

ЛЕКЦИЯ 5

План лекции:

- железоуглеродистые сплавы;
- диаграмма состояния
железоуглеродистых сплавов

Железоуглеродистые

Железо – металл серебристо-серого цвета, четвертого периода, восьмой группы таблицы Д.И. Менделеева, обладающий очень высокой пластичностью. Чистое железо содержит не более 0,01% примесей и является очень дорогим металлом. На практике применяют техническое железо, содержащее до 0,01% в сумме примесей (C, Mn, Si, S, P и др.).

Механические свойства железа в зависимости от степени его чистоты и величины зерен изменяются в следующих пределах:

- твердость по Бринеллю HB 580-800 МН/м²(МПа);

- предел прочности при растяжении 180-280 МН/м²(МПа);

- удлинение 30-50 %;

- сжатие 70-80 %;

- ударная вязкость 16-20 МДж/м².

В промышленности применяют сплавы железа с углеродом, кремнием, марганцем, хромом, никелем и другими элементами

Если в сплаве железа содержится до 2% углерода, его называют сталью, если более 2% углерода – чугуном

Углерод – неметаллический элемент второго периода, четвертой группы, имеет три аллотропические модификации: уголь, графит и алмаз. Графит имеет незначительную прочность и слабо выраженные металлические свойства

Структурные составляющие железоуглеродистых сплавов

**Феррит
(Ф)**

твердый раствор внедрения углерода в
 α -железо

кристаллическая
решетка феррита
– кубическая
объемно-
центрированная
с координацион-
ным числом 8,
такая же, как у
чистого
 α -железа

при комнатной
температуре в
феррите
содержится 0,002%
C,
а при 727°C
содержание
углерода в феррите
около 0,1%

он мягкий (НВ 65-130),
пластичный (40%),
сильно магнитен,
хорошо проводит тепло
и электричество

в феррите кроме углерода
может находиться некоторое
количество кремния,
марганца, фосфора и др.

**Цементит
(Ц)**

карбид железа Fe_3C

Цементит имеет металлический блеск и сложную кристаллическую решетку, обладает большой твердостью (НВ 800) и хрупкостью

он слабо магнитен, плохо проводит электрический ток и тепло; температура плавления цементита около 1500°C

В нем содержится 6,67% С

Цементит – неустойчивое химическое соединение и при высоких температурах распадается на железо и углерод по реакции $\text{Fe}_3\text{C} = 3\text{Fe} + \text{C}$

Аустенит (А)

```
graph TD; A([Аустенит (А)]) --> B[Аустенит немагнитен, сравнительно мягкий (НВ 170-200)]; A --> C[твердый раствор внедрения углерода в γ-железо, имеющий кубическую гранецентрированную кристаллическую решетку с координационным числом 12]; A --> D[Максимальная растворимость в нем углерода при 1147°C составляет 2%, при 727 °C – 0,8%];
```

**Аустенит немагнитен,
сравнительно мягкий
(НВ 170-200)**

**твердый раствор
внедрения углерода в
γ-железо,
имеющий кубическую
гранецентрированную
кристаллическую
решетку с
координационным
числом 12**

**Максимальная
растворимость в
нем углерода при
1147°C
составляет 2%,
при 727 °C – 0,8%**

**Ледебурит
(Л)**

механическая смесь,
состоящая из аустенита и
цементита и содержащая
4,3% С

Ледебурит
отличается
высокой
твёрдостью
(НВ 700) и
хрупкостью

в интервале
температур
1147 °С - 727°С
представляет
собой
механическую
смесь аустенита
и цементита

Образуется при
затвердевании
(с распадением на
аустенит и
цементит)
из жидкого
расплава при 1147
°С

Перлит (П)

механическая смесь,
состоящая из очень тонких
пластинок или зерен
цементита и феррита

Содержание
углерода в
перлите
0,8%

Механические
свойства перлита
зависят от
размеров и формы
цементита –
пластинчатого или
зернистого
($\sigma = 820 \text{ МН/м}^2$;
удлинение 15%,
НВ 160)

образуется в
результате
распада
аустенита при
 727°C

Перлит бывает
пластичный и
зернистый, что
определяется
формой
цементита
(пластинки или
шарообразные
зерна)

Диаграмма состояния железоуглеродистых

сплавов
Диаграмма состояния Fe – C, рисунок 5.1, включает все сплавы (сталь, чугун), имеющие практическое применение.

Она является результатом работ многих ученых и непрерывно уточняется вплоть до нашего времени.

Практически максимальное содержание углерода в сплавах с железом равно 6,67%. Это значение соответствует содержанию углерода в карбиде железа Fe_3C

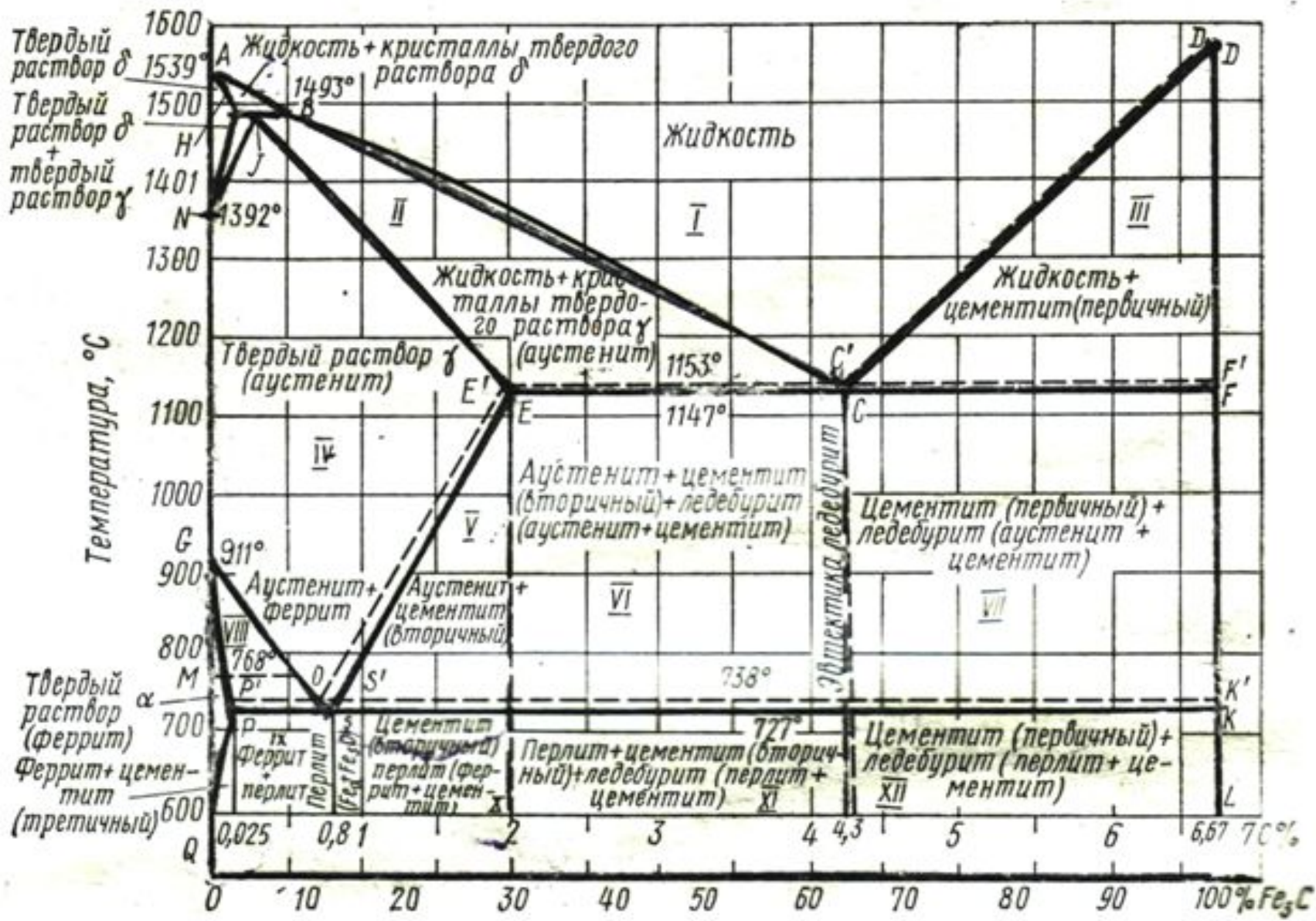


Рисунок 5.1. Диаграмма состояния железоуглеродистых сплавов

ОБОЗНАЧЕНИЕ ТОЧЕК	ТЕМПЕРАТУРА °C	СОДЕРЖАНИЕ УГЛЕРОДА <i>C</i> , %
A	1539	температура плавления железа
B	1493	0,5
J	1493	0,18
H	1493	0,1
N	1392	0
C	1147	4,3
D	1600	6,67
E	1147	2,0
S	727	0,8
P	727	0,025
K	727	6,67
Q	20	0,01

На диаграмме нанесены сплошные и пунктирные линии. Это связано с тем, что углерод в сплавах может находиться в элементарном виде (графит) и в виде химического соединения (цементит).

Таким образом, диаграмма состояния системы железо-углерод может иметь два варианта:

- 1) система железо-цементит
- 2) система железо-графит

Рассмотрим диаграмму состояния системы железо-цементит (сплошные линии)

Точка **A** на диаграмме показывает температуру плавления чистого железа, а точка **D** – температуру плавления цементита. Процесс кристаллизации расплава начинается по линии **ABCD** (линия ликвидуса). Выше линии ликвидуса (область I) сплав находится в жидком состоянии и представляет собой однородную систему.

Линия АНЕСФ является линией солидуса. Сплавы, лежащие ниже этой линии, находятся в твердом состоянии. При температурах между линиями ликвидуса и солидуса происходит кристаллизация сплавов. В период кристаллизации одновременно существуют две фазы – жидкий сплав и кристаллы твердых растворов.

В затвердевших сплавах при понижении t° наблюдается вторичная кристаллизация, т.е. дальнейшее изменение их структуры, связанные с перекристаллизацией в твердом состоянии.

С понижением температуры железо переходит из одной модификации в другую ($Fe_\gamma \rightarrow Fe_\alpha$) и растворимость углерода в Fe_γ и Fe_α заметно уменьшается.