

# . СТРОЕНИЕ И СВОЙСТВА ЖЕЛЕЗОУГЛЕРОДИСТЫХ СПЛАВОВ.

Диаграмма состояния железо –  
углерод

# Компоненты и фазы железоуглеродистых сплавов

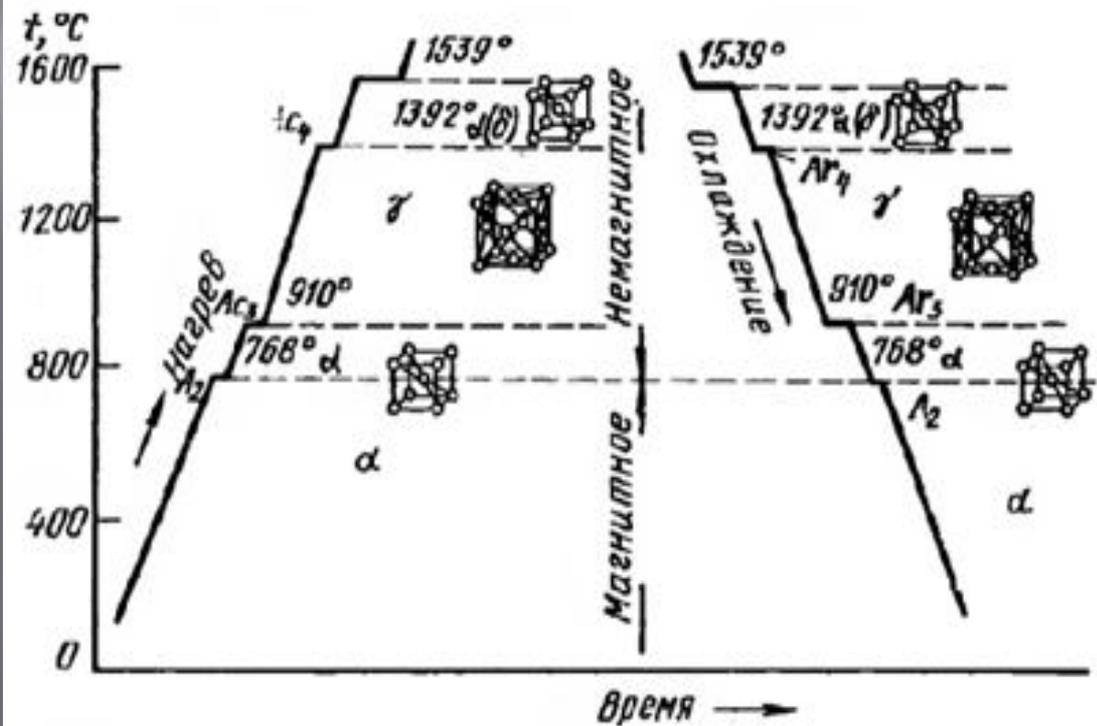
1. Железо – металл серебристо-светлого цвета с температурой плавления –  $1539^{\circ}\text{C}$ .

Железо при н.у. имеет ОЦК решетку и обозначается  $\alpha\text{-Fe}$ .

Полиморфные превращения происходят при температурах  $911^{\circ}\text{C}$  и  $1392^{\circ}\text{C}$ . При температуре ниже  $768^{\circ}\text{C}$  железо ферромагнитно, а выше – парамагнитно. Точка Кюри железа  $768^{\circ}\text{C}$  обозначается  $A_2$ .

Технически чистое железо имеет твердость 80 НВ..

Кривая нагрева и охлаждения железа



## Компоненты и фазы железоуглеродистых сплавов

2. *Углерод* – неметаллический элемент, температура плавления –  $3500^{\circ}\text{C}$ . В сплавах железа с углеродом углерод находится в состоянии твердого раствора с железом и в виде химического соединения – цементита Ц ( $\text{Fe}_3\text{C}$ ), и в свободном состоянии в виде графита (в серых чугунах). Имеет слоистую гексогональную кристаллическую решетку и низкую прочность.

3. *Цементит* ( $\text{Fe}_3\text{C}$ ) – химическое соединение железа с углеродом (карбид железа), содержит 6,67 % углерода.

Температура плавления цементита принимается равной  $1550^{\circ}\text{C}$ .

При низких температурах цементит слабо ферромагнитен, магнитные свойства теряет при температуре около  $217^{\circ}\text{C}$ .

Цементит имеет твердость более  $800\text{ HB}$ , но чрезвычайно низкую пластичность. Чем больше цементита в сплавах,

4. *Феррит* ( $\Phi$ ) – твердый раствор углерода в  $\alpha$ -железе.

Феррит имеет переменную предельную растворимость углерода: до 0,02 % при температуре 727° С ( точка  $P$ ).

При температуре выше 1392° С существует высокотемпературный феррит с предельной растворимостью углерода 0,1 % при температуре 1499° С (точка  $J$ )

Феррит имеет твердость – 130 НВ. сильный ферромагнетик до 768° С.

5. *Аустенит* ( $A$ ) твердый раствор углерода в  $\gamma$ -железе.

Углерод занимает место в центре гранецентрированной кубической ячейки.

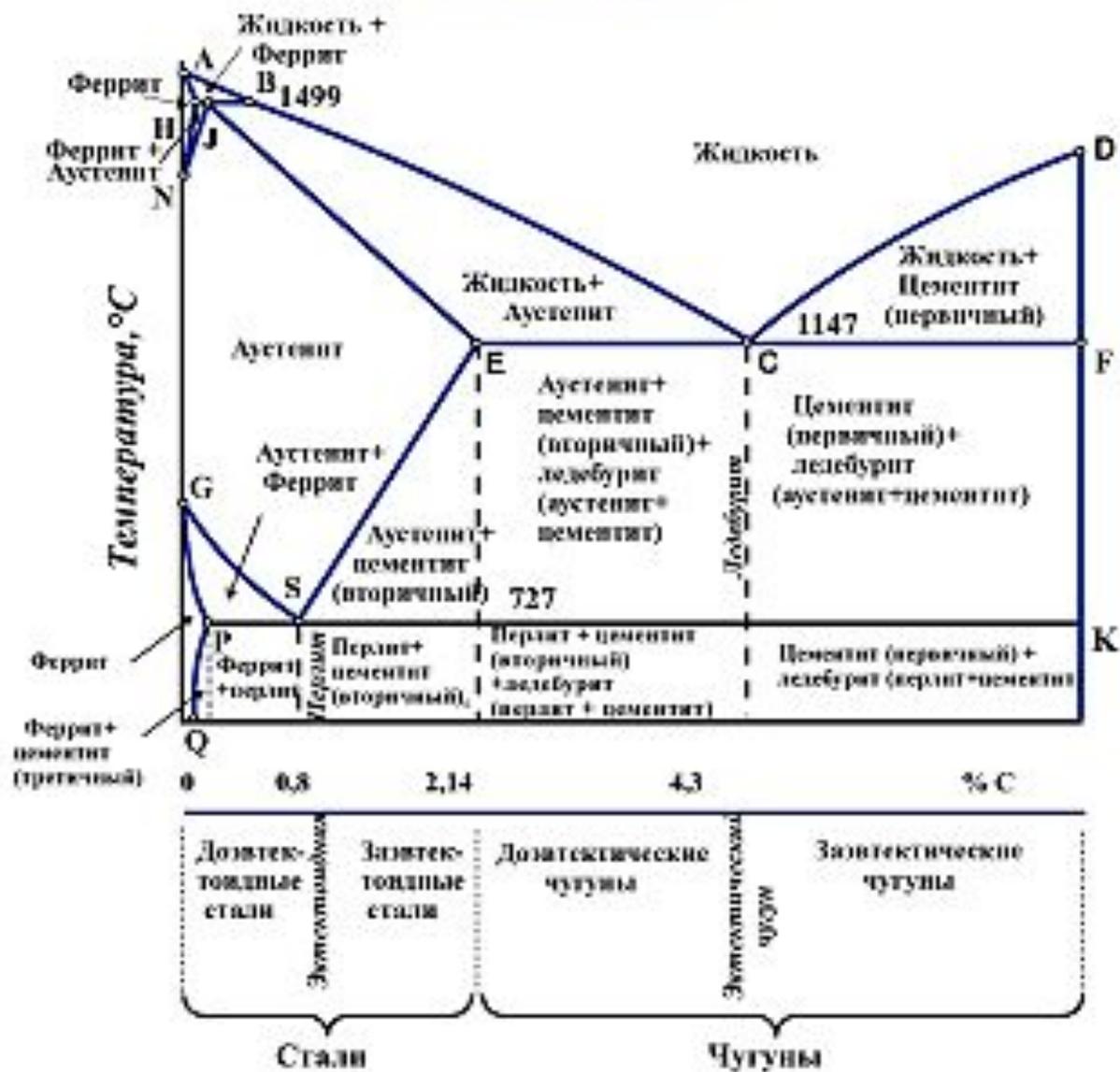
Аустенит имеет переменную предельную растворимость углерода: минимальную – 0,8 % при температуре 727° С (точка  $S$ ), максимальную – 2,14 % при температуре 1147° С (точка  $E$ ).

Аустенит имеет твердость 200...250 НВ, пластичен, парамагнитен.

При растворении в аустените других элементов могут изменяться свойства и температурные границы существования.

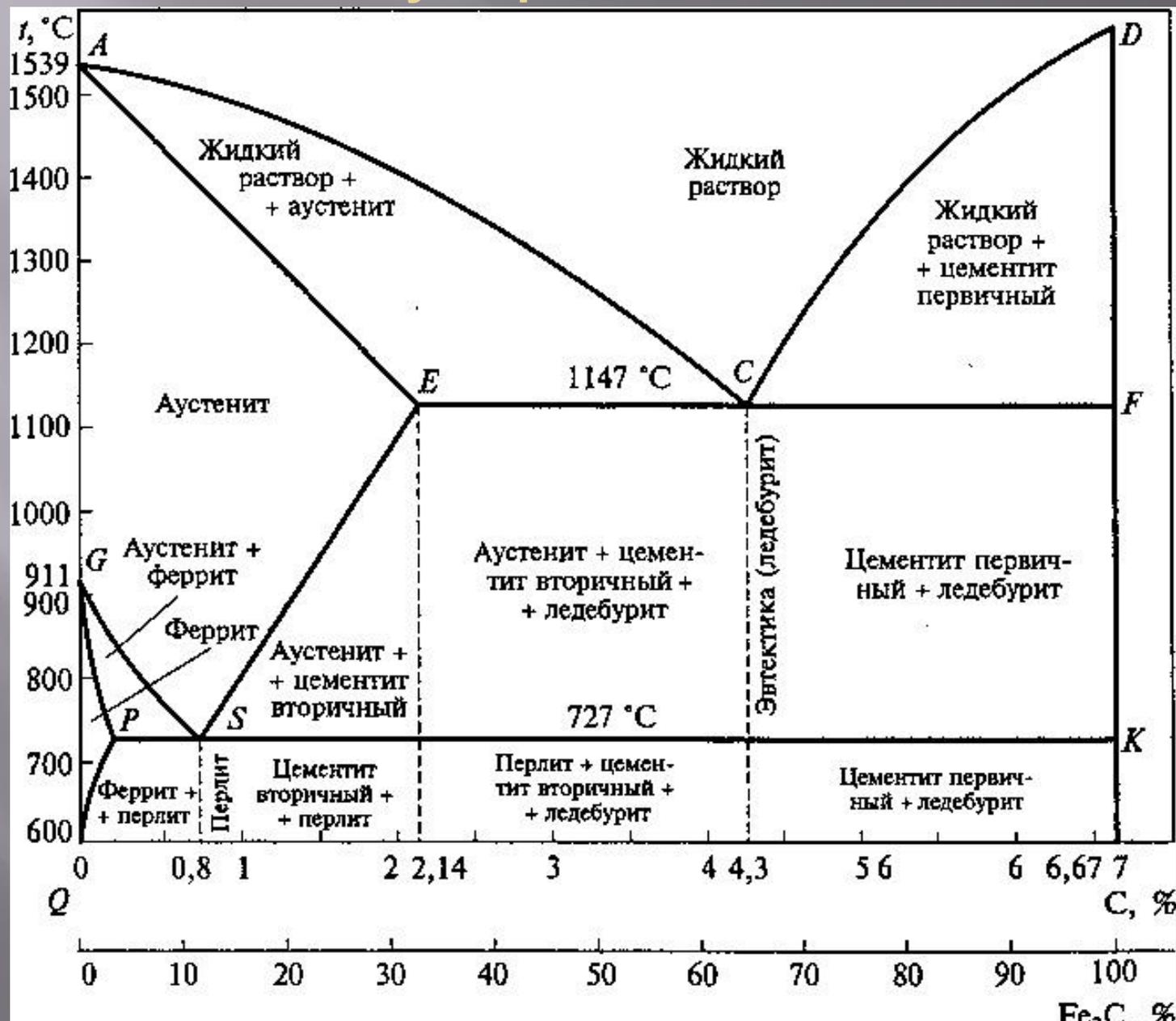
6. *Ледобурит* – эвтектическая структура чугуна, состоящая из аустенита и цементита. Кристаллизуется при температуре  $1147^{\circ}\text{C}$ , содержит 4,3% углерода. Твердость HB – 650.

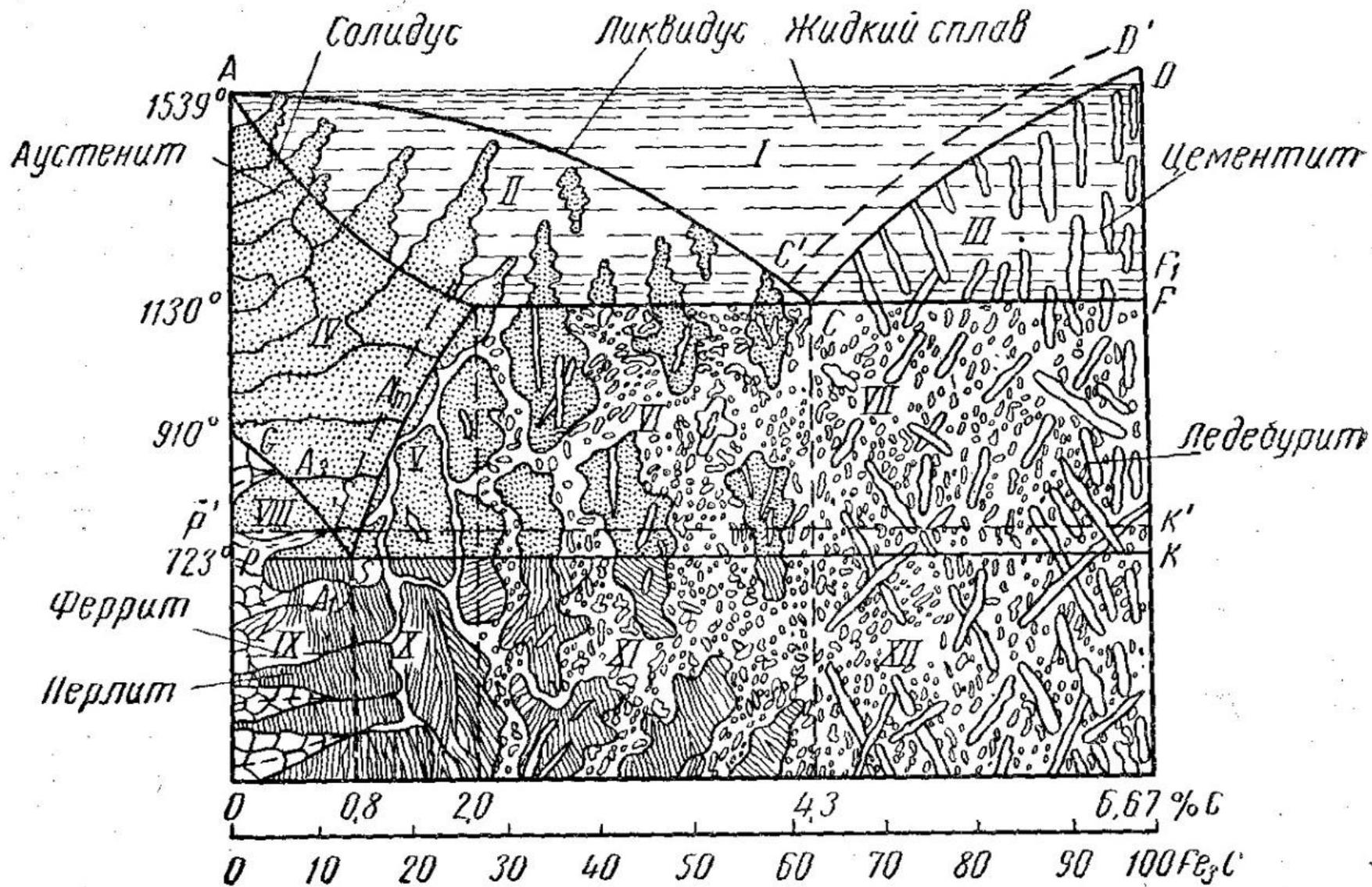
7. *Перлит* (жемчуг) – имеет перламутровый отлив среза, эвтектическая составляющая стали, включающая феррит и цементит, образующаяся при распаде аустенита при температуре  $727^{\circ}\text{C}$ . Образуется как в сталях, так и в чугунах, и имеет важную роль в формировании механических характеристик сплавов. Твердость HB=200.



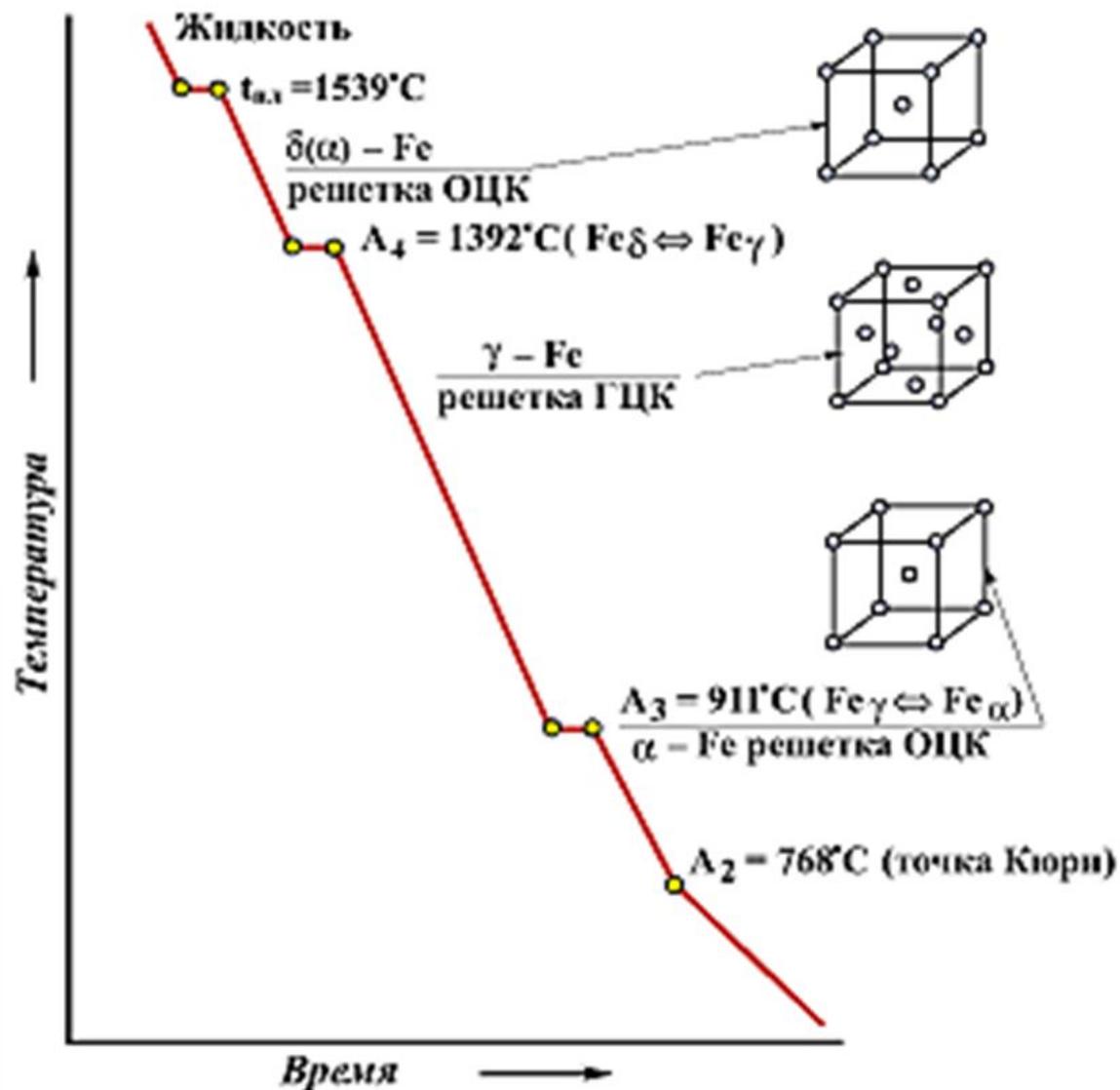
Перитектическое превращение – (линия  $JNB$ )       $Ж_{II} + Ф_{III} \leftrightarrow A_I$   
 Эвтектическое превращение – (линия  $ECF$ )       $Ж_C \leftrightarrow A_E + II$   
 Эвтектоидное превращение – (линия  $PSK$ )       $A_S \leftrightarrow Ф_P + Ц$

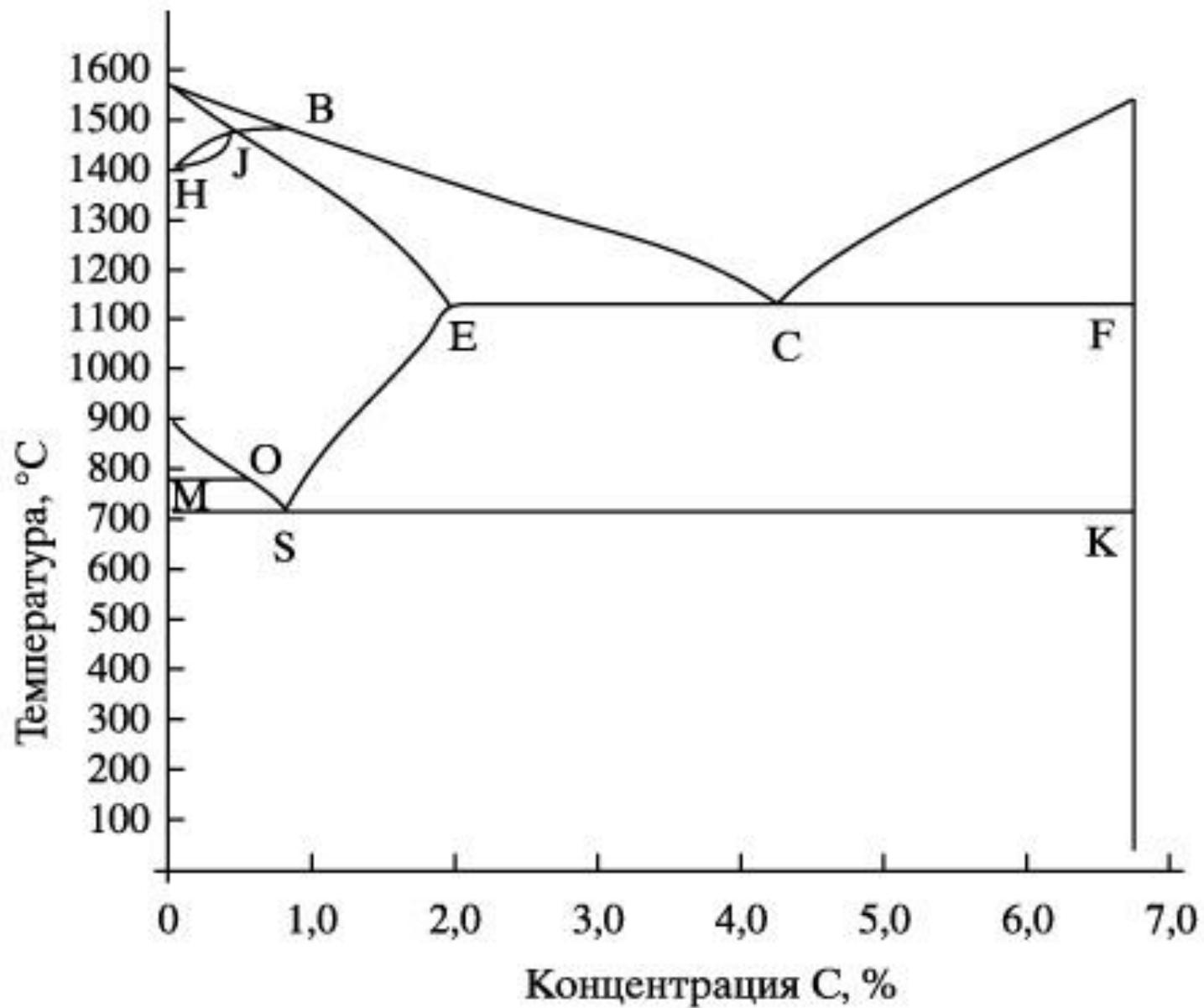
# Процессы при структурообразовании железоуглеродистых сплавов





Железо имеет две полиформные модификации с решетками ОЦК ( $\alpha$  - Fe) и ГЦК ( $\gamma$  - Fe)





## Критические точки железа и стали

Критические точки железа: Точка  $A_3$  - температура равновесия  $Fe_{\alpha} \rightleftharpoons Fe_{\gamma}$  ( $911^{\circ}C$ )

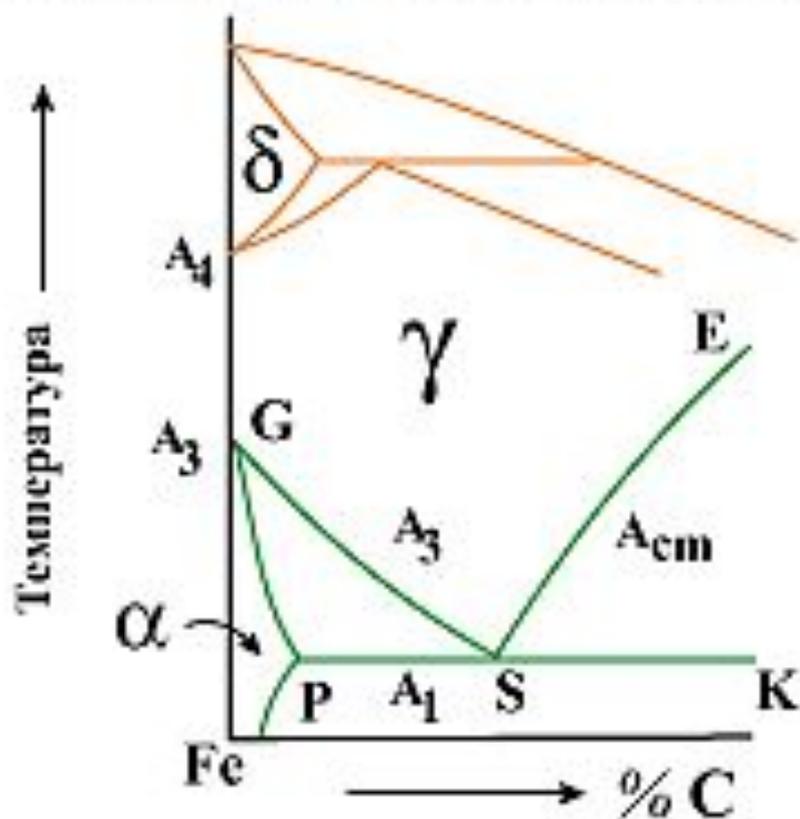
Точка  $A_4$  - температура равновесия  $Fe_{\gamma} \rightleftharpoons Fe_{\delta}$  ( $1392^{\circ}C$ )

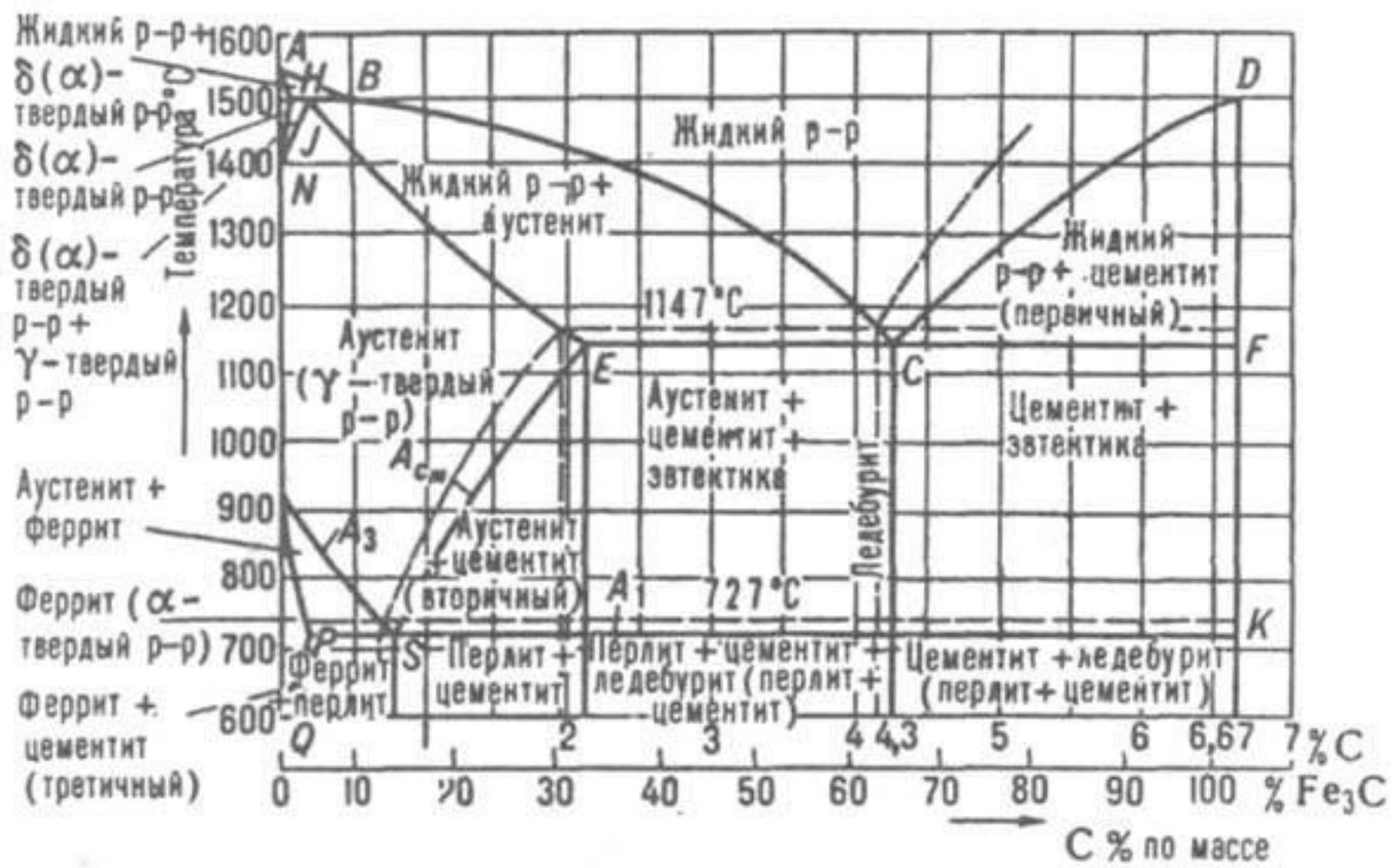
Критические точки стали: Точка  $A_1$  (линия PSK) - температура эвтектоидного превращения: при медленном охлаждении аустенит состава S превращается в феррит состава P и цементит, при медленном нагреве реакция идет в обратном направлении.

Точка  $A_3$  (линия GS) - начало выделения феррита из аустенита при медленном охлаждении или конец превращения феррита в аустенит при медленном нагреве.

Точка  $A_{cm}$  (линия SE) - начало выделения цементита из аустенита при медленном охлаждении или окончание растворения цементита в аустените при медленном нагреве.

Точка  $A_2$  ( $768^{\circ}C$ ) - температура перехода феррита из ферромагнитного в парамагнитное состояние при нагреве и в обратном направлении при охлаждении.

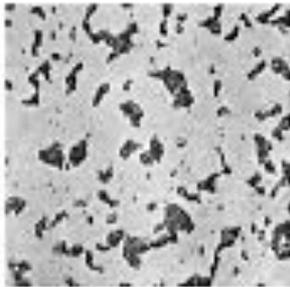




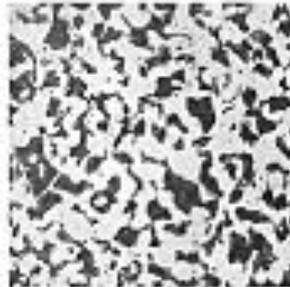
# Структуры железоуглеродистых сплавов

## Микроструктура сталей

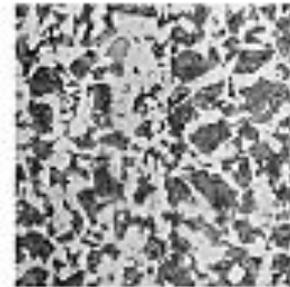
Светлые зерна – феррит, темные зерна пластинчатый перлит



*Сталь 0,10 % C*



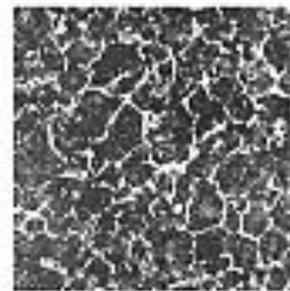
*Сталь 0,20 % C*



*Сталь 0,30 % C*



*Сталь 0,40 % C*



*Сталь 0,60 % C*

## Микроструктура сталей



*Сталь 0,80 % С*  
*Пластинчатый перлит*



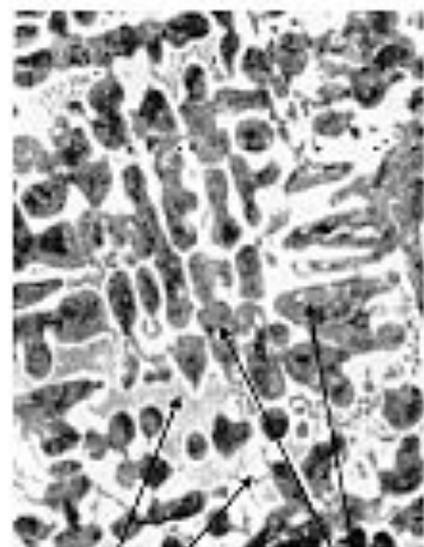
*Сталь 1,20 % С*  
*Пластинчатый перлит*  
*и цементитная сетка*



*Зернистый перлит*

## Микроструктура белых чугунов

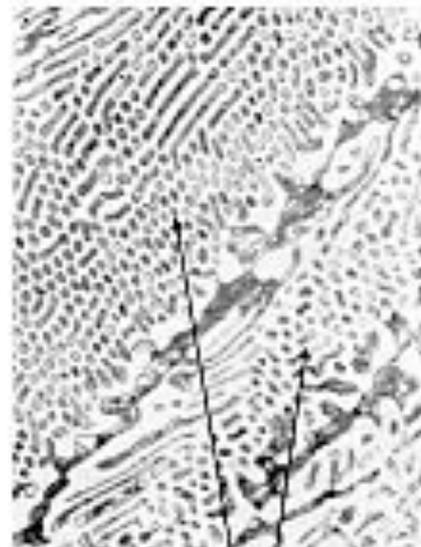
*Доэвтектический  
белый чугун*



Перлит

Ледобурит

*Эвтектический  
белый чугун*



Эвтектика  
(ледобурит)

*Заэвтектический  
белый чугун*



Ледобурит

Цементит  
первичный