



## Лекция 5-6

### Тема: *Диаграмма состояния Fe- FeC*

#### План

1. Общие сведения о диаграмме *Fe- FeC*.
2. Кристаллизация сплавов с низким содержанием углерода.
3. Кристаллизация сплавов, содержащих более **2,14** % углерода.



Линия ABCD- ликвидус

Линия ANJESF-солидус

Фазы: жидкость- жидкий раствор углерода в железе  
цементит- **FeC**. карбид железа, хим. соединение  
феррит-твердый раствор внедрения углерода в **Fe**  
аустенит-твердый раствор внедрения углерода в **Fe**  
Диаграмма состояния **Fe- FeC** характеризует  
фазовый состав и превращения в сплавах с  
концентрацией от чистого железа до **FeC**.

Особенностью диаграммы является наличие на оси  
концентраций двух шкал, показывающих количество  
**углерода и цементита**. Положение точек  
диаграммы в таблице.



Преобразования в сплавах диаграммы состояния происходят как при затвердевании жидкой фазы ( Ж), так и в твердом состоянии. Первичная кристаллизация идет в интервале температур, определяемых на линиях ликвидус и солидус. Вторичная кристаллизация вызвана превращениями железа одной аллотропической модификации в другую и переменной растворимостью углерода в аустените и феррите, которая при понижении температуры уменьшается. Избыток углерода из твердых растворов выделяется в виде цементита.

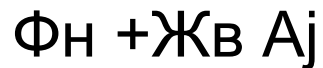
Выше линии ликвидуса (АВСД) все сплавы находятся в жидком состоянии.

На линии АВ из жидкости начинает выделяться феррит, на линии ВС- аустенит, на линии СД- цементит. На линии АН- жидкость полностью превращается в феррит.

Горизонтальная линия НЈВ указывает на протекание перитектической реакции в сплавах, содержащих от 0,1 до 0,5% углерода.

Перитектическая реакция- это тип нонвариантного превращения ( трехфазного равновесия), когда жидкость реагирует с ранее выпавшими кристаллами и образует новый вид кристаллов.

Эта реакция заключается в том, что при температуре 1499 С феррит, выделившийся из жидкого раствора (Фн), взаимодействует с оставшейся жидкостью (Жв), в результате чего образуется аустенит:



При этом в сплаве, содержащем 0,16% С (t.J), обе фазы (Ф и Ж), полностью расходуются на реакцию образования аустенита, и при температуре ниже 1499 С этот сплав имеет одну фазу- аустенит. В сплавах, содержащих менее 0,16% С после перитектической реакции в избытке остается аустенит, а в сплавах содержащих более 0,16% С- в избытке остается жидкость.

Т.о. перитектическая реакция является следствием полиморфного превращения железа при 1499 С, Fe в Fe . При этом температура этого превращения повысилась с 1392 С до 1499 С за счет растворенного в железе углерода.

Следовательно, можно заключить, что углерод относится к элементам расширяющим -область железа.

Горизонтальная линия ЕСF указывает на то, что у сплавов, содержащих от 2,14 до 6,67% углерода, протекают при температуре 1147 С эвтектические превращения (см. л.4). При этой температуре жидкость, содержащая 4,3% углерода (Же), кристаллизуется с одновременным образованием кристаллов аустенита и цементита



Эта эвтектика называется ледебуритом (по фамилии нем. ученого Ледебура).



Горизонтальная линия PSK указывает на протекание эвтектондной реакции (см. л4) в сплавах, содержащих от 0,02 до 6,67% углерода, при 727 С.

Механическая смесь двух фаз, образующихся из твердого раствора называется эвтектоидом.

При температуре 727 С аустенит, содержащий 0,8% углерода, превращается в механическую смесь двух фаз- феррита, содержащего 0,02% углерода и цементита (6,67% углерода)

As (Фр+ Цк)

Эвтектоидная смесь феррита и цементита называется перлитом ( эта структурная составляющая под микроскопом похожа на перломутр).

Рассмотрим область перитектического превращения на примере сплава I, содержащего менее 0,1% углерода и сплава 11, содержащим 0,16% углерода.

Кристаллизация сплава 1 начинается в т.1, выделением кристаллов - твердого раствора. В процессе кристаллизации концентрация жидкости изменяется по линии АВ, а концентрация твердой фазы - по линии АН. В т. а, лежащей в области существования жидкой и твердой фаз, концентрация жидкости определяется проекцией т.с, а твердой фазы - проекцией т.в, количество твердой фазы определяется отношением отрезков  $ac/vc$ ; количество жидкой фазы-  $va/vc$ .

В т.2 количество жидкой фазы становится равным D, процесс кристаллизации заканчивается, образуется однородный твердый раствор. Вновь сплав испытывает превращения в интервале температур 3-4, когда -твердый раствор превращается в твердый раствор. Концентрации фаз изменяется в соответствии с положением линий НН и JN.

В т.d концентрация -фазы определяется проекцией т.e, концентрация -фазы, проекцией т.f, количество фаз отношением отрезков,  $t.e = df/ed$ .

В т.4 сплав полностью приобретает строение -твердого раствора.

Охлаждение сплава с содержанием углерода 0,16% углерода протекает сначала так же, как и сплава 1, и начинается с выделения  $\alpha$ -фазы переменной концентрации.

В т. J при 1499 °С жидкость принимает концентрацию В, а  $\alpha$ -фаза концентрацию H и начинается образование  $\beta$ -фазы концентрации J. Ввиду наличия трех фаз превращение протекает при постоянной температуре; отрезок б-б на кривой охлаждения является горизонтальным. В г. J = 0,16% углерода образуется аустенит. При содержании углерода меньше и больше 0,16% углерода после окончания перитектического превращения остается в избытке  $\alpha$ -фаза или жидкость, которая при дальнейшем охлаждении превращается в  $\beta$ -фазу.