

Министерство образования и науки Российской Федерации
Государственное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Санкт-Петербургский государственный технологический
университет растительных полимеров»
Кафедра материаловедения и технологии машиностроения

Материаловедение

Диаграмма состояний Fe – Fe₃C

**Методические указания
к выполнению контрольной работы**

Санкт-Петербург
2010

УДК 669.017(076.5)

Материаловедение. Диаграмма состояний Fe – Fe₃C: методические указания к выполнению контрольной работы / сост: Г.Н.Теплухин, Ю.Н.Маслов; ГОУВПО СПбГТУРП. СПб., 2010. - 16 с.: ил. 13.

Методические указания содержат сведения о фазовом и структурном состоянии сталей и чугунов. Они помогут студентам самостоятельно подготовиться к выполнению контрольной работы.

Предназначены для студентов всех специальностей и форм обучения.

Рецензент: канд.хим.наук, доцент кафедры общей химии СПбГТУРП Апраксина Л.М.

Подготовлены и рекомендованы к печати кафедрой материаловедения и технологии машиностроения ГОУВПО Санкт-Петербургского государственного технологического университета растительных полимеров. (протокол № 5 от 03.03.2010).

Утверждены к изданию методической комиссией факультета механики автоматизированных производств ГОУВПО СПбГТУРП (протокол № 3 от 22.04.2010).

Редактор В.А.Басова

Техн. редактор Л.Я. Титова

Темплан 2010г., поз. 63

Подп. к печати 18.05.10. Формат 60x84/16. Бумага тип № 3. Печать офсетная. Объём 1,25 печ. л.; 1,25 уч. – изд. л. Тираж 100 экз. Изд. № 63. Цена “С”.
Заказ № 160

Ризограф ГОУВПО Санкт-Петербургского государственного технологического университета растительных полимеров. 198095, Санкт-Петербург, ул. Ивана Черных, 4.

© ГОУВПО Санкт-Петербургский
государственный технологический
университет растительных полимеров,
2010

Контрольная работа № 2 посвящена проверке знаний студентов диаграммы Fe – Fe₃C и включает три вопроса, два из которых общие для всех вариантов:

- вычертить диаграмму состояния Fe – Fe₃C;
- указать структуры сталей и белых чугунов.

Студент должен вычертить диаграмму состояния Fe – Fe₃C, указать буквенные обозначения, пунктирными линиями нанести вертикали, делящие железо-углеродистые сплавы на техническое железо, доэвтектоидные и заэвтектоидные стали, доэвтекктические и заэвтекктические чугуны.

Окончательный ответ на первые два вопроса представлен на рис.1.

Третий вопрос относится к одному заданному сплаву: доэвтектоидной, эвтектоидной, заэвтектоидной стали; доэвтекктическому, эвтекктическому, заэвтекктическому чугуну и формируется следующим образом:

Для сплава с указанным содержанием углерода:

- построить кривую охлаждения и указать совершающиеся при этом превращения;
- для любой точки в двухфазной области определить содержание углерода в фазах;
- определить количество каждой из фаз для той же точки;
- дать определение структурным составляющим, встречающимся в заданном сплаве.

Первый вариант рассмотрим более подробно. Речь пойдет о доэвтектоидной стали с содержанием углерода в пределах 0,02 – 0,8 % C.

Кривая охлаждения строится с использованием правила фаз. $C = K - \Phi + 1$.

Как это делается? На диаграмму (рис.2) наносится вертикаль, соответствующая содержанию углерода в заданном сплаве, например, 0,7 % C. Затем цифрами 1, 2, 3, 4, 5, 6 обозначаются температуры начала охлаждения (1), начала кристаллизации (2), завершения кристаллизации аустенита (3), начала кристаллизации феррита из аустенита (4), эвтектоидного превращения $A_s \rightarrow P(\Phi_p + C)$ (5), комнатная температура (6).

Для точек 2, 4, 5 используем правило фаз и получаем $C_2 = 1$, $C_4 = 1$, $C_5 = 0$, $C_{5'} = 1$.

Таким образом, кривая охлаждения примет вид, указанный на рис.3.

Справа от полученной кривой кратко показываем превращения, совершающиеся при охлаждении в заданном сплаве: между точками (температурами) 1 – 2 - охлаждение жидкости – Ж; 2 – 3 - кристаллизация

из жидкости аустенита – Ж + А; 3 – 4 - охлаждение аустенита – А; 4 – 5 – кристаллизация из аустенита феррита – А + Ф; 5 – 5' – эвтектоидное превращение $A_s \rightarrow P(\Phi_p + C)$; 5' – 6 – окончательная структура и охлаждение её до комнатной температуры – Ф + П.

Для определения содержания углерода в фазах выбираем в двухфазной области точку „а” и проводим через неё горизонталь до встречи её концов с линиями диаграммы. Один конец горизонтали упирается в область аустенита, другой – в область жидкости. Это и есть фазы в области ИВСЕ. Состав их при выбранной температуре, соответствующей точке „а”, определяется проекцией точки **р** (состав аустенита) и **q** (состав жидкости) на ось абцисс.

Ответ записывается следующим образом:

А – р - 0,5 % С;
Ж – q - 1,0 % С.

Для определения количества каждой из фаз так же, как и в предыдущем случае, пользуемся правилом отрезков, согласно которому количество фазы определяется по отношению противоположного к ней отрезка ко всему отрезку.

Таким образом:

$$Q_A = \frac{aq}{pq} \times 100 = \frac{1,0 - 0,7}{1,0 - 0,5} = \frac{0,3}{0,5} \times 100 = 60 \% ;$$

$$Q_{ж} = \frac{pa}{pq} \times 100 = \frac{0,2}{0,5} \times 100 = 40 \% .$$

Для того, чтобы дать определение структурным составляющим, встречающимся в заданном сплаве, обратимся к рис.2. Как видно из этого рисунка в заданном сплаве встречаются А, Ф, П.

Форма ответа на этот вопрос.

доэвтектоидная сталь - А, Ф, П.

А – аустенит – твёрдый раствор углерода в Fe_γ . Максимальное содержание углерода при температуре 1147°C – 2,14 % ; при температуре 727 °C – 0,8 %

Ф – феррит – твёрдый раствор углерода в Fe_α . Максимальное содержание углерода при температуре 727 °С – 0,02 %.

П – перлит – эвтектоидная (механическая) смесь феррита и цементита. Образуется при температуре 727 °С по реакции $A_s \rightarrow P(\Phi_p + C)$.

Кратко рассмотрим третий вопрос второго варианта.

Для сплава с 0,8 % С:

-построить кривую охлаждения и указать совершающиеся при этом превращения (см. рис. 4,5).

Содержание углерода в фазах:

А - р- 0,6 % С;

Ж - q- 1,5 % С.

Количество каждой из фаз:

$$Q_A = \frac{aq}{pq} \times 100 = \frac{0,7}{0,9} \times 100 = 77,7 \, \%;$$

$$Q_{ж} = \frac{pa}{pq} \times 100 = \frac{0,2}{0,9} \times 100 = 22,3 \, \% .$$

Определения структурных составляющих, встречающихся в заданном сплаве

эвтектоидная сталь – А, П

А – аустенит	}	далее см. Приложение, с. 9
П - перлит		

Рассмотрим кратко 3-й вопрос 3-го варианта.

Для сплава с 1,5 % С:

- построить кривую охлаждения и указать совершающиеся при этом превращения (см. рис. 6,7).

Содержание углерода в фазах:

А - р - 0,9 % С;

Ж - q - 2,2 % С.

Количество каждой из фаз:

$$Q_A = \frac{aq}{pq} \times 100 = \frac{0,7}{1,3} \times 100 = 53,8 \%;$$

$$Q_{ж} = \frac{pa}{pq} \times 100 = \frac{0,6}{1,3} \times 100 = 46,2 \%.$$

Определения структурных составляющих, встречающихся в заданном сплаве:

заэвтектоидная сталь – А, П, Ц_{II}

$\left. \begin{array}{l} \text{А – аустенит} \\ \text{П – перлит} \\ \text{Ц}_{II} - \text{цементит вторичный} \end{array} \right\}$	далее см. Приложение, с. 9
--	----------------------------

Рассмотрим кратко 3-й вопрос 4-го варианта.

Для сплава с 2,5 % С:

- построить кривую охлаждения и указать совершающиеся при этом превращения (см. рис.8,9).

Содержание углерода в фазах:

А – р - 1,0 % С;

Ц – q - 6,67 % С.

Количество каждой из фаз:

$$Q_A = \frac{aq}{pq} \times 100 = \frac{4,17}{5,67} \times 100 = 73,5 \%;$$

$$Q_{ж} = \frac{pa}{pq} \times 100 = \frac{1,5}{5,67} \times 100 = 26,5 \%.$$

Определения структурных составляющих, встречающихся в заданном сплаве:

доэвтектический чугун - А, П, Ц_{II}, Л₁, Л₂

А – аустенит П – перлит Ц_{II} - цементит вторичный Л₁ - ледебурит первый Л₂ - ледебурит второй	}	далее см. Приложение, с. 9
--	---	----------------------------

Рассмотрим кратко 3-й вопрос 5-го варианта.

Для сплава с 4,3 % С:

-построить кривую охлаждения и указать совершающиеся при этом превращения (см. рис.10,11).

Содержание углерода в фазах:

А – р - 1,5 % С;
Ц – q - 6,67 % С.

Количество каждой из фаз:

$$Q_A = \frac{aq}{pq} \times 100 = \frac{2,37}{5,17} \times 100 = 45,8 \%;$$

$$Q_{жс} = \frac{pa}{pq} \times 100 = \frac{2,8}{5,17} \times 100 = 54,1 \%.$$

Определения структурных составляющих, встречающихся в заданном сплаве:

эвтектический чугун:

Л₁ - ледебурит первый Л₂ - ледебурит второй	}	далее см. Приложение, с. 9
---	---	----------------------------

Рассмотрим кратко 3-й вопрос 6-го варианта.

Для сплава с 5,5 % С:

-построить кривую охлаждения и указать совершающиеся при этом превращения (см. рис.12,13).

Содержание углерода в фазах:

А - р- 1,5 % С;

Ц - q- 6,67 % С.

Количество каждой из фаз:

$$Q_A = \frac{aq}{pq} \times 100 = \frac{1,17}{5,17} \times 100 = 22,6 \, \%;$$

$$Q_{жс} = \frac{pa}{pq} \times 100 = \frac{4,0}{5,17} \times 100 = 77,3 \, \% .$$

Определения структурных составляющих, встречающихся в заданном сплаве:

заэвтектический чугун - $Ц_I, Л_1, Л_2$

$Ц_I$ - цементит первичный	}	далее см. Приложение, с. 9
$Л_1$ - ледебурит первый		
$Л_2$ - ледебурит второй		

Приложение

Определения структурных составляющих в сталях и чугунах в соответствии с диаграммой состояния Fe – Fe₃C:

А - аустенит – твёрдый раствор углерода в Fe_γ. Максимальное содержание углерода при температуре 1147 °С – 2,14 %; при температуре 727 °С – 0,8 %.

Ф - феррит – твёрдый раствор углерода в Fe_α. Максимальное содержание углерода при температуре 727 °С – 0,02 %.

П - перлит – эвтектоидная (механическая) смесь феррита и цементита. Образуется при температуре 727 °С по реакции $A_s \rightarrow П(\Phi_p + Ц)$.

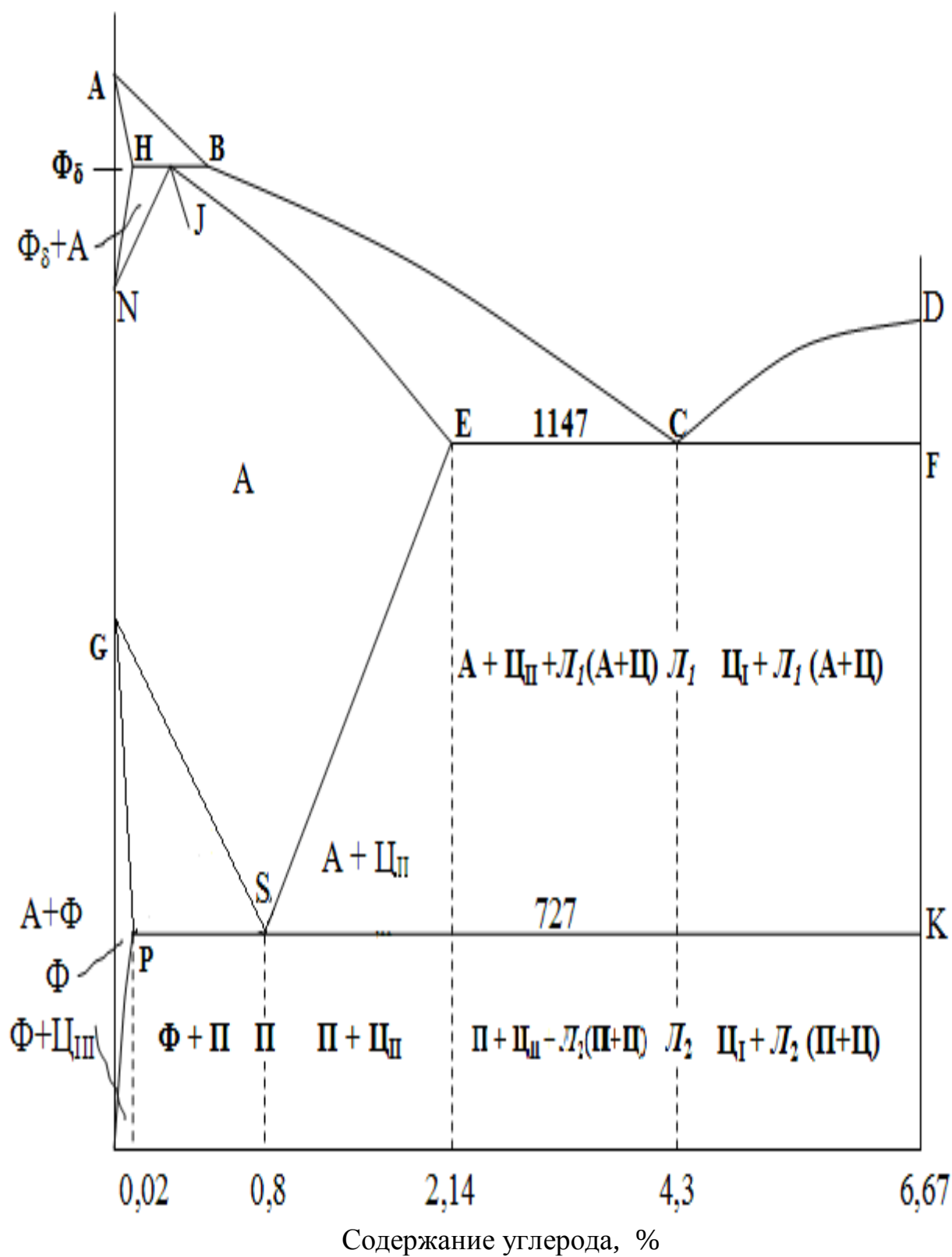
Ц_I - цементит первичный. Химическое соединение Fe₃C. Содержание углерода 6,67 %. Выделяется из жидкости в виде крупных пластин.

Ц_{II} - цементит вторичный. Химическое соединение Fe₃C. Содержание углерода 6,67 %. Выделяется из аустенита по границам его зёрен в виде сплошной или прерывистой сетки.

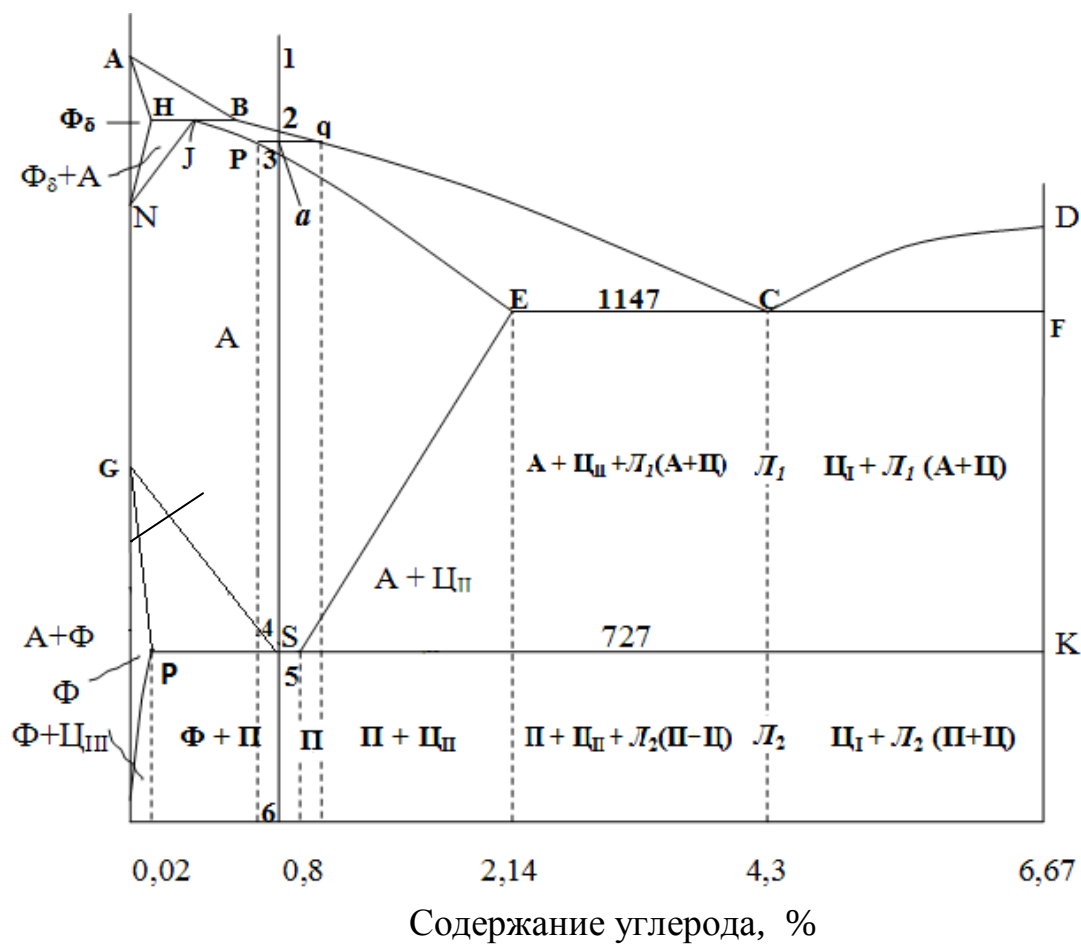
Ц_{III} - цементит третичный. Химическое соединение Fe₃C. Содержание углерода 6,67 %. Выделяется из феррита по границам его зёрен в виде мельчайших частиц.

Л₁ - ледебурит первый – эвтектическая смесь аустенита и цементита. Образуется при температуре 1147 °С по реакции $Ж_c \rightarrow Л_1(A_E + Ц)$.

Л₂ - ледебурит второй. Механическая смесь перлита и цементита. Образуется при температуре 727 °С из ледебурита первого в результате эвтектоидного превращения $A_s \rightarrow П(\Phi_p + Ц)$.



Содержание углерода, %
Рис.1 Диаграмма состояний Fe – Fe₃C



Содержание углерода, %
Рис.2 Диаграмма состояний Fe – Fe₃C

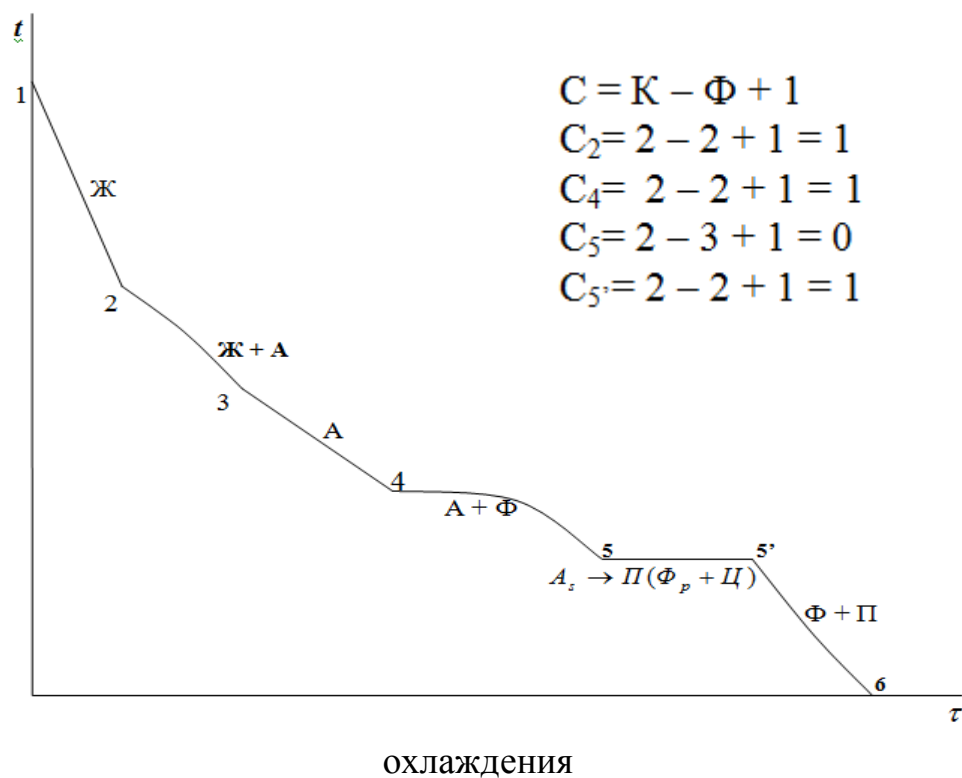


Рис.3

Кривая

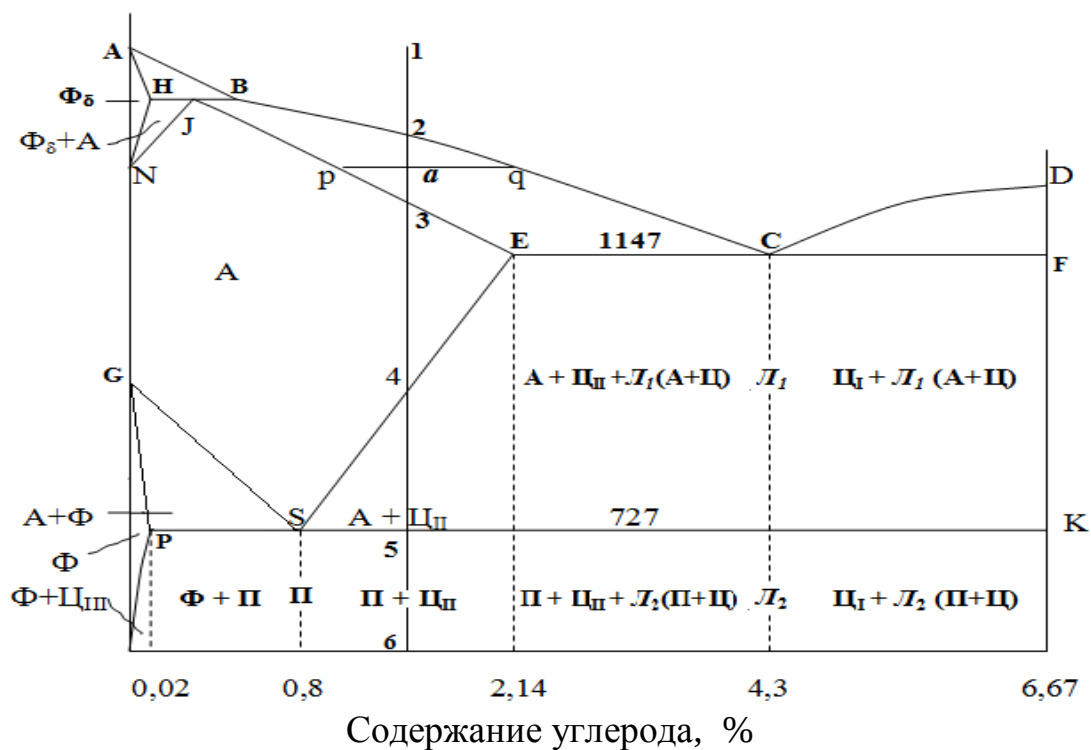


Рис.6 Диаграмма состояний Fe – Fe₃C

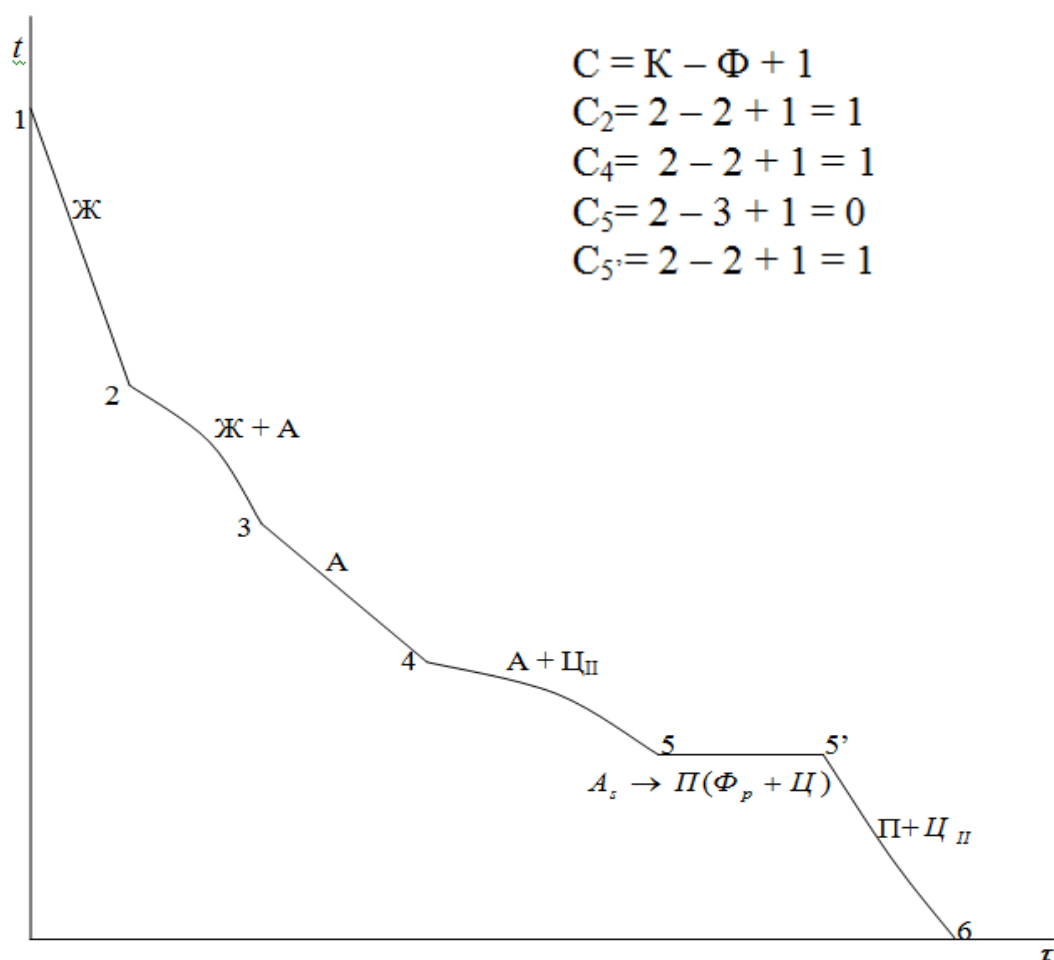


Рис.7 Кривая охлаждения

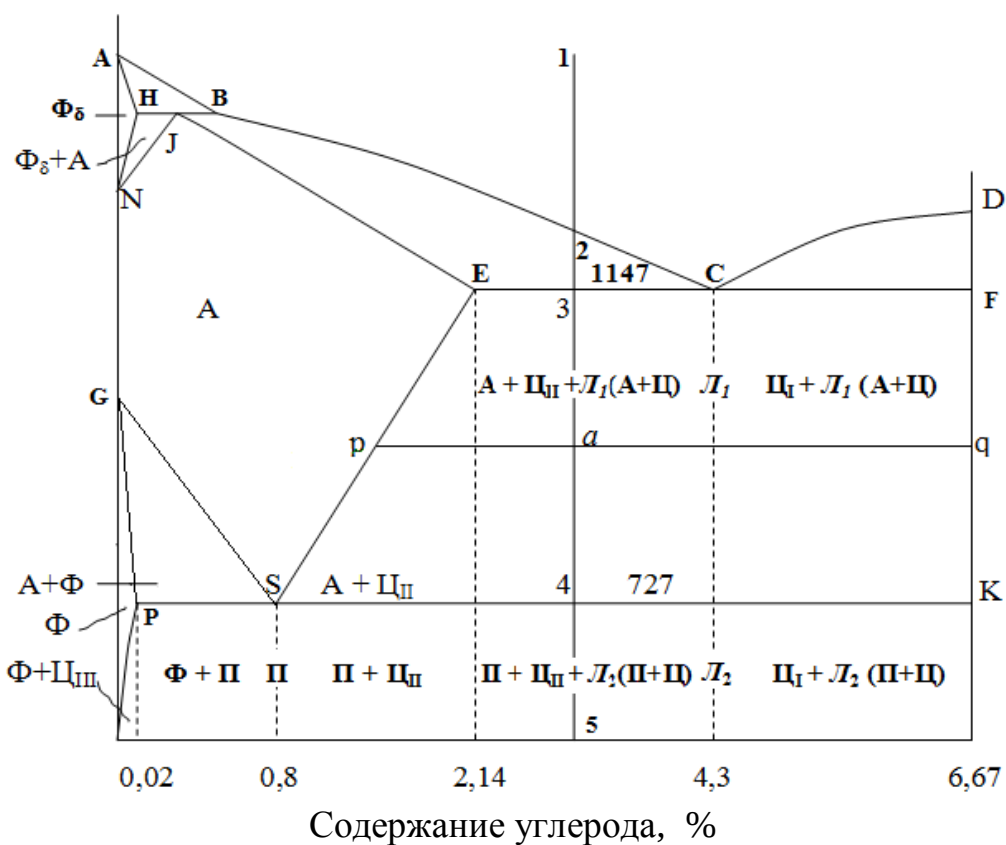


Рис.8 Диаграмма состояний Fe – Fe₃C

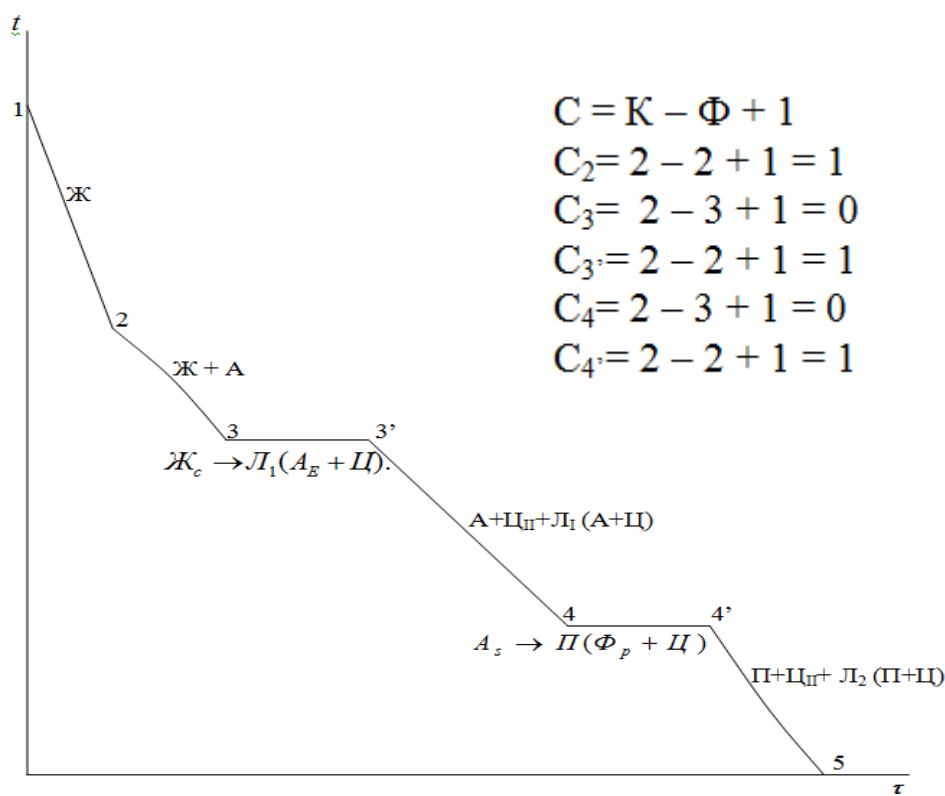


Рис.9 Кривая охлаждения

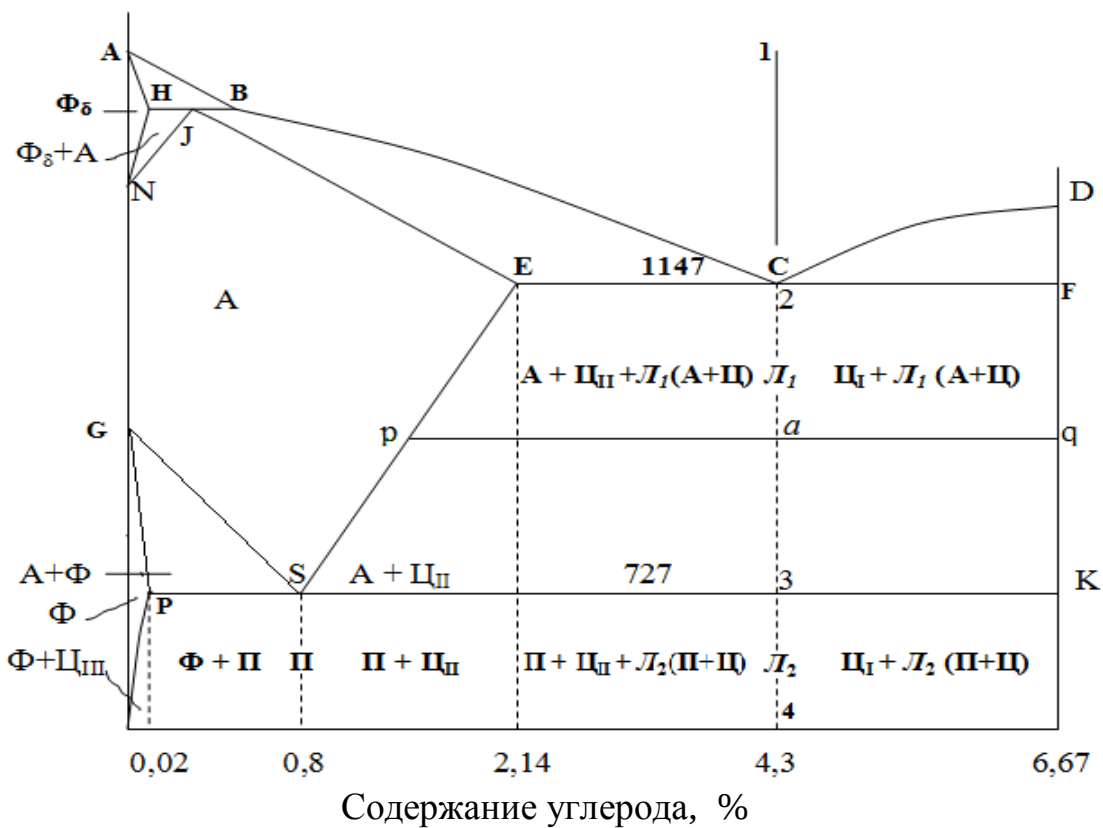


Рис.10 Диаграмма состояний Fe – Fe₃C

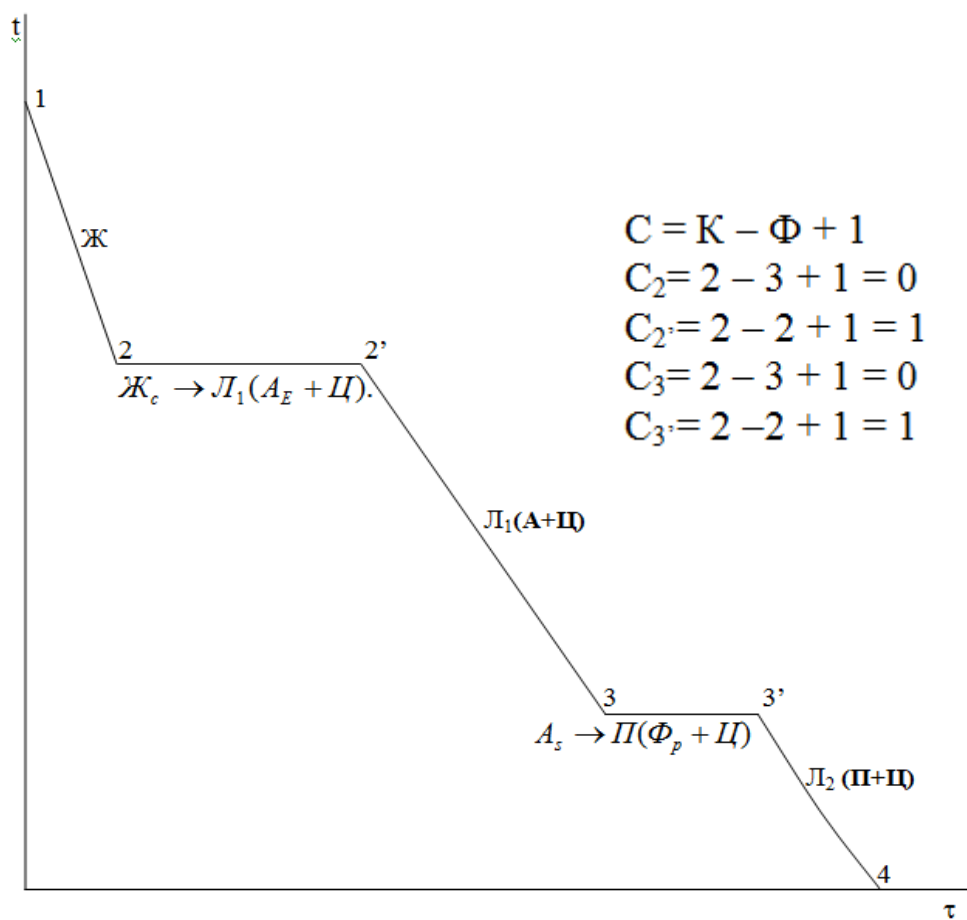


Рис.11 Кривая охлаждения

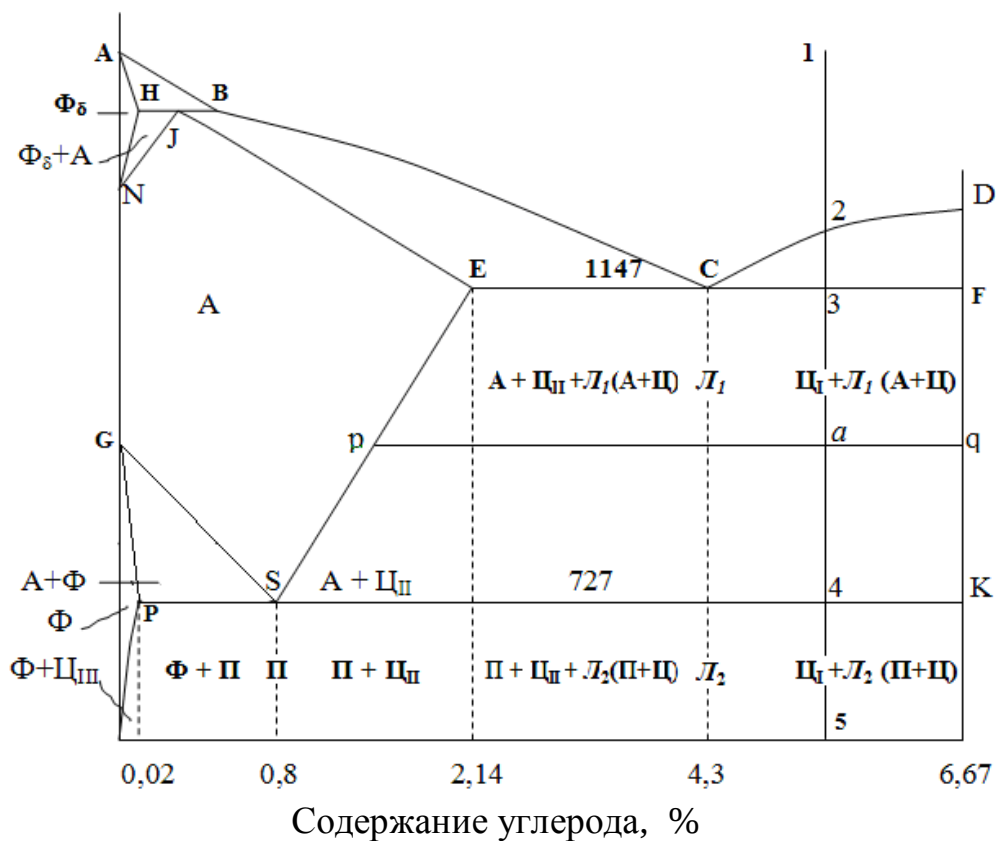


Рис.12 Диаграмма состояний Fe – Fe₃C

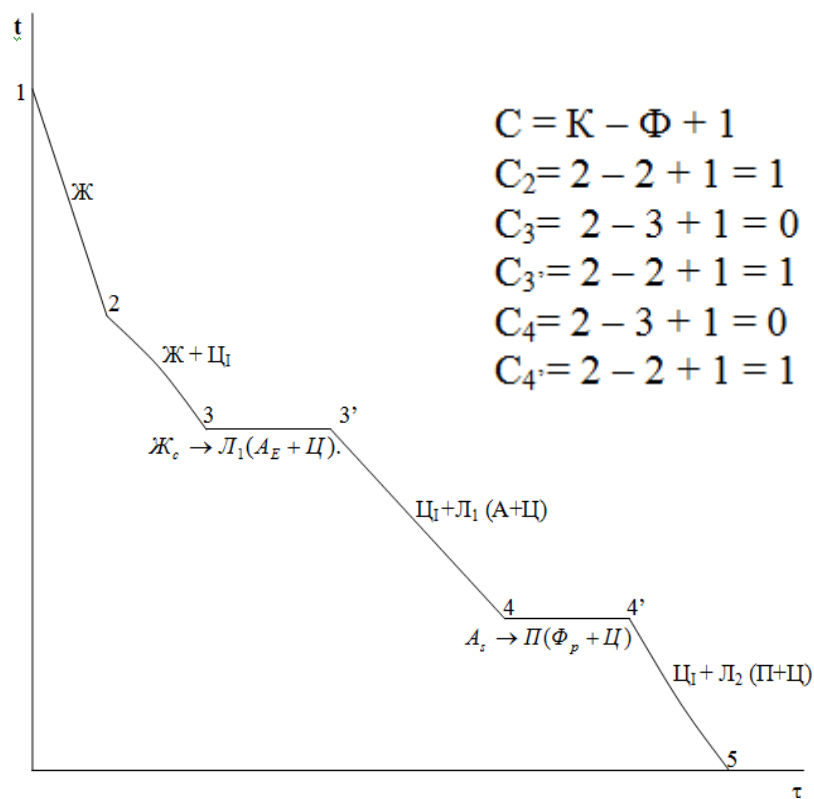


Рис.13 Кривая охлаждения

Гелий Николаевич Теплухин
Юрий Николаевич Маслов

Материаловедение

Диаграмма состояний Fe – Fe₃C

**Методические указания
к выполнению контрольной работы**