

Направление подготовки бакалавров
«Химическая технология»

Материаловедение и технология конструкционных материалов



Лихачев Владислав Александрович, к.х.н.,
доцент



ВЯТСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ

Тема 4. Диаграмма состояния системы «железо-углерод». Фазовые превращения сплавов железа.

2.1. Железо и его сплавы.

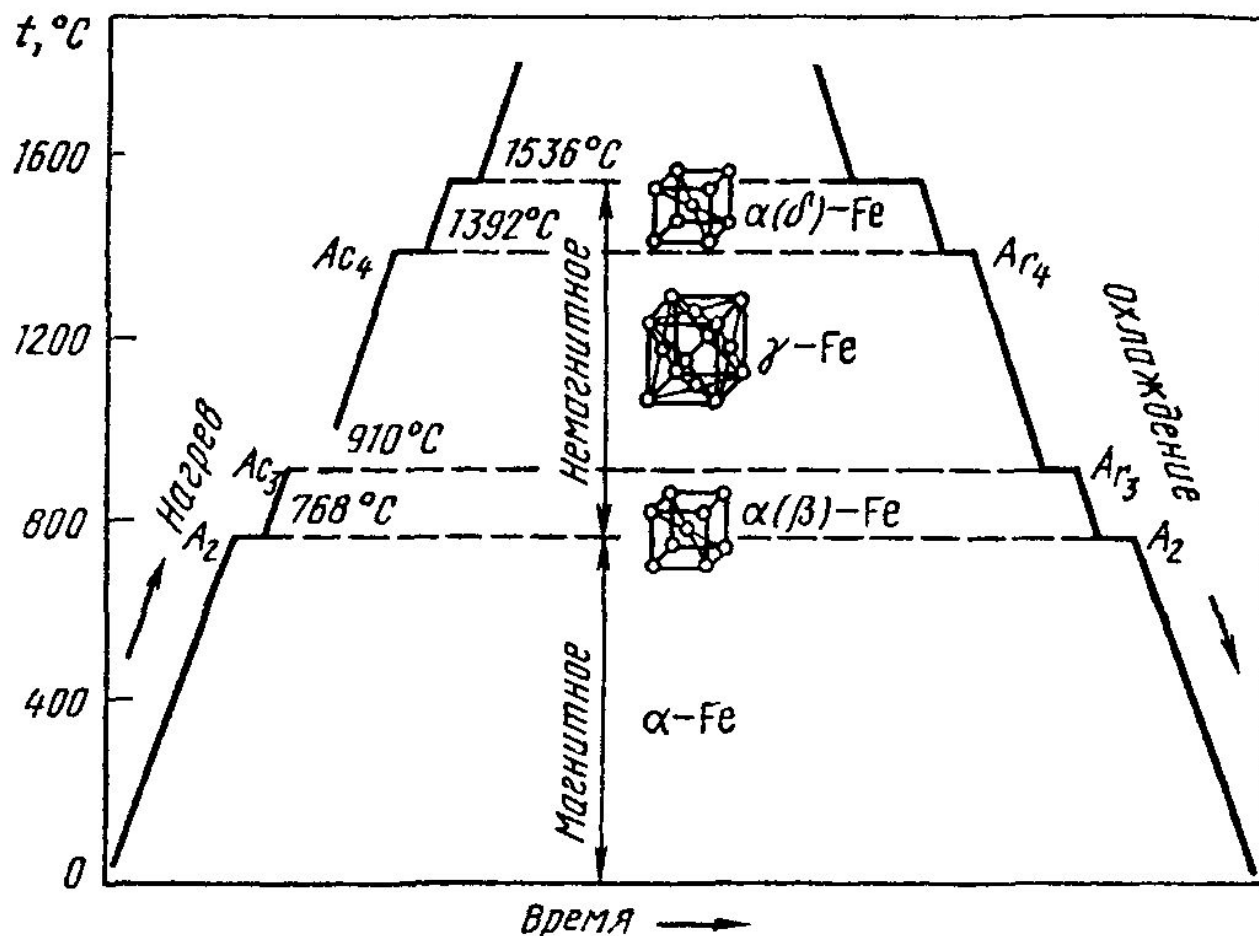
2.2. Диаграмма состояния системы «железо-углерод».

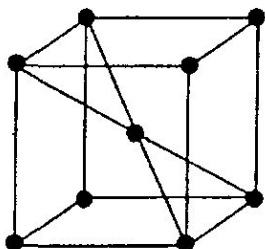


ВЯТСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ

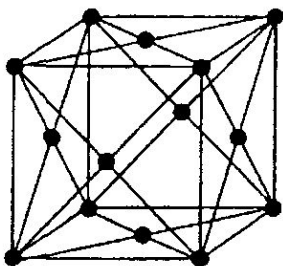
Полиморфные превращения железа

Железо может существовать в четырёх полиморфных модификациях.

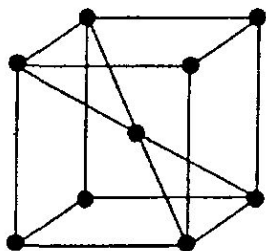




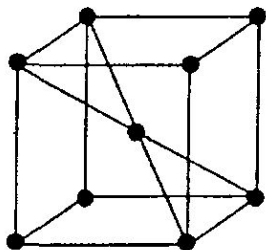
Fe_{δ} , парамагнитные свойства, $a = 2,93$



Fe_{γ} , парамагнитные свойства, $a = 3,64$



Fe_{β} , парамагнитные свойства, $a = 2,90$



Fe_{α} , ферромагнитные свойства, $a = 2,88$



ВЯТСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ

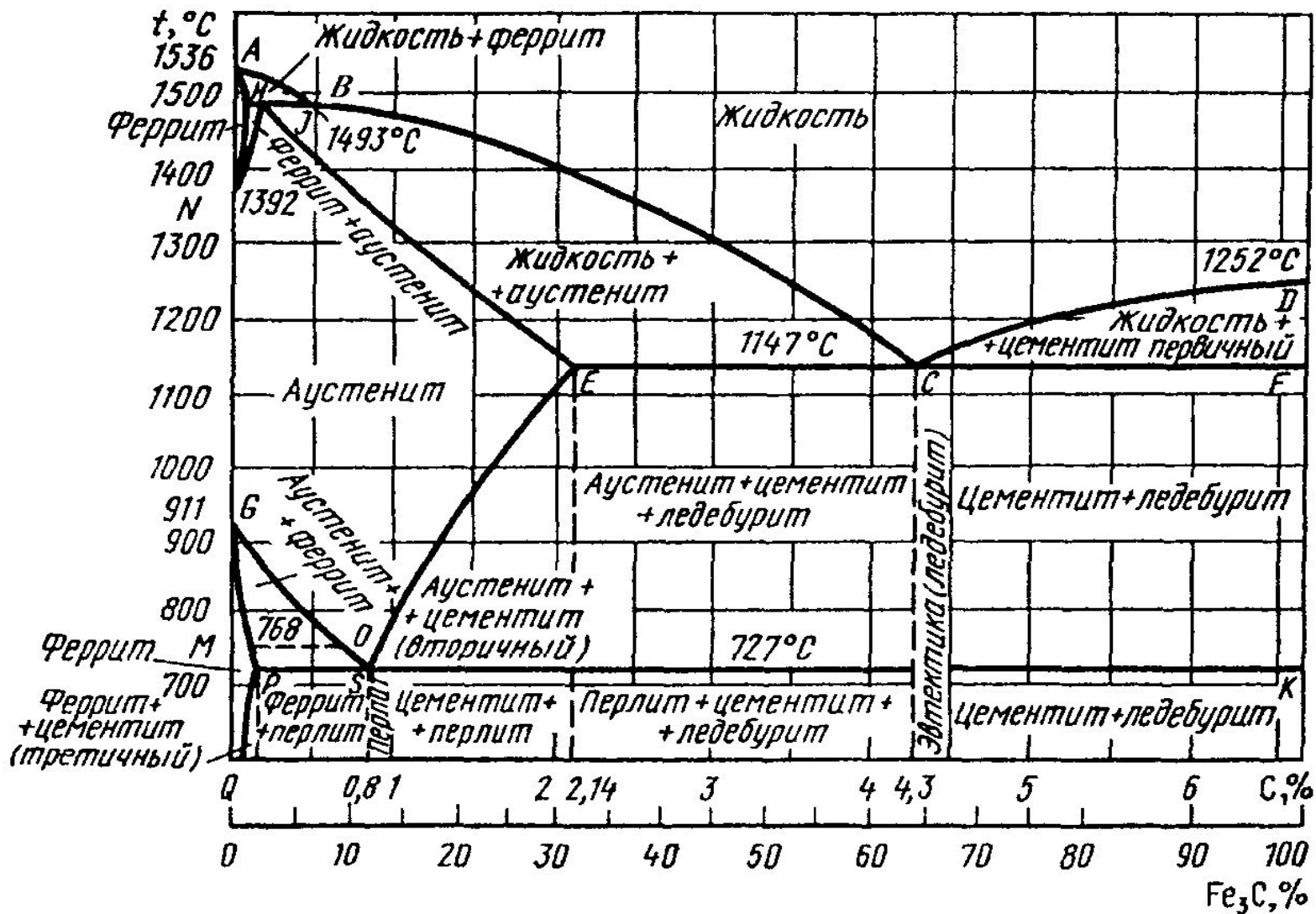
Диаграмма железо-углерод

Диаграмма Fe - C представляет собой диаграмму двухкомпонентного сплава с ограниченной растворимостью компонентов друг в друге, осложнённую полиморфным превращением железа.

Существует два варианта диаграммы:

- 1) Fe – C – более равновесная диаграмма, очень медленное охлаждение;
- 2) Fe – Fe₃C – медленное, но несколько более быстрое охлаждение.

Диаграмма железо-углерод





Классификация сплавов железа по количеству в них углерода

Сплавы системы «железо-углерод» по количеству углерода в них делят на следующие группы:

1. техническое железо (0- 0,02% C);
2. доэвтектоидные стали (0,02-0,81% C);
3. эвтектоидная сталь (0,81% C)
3. заэвтектоидные стали (0,81- 2,14% C);
4. доэвтектические чугуны (2,14 - 4,3%)
5. эвтектический чугун (4,3% C)
6. заэвтектические чугуны (>4,3% C)



ВЯТСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ

Линии на диаграмме железо-углерод

- **ABCD** – линия ликвидус , начало кристаллизации;
- **AECF** – линия солидус, конец кристаллизации;
- **GSK** – линия начала полиморфного перехода;
- **GPSK** – линия конца полиморфного перехода;
- **MO** – линия магнитного превращения;
- **ES** – линия изменения растворимости углерода в Fe γ ;
- **PQ** – линия изменения растворимости углерода в Fe α .



ВЯТСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ

Точки на диаграмме состояния Fe -C

- E – предельная растворимость углерода в Fe_{γ} ; 2,14% C
- C – эвтектический чугун, 4,3% C;
- P – предельная растворимость углерода в Fe_{α} ; 0,02% C
- S – эвтектоидная сталь, 0,81% C



ВЯТСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ

Фазы в сплавах Fe - C

- **Графит;**
- **Феррит** – твердый раствор углерода в Fe α ;
- **Аустенит** – твердый раствор углерода в Fe γ ;
- **Цементит** – химическое соединение Fe $_3$ C, карбид железа;



ВЯТСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ

Структурные составляющие в сплавах Fe - C

- **Перлит** – эвтектоид, состоящий из феррита и цементита;
- **Ледебурит высокотемпературный** – эвтектика, состоящая из аустенита и цементита;
- **Ледебурит низкотемпературный** – эвтектика, состоящая из перлита и цементита.



Структурные превращения в сплавах Fe – C различного состава

Охлаждение технического железа:

t_1 – появление первых кристаллов аустенита;

t_2 - заканчивается образование аустенита;

t_3 - начинается полиморфный переход, появляются первые кристаллы феррита;

t_4 - заканчивается полиморфный переход, весь аустенит превращается в феррит.

t_5 – достигается предельная растворимость углерода в Fe_α , лишний углерод при снижении температуры выпадает в виде цементита третичного.

Таким образом, структура технического железа будет состоять из зерен феррита, по границам которых будет находиться цементит.