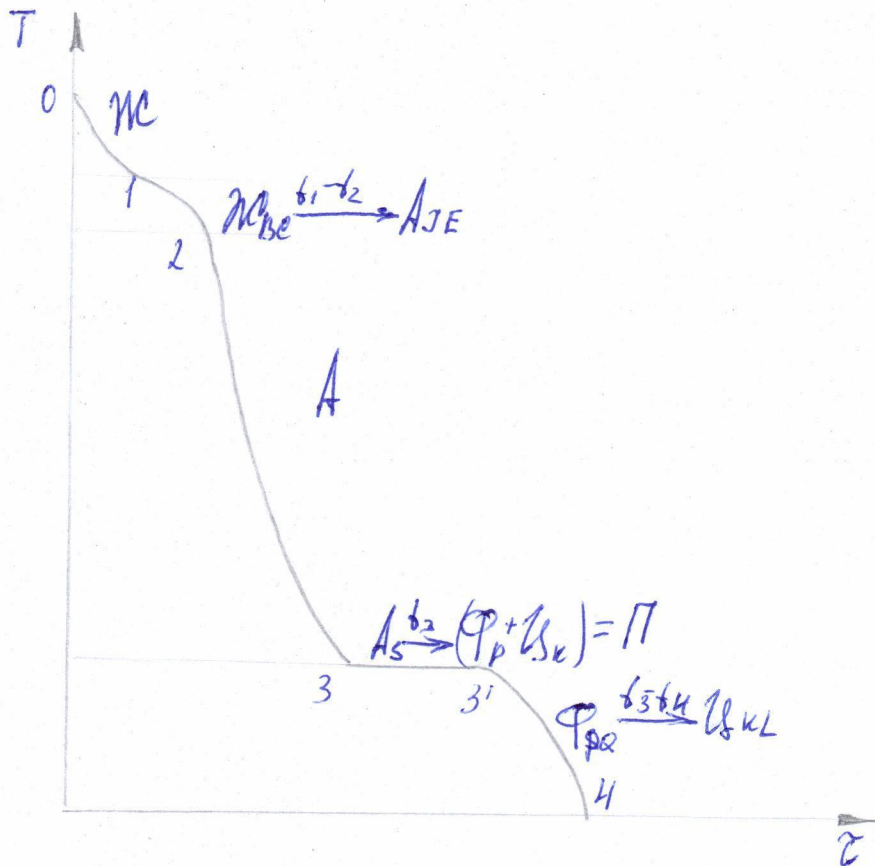
$$C_{01} = 3 - 1 = 2$$

$$C_{33'} = 0$$

$$C_{12} = 3 - 2 = 1$$

$$C_{34} = 3 - 2 = 1$$

$$C_{23} = 3 - 1 = 2$$



Стать состава точки $Z(0\%L)$ находится в области жидкой.

На участке 0-1 происходит простое кристальное охлаждение. Число степеней свободы здесь $C=2$. - система бивариантна

На участке 1-2 из жидкой фазы виднеется твердая фаза - кристаллики азидиата (А)
Процесс происходит в интервале тем температур t_1-t_2
концентрации жидкой фазы отбрасываем кривую на
концентрации азидиата - ЖЕ, Число степеней свободы $C=1$

Инв. № подл.	Подп. и дата	Инв. дубл.	Подп. и дата
Взам. инв. №			

Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата
-----	------	-------------	---------	------

ТСМ.750000.000 КР

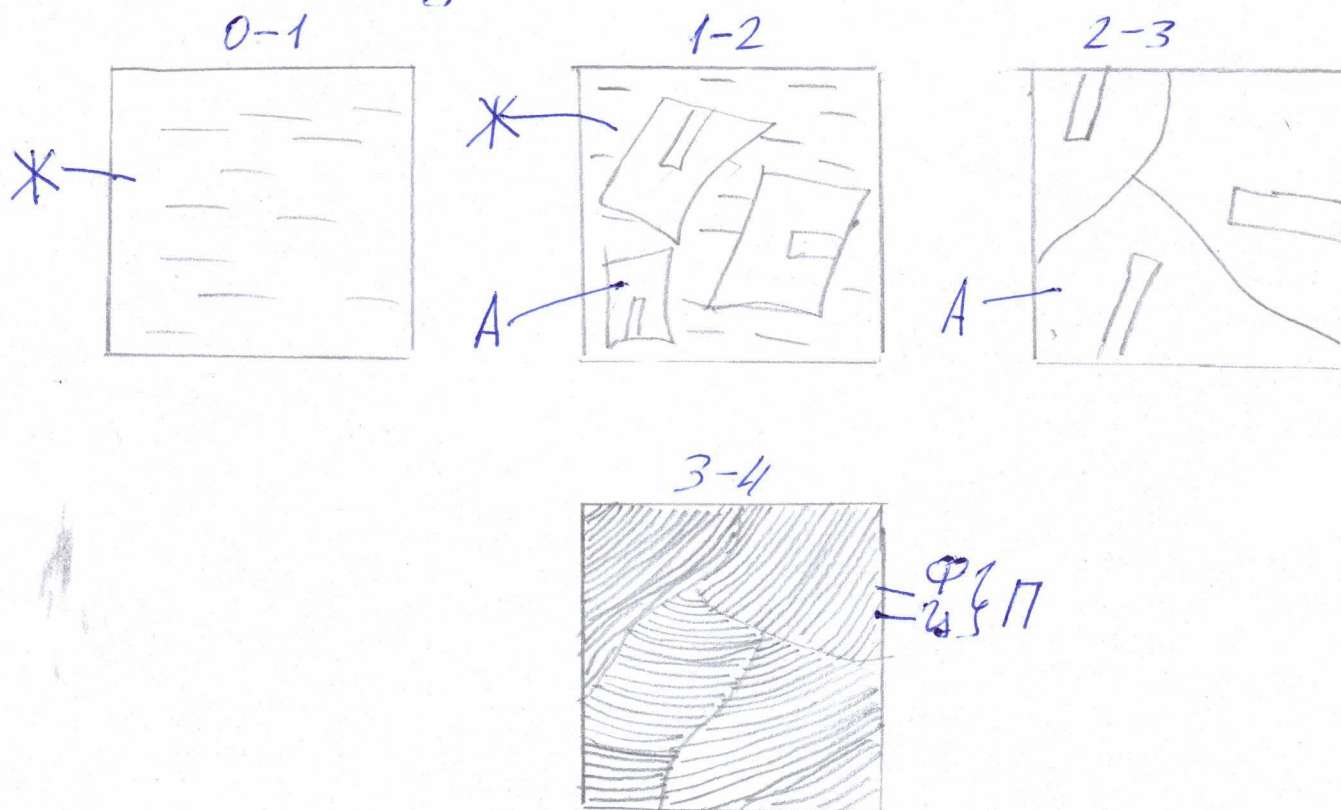
Лист

На участке 2-3 происходит простое фазовое окисление твердой фазы - аустенит. Окисление происходит в интервале температур $t_2 - t_3$

На участке 3-3' - происходит невариантное превращение при содержании углерода в стали 0,8%, аустенит при температур 727°C оказывается насыщенным перлитом и углеродом. Поэтому при этой температуре происходит распад аустенита с образованием эвтектоидной смеси феррита и цементита, которая называется перлитом (П). Концентрации А - отвечает точка S , феррита - (1)Р, цементита - (1)К

На участке 3-4 из ферритной составляющей перлита в соответствии с линией РQ выделяется цементит (Ц). Концентрации феррита соответствует кривая Р-О, концентрации цементита соответствует кривая -К2

Изобразим структурное состояние сплава на каждом этапе окисления



Инв. № подл.	Подп. и дата
Подп. и дата	Инв. дубл.
Взам. инв. №	
Инв. № подл.	

Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата
-----	------	-------------	---------	------

ТСМ.750000.000 КР

Лист

Определим состав и относительные весовые количества
равновесного фаз с использованием правила отрезков

$$w = e' = \begin{cases} Fe = 78\% \\ Fe_3C = 22\% \end{cases}$$

$$A = \delta' = \begin{cases} Fe = 89\% \\ Fe_3C = 11\% \end{cases}$$

$$\frac{Q_A}{Q_{общ}} = \frac{ae}{be} = \frac{9}{13} = 69\%$$

$$\frac{Q_w}{Q_{общ}} = \frac{ba}{be} = \frac{4}{13} = 31\%$$

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. дубл.	Подп. и дата
Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата
ТСМ.750000.000 КР				Лист