**Практична робота № 8**

**Діаграма стану Fe – Fe3C (залізо – цементит)**

**Мета роботи:** закріпити теоретичні знання по фазах та структурних складових, навчитися практично користуватися діаграмою стану.

# Теоретичні відомості

**Діаграмою стану** називають графічне зображення фаз та структурних складових в координатах “температура – концентрація”.

**Компонентами** системи Fe-Fe3C є залізо Fe і вуглець C.

**Фазою** називають відокремлену частину системи, яка має свою структуру, хімічний склад, властивості і відокремлена від решти системи поверхнею розділу. Розрізняють такі фази в системі Fe-Fe3C:

**Структурою** називають форму, розміри та розташування фаз у системі.

 L **(ліква)** – розчин вуглецю в розплавленому залізі.

Ф **(ферит)** – твердий розчин проникнення вуглецю в α-залізі з структурою ОЦК і розчинністю від 0% до 0,02%. Ферит має невисоку твердість і високу пластичність.

Фδ **(ферит δ)** – твердий розчин проникнення вуглецю в δ-залізі з структурою ОЦК і розчинністю від 0% до 0,1%.

А **(аустеніт)** – твердий розчин про­никнення вуглецю в γ-залізі з структурою ГЦК і розчинністю від 0% до 2,14%. Аустеніт парамагнітний, пластичний, має низьку міцність і твердість.

Ц **(цементит)** - хімічне з’єднання заліза з вуглецем – карбід заліза (Fe3C), містить 6,67% С. Температура плавлення цементиту – 1260°С. Цементит має дуже високу твердість та крихкість.

Існують різновиди цементиту:

ЦІ - виділяється при кристалізації з рідкої фази у всіх залізовуглецевих сплавах, які містять вуглецю більше 4,3%;

ЦІІ - виділяється при вторинній кристалізації з аустеніту внаслідок зменшення розчинності вуглецю в γ-залізі при зниженні температурі від 1147°С до 727°С;

ЦІІІ- виділяється з фериту внаслідок зменшення розчинності вуглецю в α-залізі при зниженні температури від 727°С до кімнатної;

**Структурними складовими** називають частину системи, що містить дві і більше фаз. В системі Fe-Fe3C розрізняють такі структурні складові.

П **(перліт)** – евтектоїдна механічна суміш, яка складається з дрібних різних за розміром пластинок цементиту в феритній основі. Вміст вуглецю становить 0,8%. Утворюється при розпаді аустеніту визначеного складу при температурі 727°С. Структура має перламутровий блиск.

Л **(ледебурит)** – евтектична механічна суміш цементиту і аустеніту, містить 4,3% вуглецю. При температурі вище 727°С і нижче 1147°С ледебурит називають високотемпературним, він складається з аус­теніту і цементиту ЦІ і позначається як ЛВ. При температу­рі нижчій 727°С ледебурит називають низькотемпературним, він складаєть­ся з перліту і цементиту і позначається як ЛН.

**Координати точок діаграми Fe-Fe3C**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Точка | t,ºC | %C | Визначення точки |
| A | 1539 | 0 | Температура плавлення заліза |
| C | 1147 | 4,3 | Склад евтектики |
| D | 1260 | 6,67 | Температура плавлення цементиту |
| E | 1147 | 2,14 | Гранична розчинність вуглецю в γ-залізі  |
| G | 911 | 0 | Поліморфне перетворення α-заліза в γ-залізо  |
| P | 727 | 0,02 | Гранична розчинність вуглецю в α-залізі  |
| S | 727 | 0,8 | Евтектоїд не перетворення |
| Q | 20 | 0,006 | Мінімальна розчинність вуглецю в α-залізі  |

**Основні лінії діаграми:**

*Лінія АВСD – лінія ліквідус*. Вище цієї лінії всі сплави знаходяться в рідкому стані.

*Лінія AHJECF – лінія солідус.* Нижче цієї лінії всі сплави знаходяться в твердому стані.

*Лінії поліморфного перетворення:*

Вуглець розчиняючись в поліморфній модифікації α-заліза знижує температуру поліморфного перетворення від 911°С до 727°С.

GS і GP – лінії нижнього поліморфного перетворення.

HN, JN – лінії верхнього поліморфного перетворення.

*Лінії змінного розчинення вуглецю в поліморфних модифікаціях*:

ES – max 2,14% С min 0,8% С;

GP – max 0,02% С min 0,006% С;

*Лінії ізотермічного перетворення:*

По лінії JHB при 1499°С відбувається перитектичне перетворення:



По лінії ECF при 1147°С відбувається евтектичне перетворення



По лінії PSK відбувається евтектоїд не перетворення



**Критичними точками** називаються температури, при яких відбуваються фазові та структурні перетворення в сплавах системи “Fe-Fe3C”. Позначаються буквою А (arret – зупинка (фран.).

А0 – цементит переходить з феромагнітного стану в парамагнітний;

А1 – знаходяться на лінії PSK, при температурі 727°С аустеніт розпадається з утворенням перліту;

А2 – знаходяться на лінії МО, при температурі 768°С залізо із феромагнітного стану переходить в парамагнітний;

А3 – знаходяться на лінії GS, відбувається перетворення аустеніту в ферит;

Аcm – знаходяться на лінії SE, початок виділення цементиту вторинного.

При нагріві через тепловий гістерезис добавляють букву с (АС1, АС3), при охолодженні r (Аr1, Аr3).

Структурний аналіз областей діаграми

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Область | Фази, структурні складові | Схематичне зображення структури |
| ABH | L + Фδ | LФδ |
| AHN | Фδ | Фδ |
| HJN | Фδ + А | ФδA |
| BCEJ | L → А | AФδ |
| DFC | L → ЦІ | ЦІL |
| JЕSGN | А | А |
| GPQ | Ф | Ф |
| GSP | А+Ф | AФ |
| ЕE′S | А+ЦІІ | AЦІІ |
| РР′Q | Ф+ЦІІI | ФЦІІІ |
| PSS′P′ | Ф + П | ФП |
| SE′E′′S′ | П+ЦІІ | ПЦІІ |
| ЕСС′Е′ | А+ЦІІ+ЛВ | ЛНПЦІІ |
| Е′С′С′′Е′′ | П+ЦІІ+ЛН | ЛНПЦІІ |
| СFKC′ | ЦІ+ЛВ | ЛНЦІ |
| C′KLC′′ | ЦІ+ЛН | ЛНЦІ |

**Кінцевий структурний стан** сплаву визначається фазами та структурними складовими в області діаграми, яка відповідає заданій концентрації вуглецю при температурі 600°С.

**Чис­ло ступенів вільності** визначають згідно з правилом фаз С = К + 1 – Ф, де К = 2 – число компонентів, Ф – число фаз.

## З допомогою **правила відрізків** визначимо кількість фаз:

