

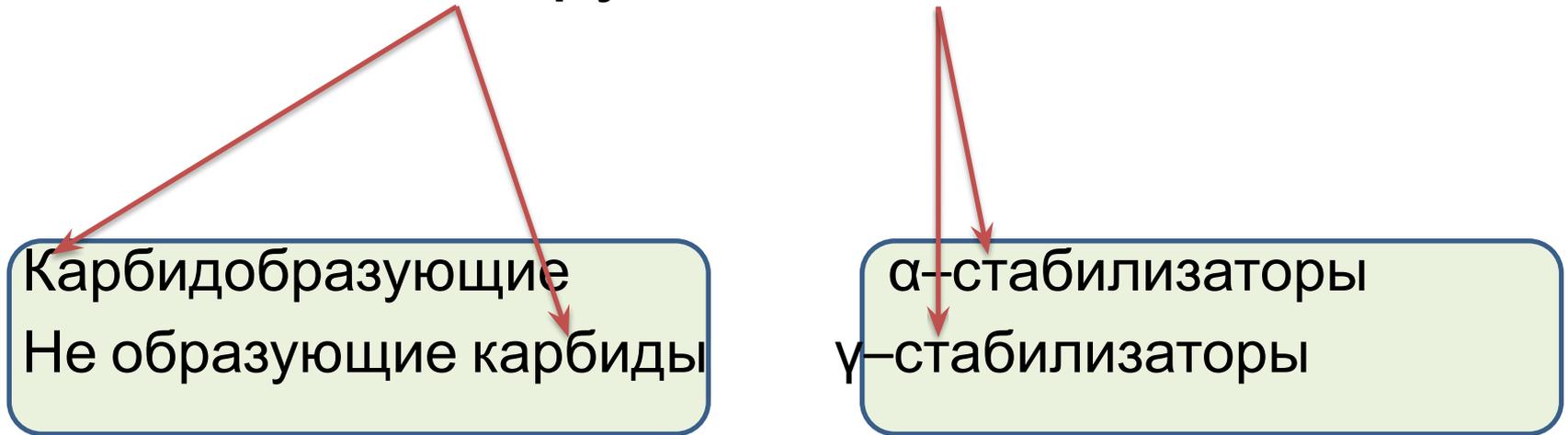
Легированные стали

Легированные стали – это стали имеющие в составе, помимо Fe и C, другие элементы (легирующие элементы, чаще всего Me), которые изменяют свойства сплавов.

ЛЭ: Ni, W, Cr, Nb, Ti, Co, Zr, Cu, B, N, Mn, Si и др.

Классификация легирующих элементов

Легирующие элементы



Карбидообразующие л.э. - это элементы, которые растворяются в карбиде железа или образуют соединения с углеродом (специальные карбиды).

Mn, Cr, Mo, W, V, Nb, Ti (по порядку возрастания их карбидообразующей способности)

$(Fe, Cr)_3C$, $(Fe, Mn)_3C$ - Me_3C , WC, MoC – MeC

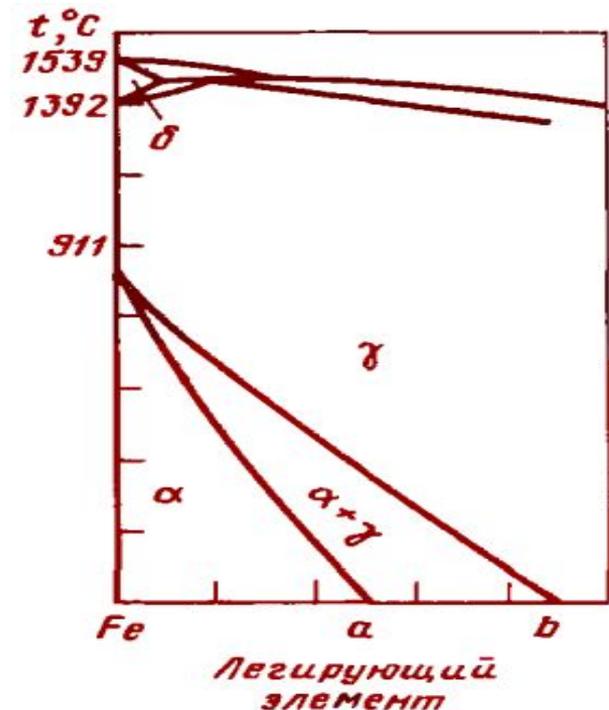
WC, TiC, NbC – повышают теплостойкость

Не образующие карбиды - это элементы, которые полностью растворяются в феррите или аустените и изменяют их свойства.

Ni, Si, Co, Cu

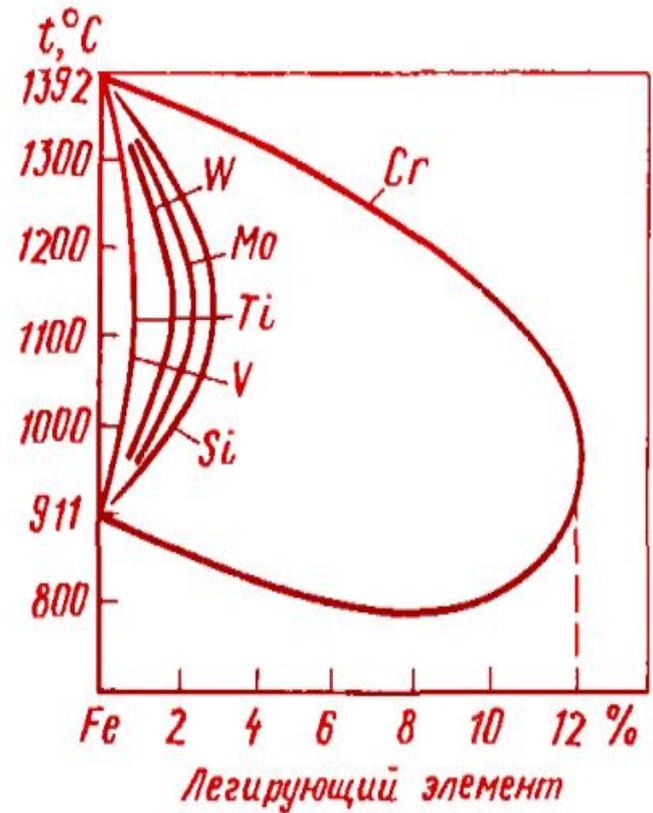
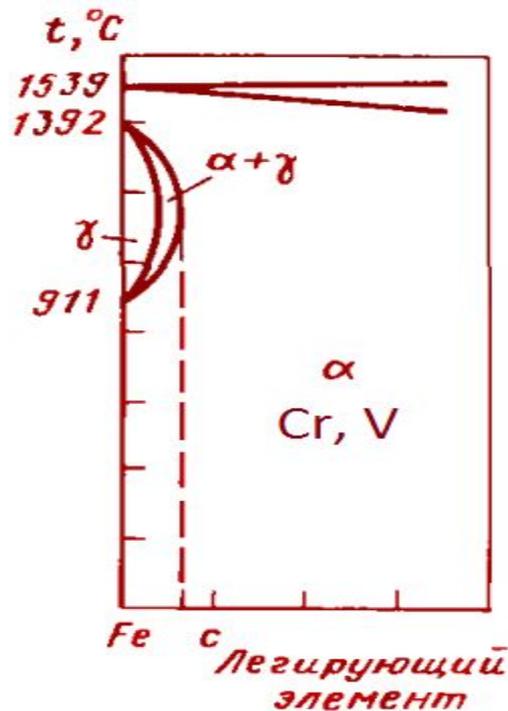
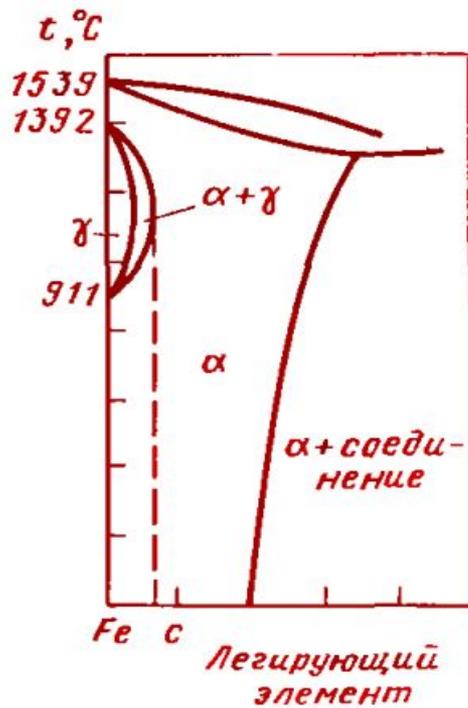
γ -стабилизаторы – элементы,
расширяющие область существования
(температурный диапазон) γ – фазы, т.е.
понижают температуру A_3 линии (GS) и
повышают температуру A_4 линии (NJ).

C, N, Ni, Mn и другие



α -стабилизаторы – элементы, расширяющие область существования (температурный диапазон) α – фазы, т.е. повышают температуру линии A_3 (GS) и понижают температуру линии A_4 (NJ).

Cr, Mo, W, V, Si, Ti и другие



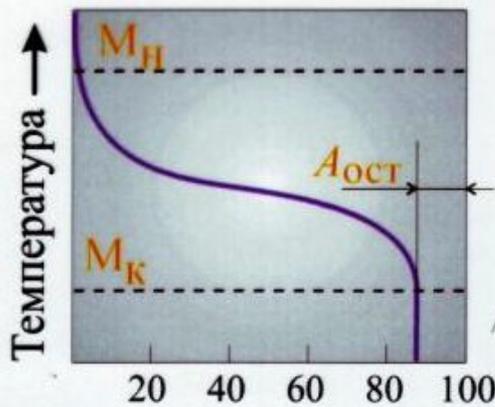
γ -стабилизаторы и α -стабилизаторы **изменяют критическую скорость** охлаждения сплава при закалке, тем самым **вливают на прокаливаемость** сталей.

Прокаливаемость – это способность стали получать закаленный слой определенной

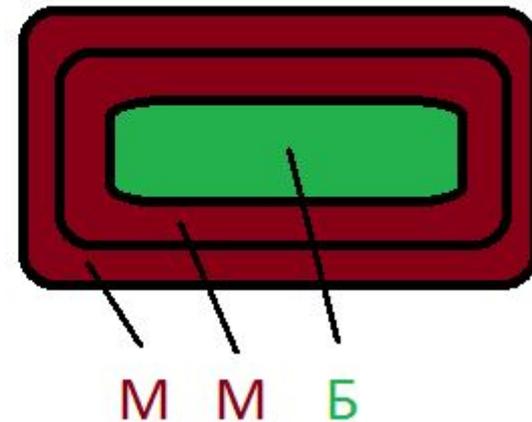
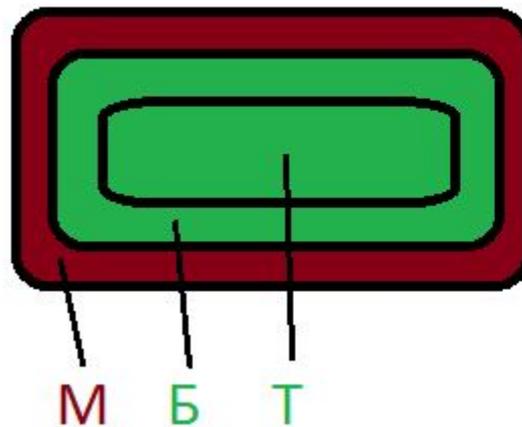
глубины Γ_{MM} Углеродистая сталь

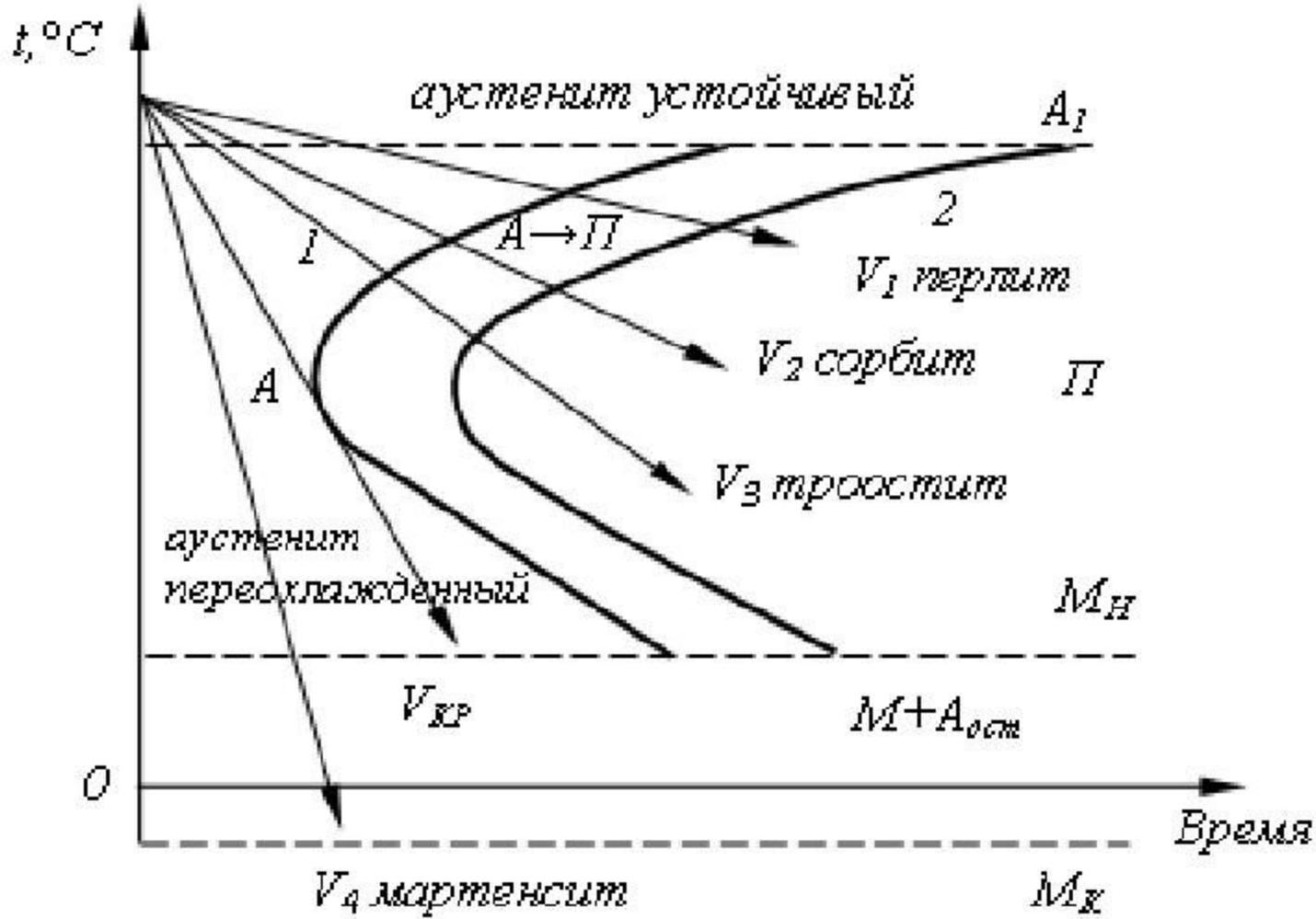
Легированная сталь

Кривая мартенситного превращения



V1:



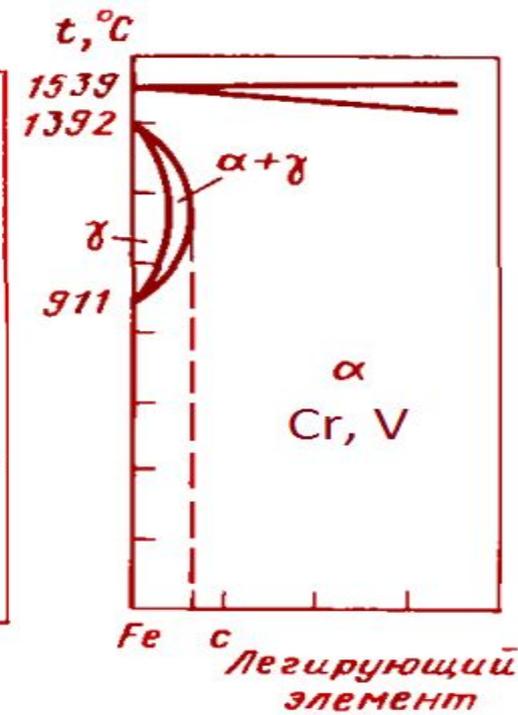
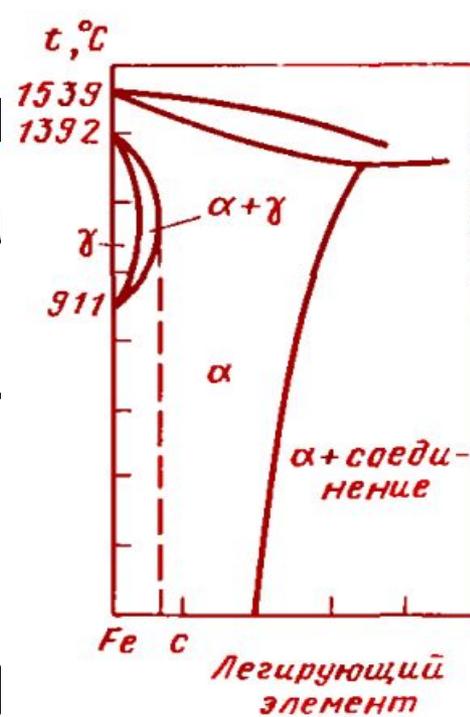


Классификация сталей по микроструктуре в отожженном состоянии

- доэвтектоидные (структура феррит + перлит);
- эвтектоидные (перлит);
- заэвтектоидные (перлит + вторичные карбиды);
- ледебуритные (перлит, вторичные карбиды и ледебурит).

Классификация сталей в нормализованном состоянии

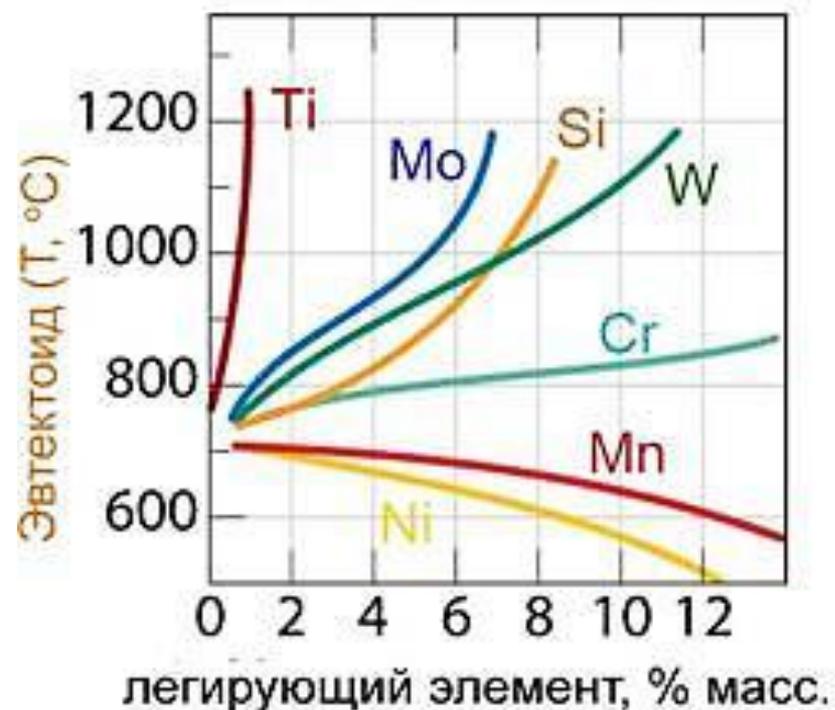
- Ледебуритные ($> 10\%$.
- Ферритные;
- Полуферритные;
- Перлитные (Л.Э. $\leq 5\%$)
- Мартенситные (С 0,2-0,7%, Л.Э. $\geq 10\%$);
- Аустенитные



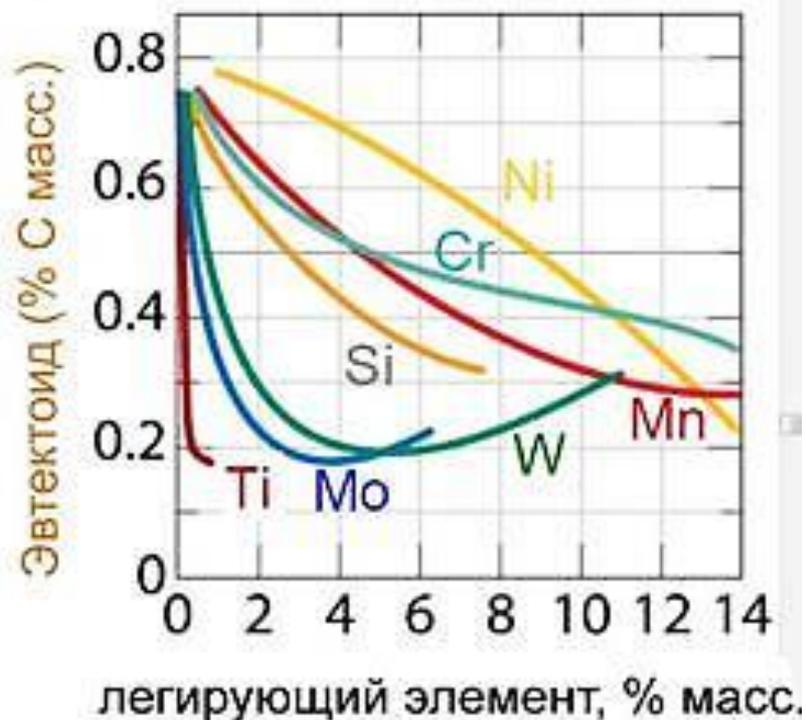
Влияние основных легирующих элементов на структуру и свойства сталей

- **Хром** - повышает твердость и прочность, сохраняет вязкость, увеличивает сопротивляемость стали коррозии.
- **Никель** – повышает прочность, ударную вязкость, коррозионную стойкость, прокаливаемость стали.
- **Вольфрам** – образует очень твердые карбиды, резко увеличивает твердость и красностойкость стали.
- **Ванадий** - увеличивает плотность стали, измельчает зерно и повышает твердость и прочностью.
- **Кобальт** - увеличивает ударную вязкость, жаропрочность и магнитные свойства стали.
- **Молибден** – повышает упругость, прочность, красностойкость, коррозионную стойкость и окалийностойкость стали.
- **Медь** – усиливает антикоррозионные свойства стали.
- **Титан** – увеличивает прочность стали, повышает обрабатываемость и сопротивление стали.
- **Ниобий** – повышает сопротивление коррозии.
- **Алюминий** – повышает жаростойкость (совместно с кремнием улучшает коррозионную стойкость)
- **Цирконий** - позволяет получать мелкозернистую сталь.

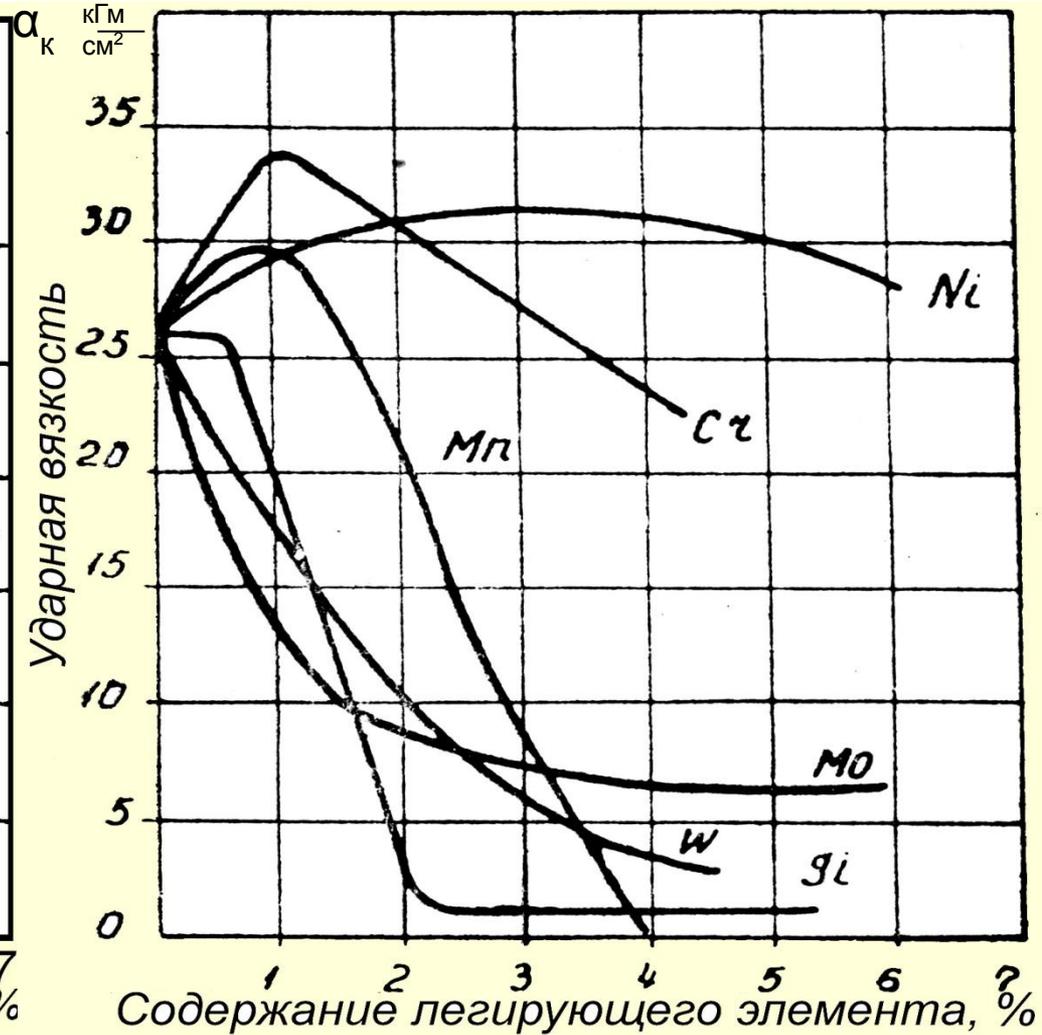
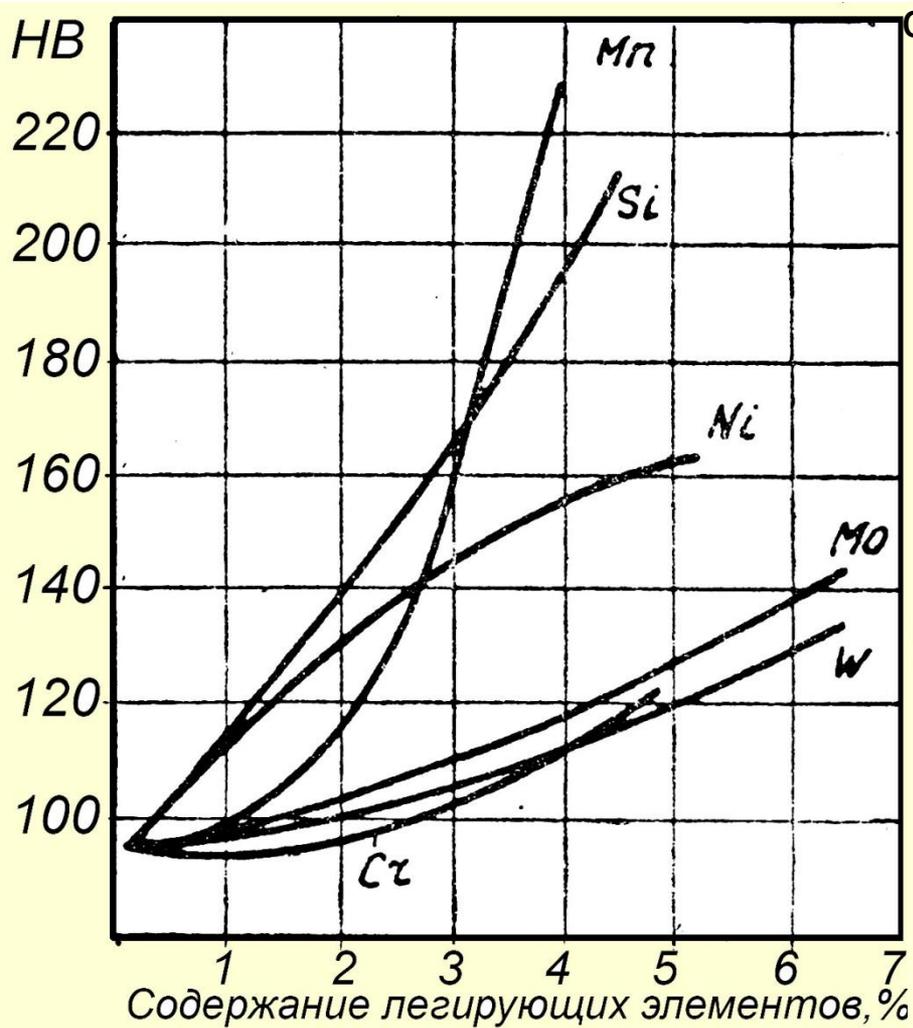
Изменение температуры эвтектоидного превращения



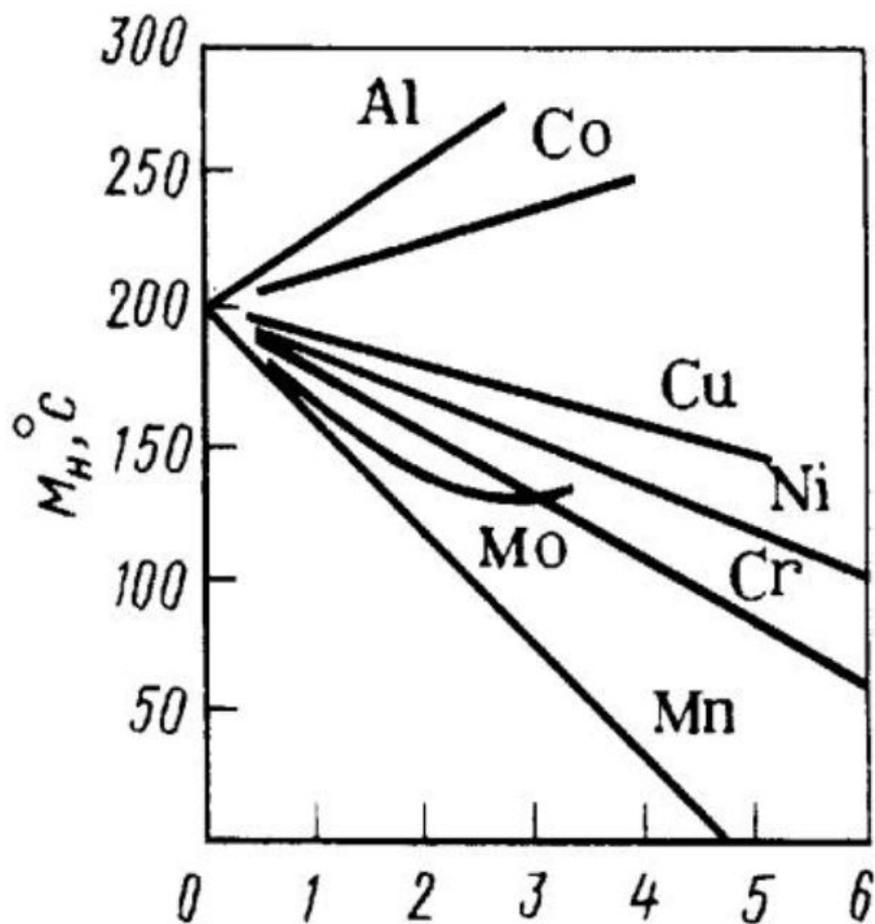
Изменение концентрации углерода при эвтектоидном превращении



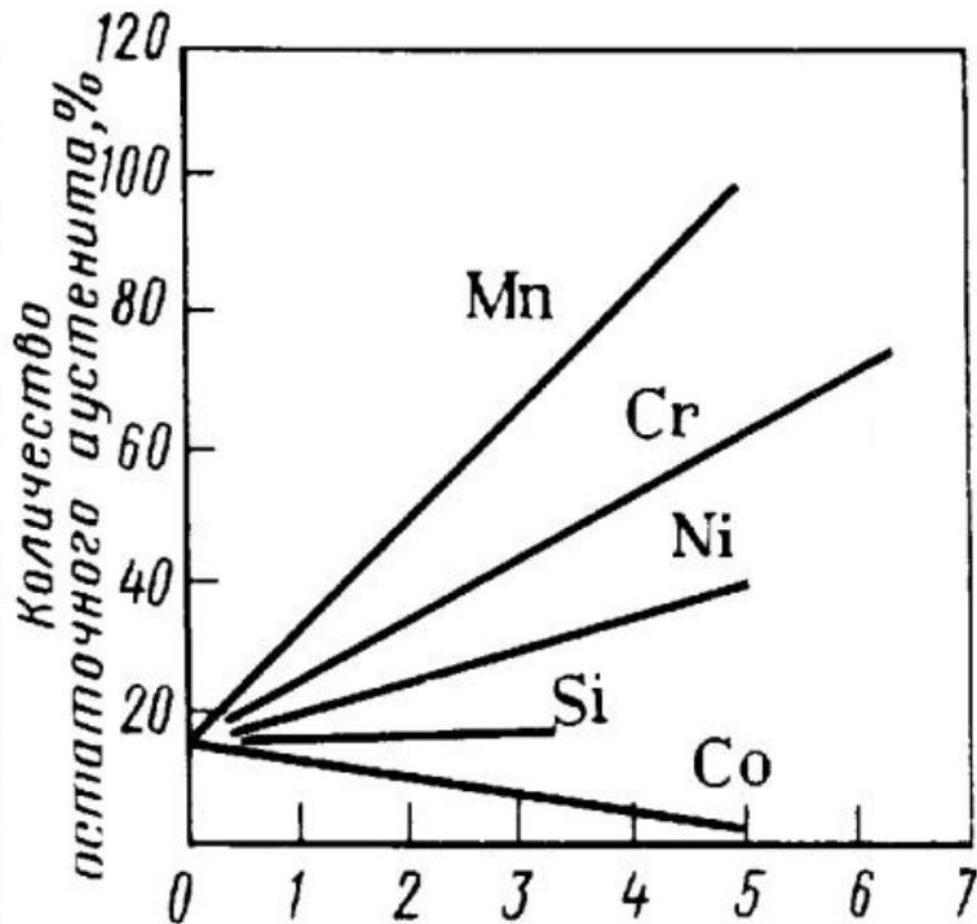
Влияние ЛЭ на свойства Fe_α (феррита и аустенита)



Влияние ЛЭ на температуру мартенситного превращения (а) и количество остаточного аустенита (б)



а



б

Легированный элемент, %

Влияние ЛЭ на полиморфизм Fe_α , Fe_β и положение критических точек

Две группы ЛЭ

1. Расширяют область существования A ($A_4 \uparrow$, $A_3 \square$) до комнатной $t^0 C$

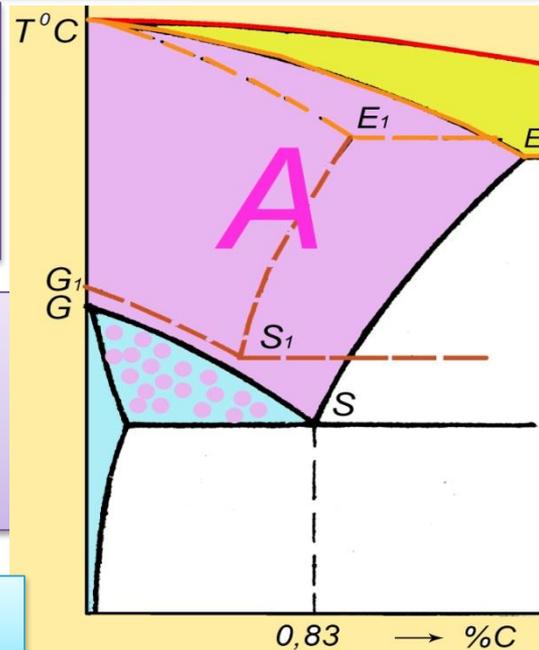
Ni, Mn, C, N, Cu.
Co \square $A_3 \uparrow$

Аустенитные стали
(нержавеющие, жаропрочные, немагнитные)

2. Сужают область существования A ($A_4 \square$, $A_3 \uparrow$)

Zn, Be, Al, Si, Ti, V, Mo, W

Ферритные стали
(нержавеющие, трансформаторные, динамные)



Взаимодействие ЛЭ с С

Карбидообразующие элементы

(КОЭ) \square левее С:

$Ti, V, W, Mo, Cr,$

Mn, Fe \square активность.

Карбиды ЛЭ имеют:
твёрдость $>$ Ц,
хрупкость $<$ Ц

Карбиды 1-й группы

Карбиды 2-й группы

Карбиды \square достаточно С

Твёрдые растворы \square недостаточно С

Много КОЭ \square растворяются в Fe_3C \square образуют спецкарбиды $(FeCr)_3C$; $(FeW)_3C$

Растворяют Fe \square Cr_7C_3 до 60% \square $(Cr, Fe)_7C_3$

$WC, W_2C, MoC, Mo_2C, VC, TiC$