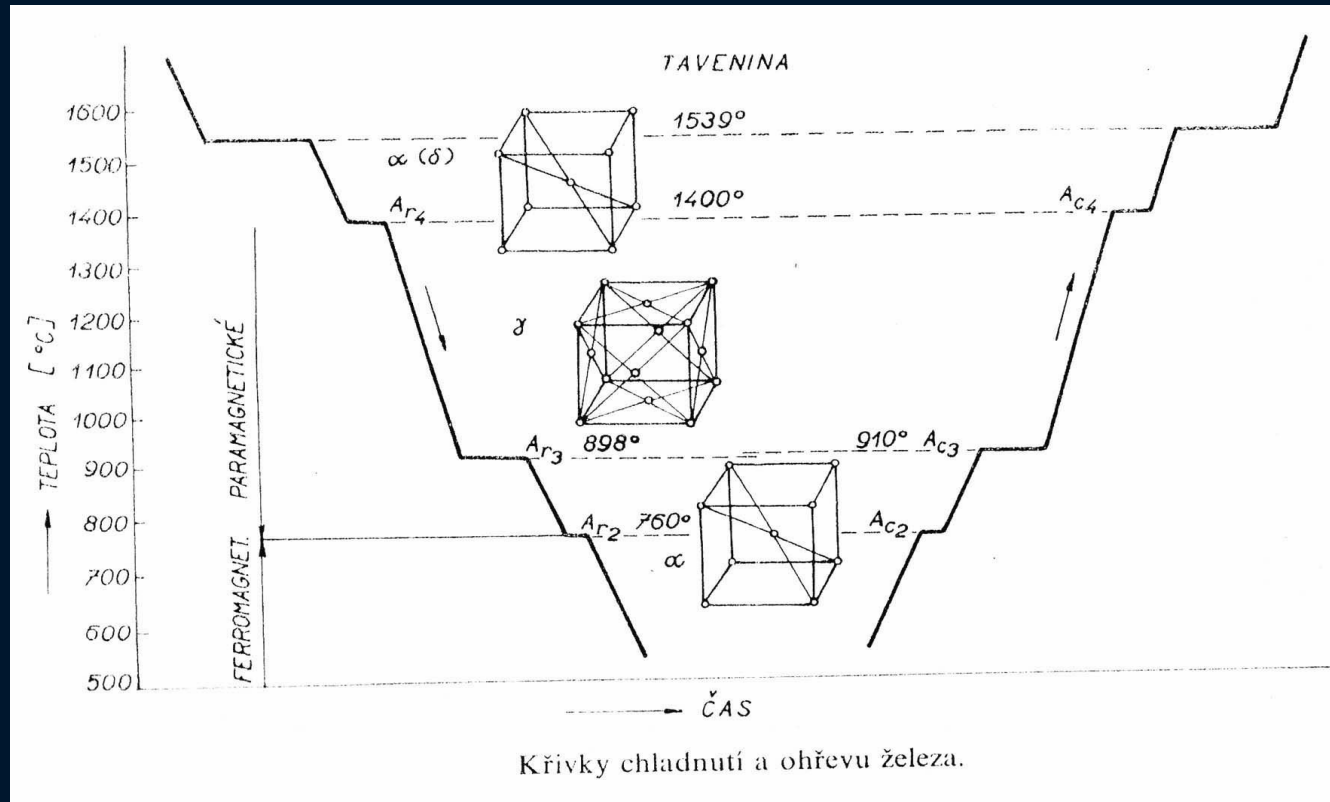
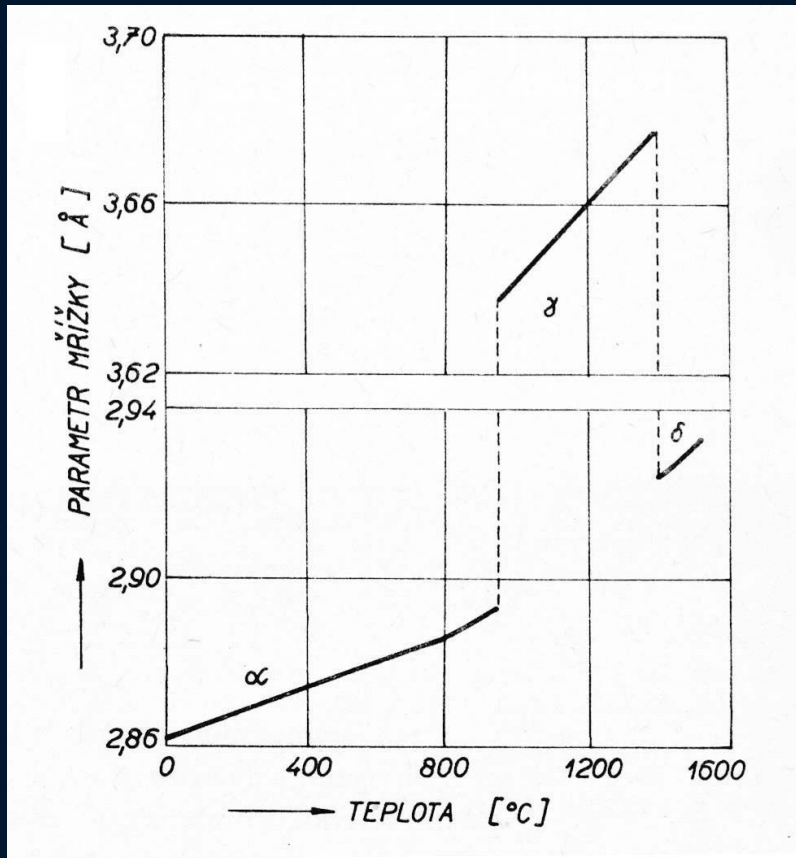


ŽELEZO



- Železo je polymorfní kov, který se vyskytuje ve více modifikacích.

Železo



- Změna mřížkového parametru Fe v závislosti na teplotě.



SOUSTAVA železo - uhlík

- Po překročení jeho rozpustnosti v železe se uhlík může vyskytovat ve dvou formách:
- jako chemická sloučenina, karbid železa Fe_3C , s hmotnostním obsahem uhlíku 6,687 %, označovaná jako **cementit**
- jako čistý uhlík ve formě **grafitu**
- Systém s uhlíkem ve formě cementitu označujeme jako **soustavu metastabilní**, systém s grafitem jako **soustavu stabilní**.



SOUSTAVA železo - uhlík

- Podle soustavy **metastabilní** se chovají většinou oceli
- **Ocel** je slitina železa, uhlíku a dalších prvků s obsahem uhlíku do 2,11 %
- Podle soustavy **stabilní** se chovají grafitické litiny
- **Litina** je slitina železa, uhlíku a dalších prvků s obsahem uhlíku více než 2,11 %

Diagram železo – uhlík metastabilní (fázový)

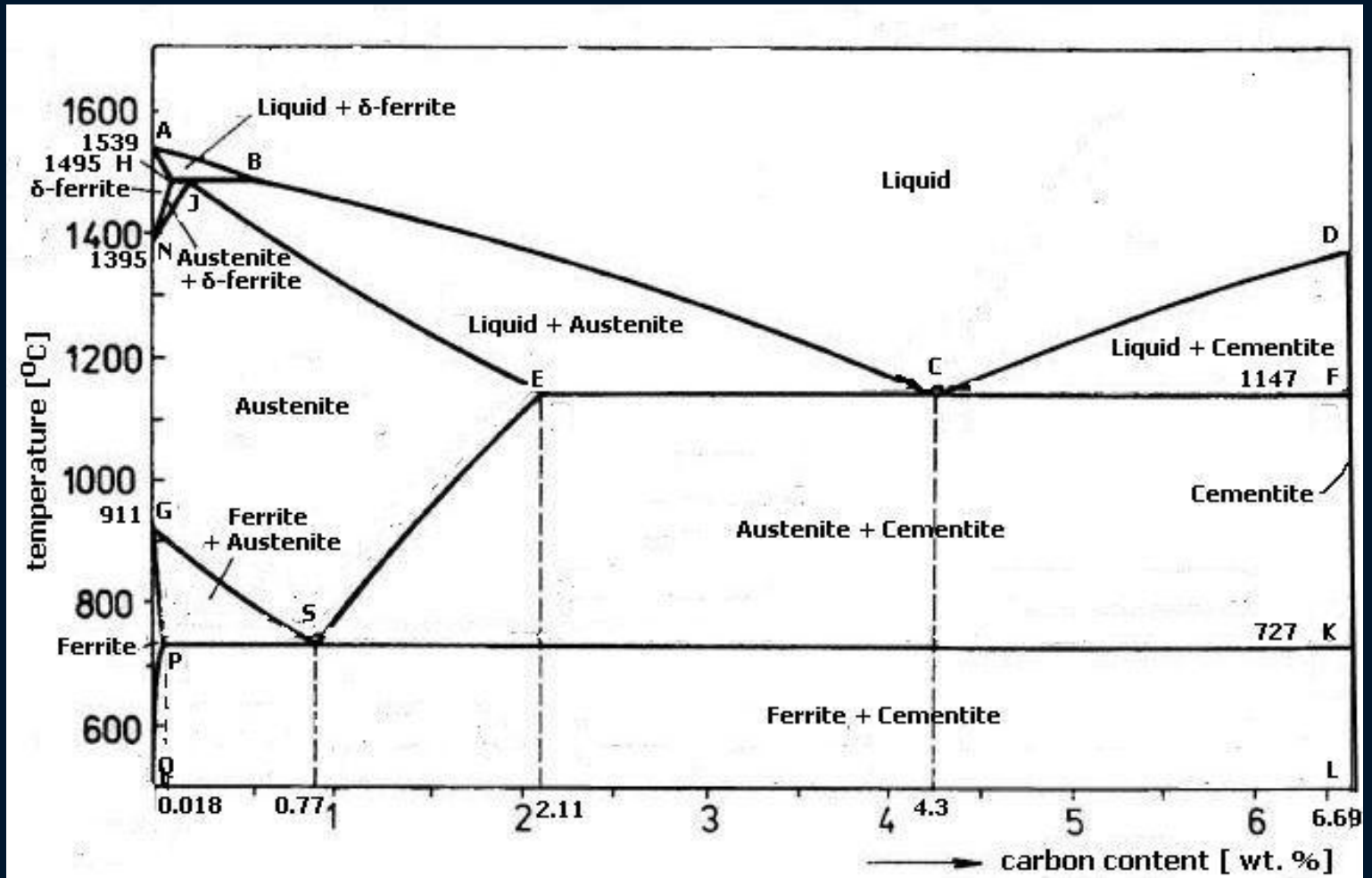


Diagram železo – uhlík stabilní (fázový)

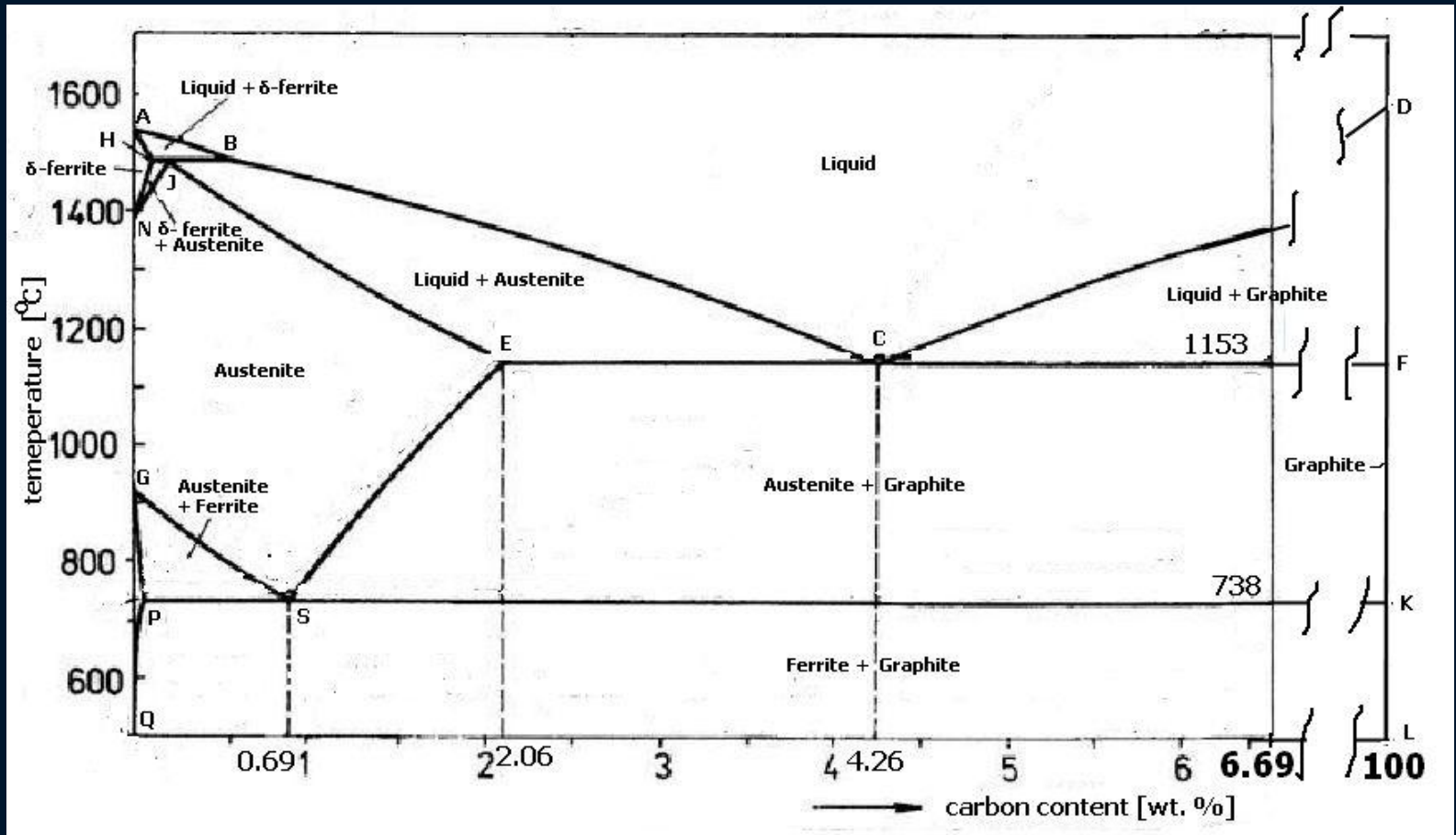
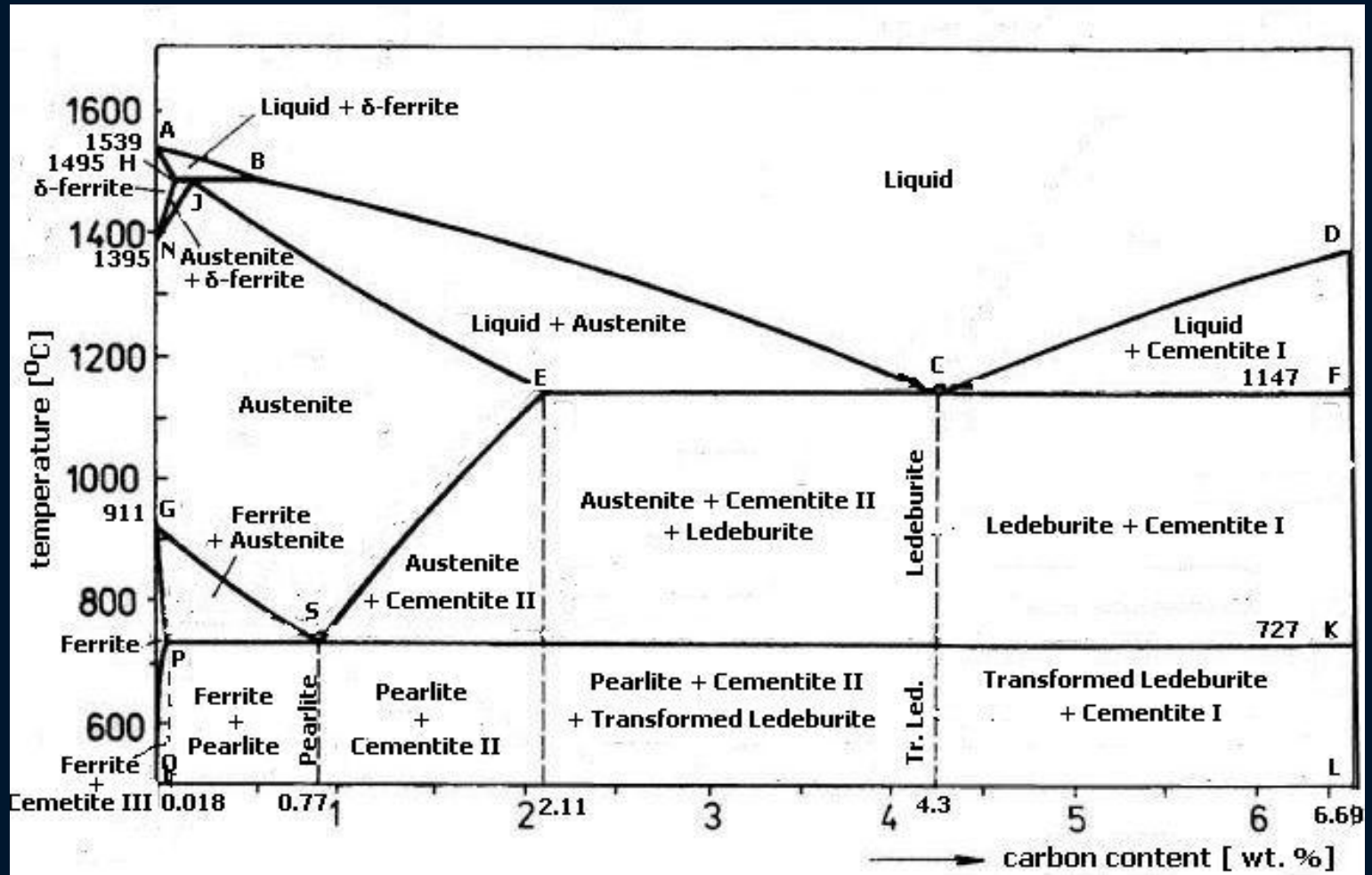


Diagram železo – uhlík metastabilní (strukturní)



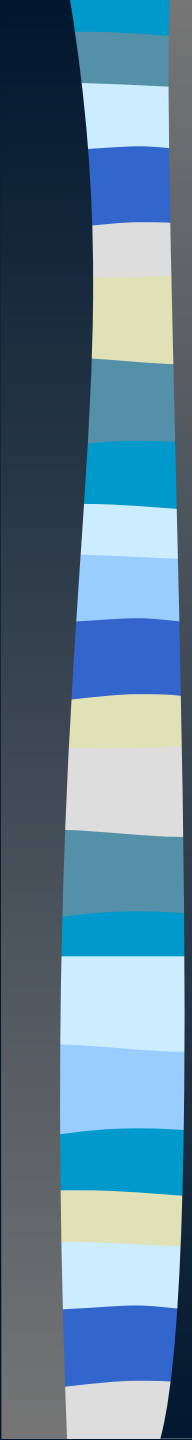


Diagram Fe – C metastabilní

austenit , ledeburit

- V oblasti omezené rozpustnosti se nachází tuhý roztok uhlíku v železe γ , který se označuje jako **austenit**. Maximální rozpustnost uhlíku v austenitu, jak vyplývá z diagramu, je 2,11 % při teplotě 1148°C

Eutektikem je směs austenitu a eutektického cementitu, označovaná jako **ledeburit**. Eutektická koncentrace uhlíku je 4,3 %



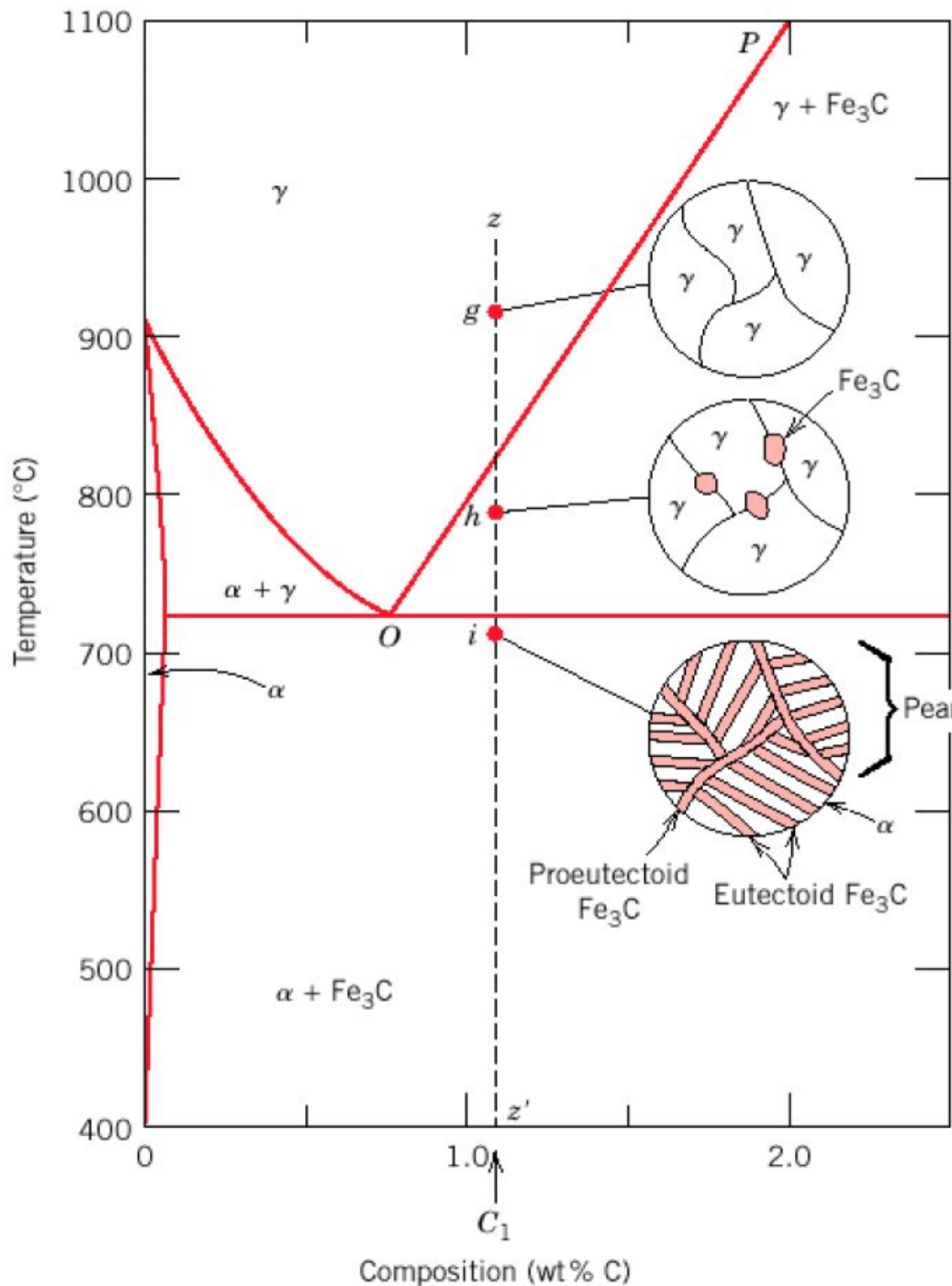
Diagram Fe – C metastabilní primární cementit

- V oblasti nadeutektické koncentrace uhlíku krystalizuje z taveniny **primární cementit**. Proto také eutektikum je tvořeno směsí krystalů tuhého roztoku (austenitu) a cementitu. Cementit je v této soustavě rovnovážnou fází a jakmile někde vznikne, už se dále nemění.



Diagram Fe – C metastabilní sekundární cementit

- V oblasti pod solidem na straně železa (omezená rozpustnost v tuhém stavu), se nachází **segregační čára**, která vyjadřuje pokles rozpustnosti uhlíku v austenitu s klesající teplotou. „Přebytečný“ uhlík segreguje po hranicích zrn austenitu jako **sekundární cementit** a koncentrace uhlíku v austenitu postupně klesá, až při teplotě 727°C dosáhne hodnoty 0,77 %



- V oblasti pod solidem na straně železa (omezená rozpustnost v tuhém stavu), se nachází **segregační čára**, která vyjadřuje pokles rozpustnosti uhlíku v austenitu s klesající teplotou. „Přebytečný“ uhlík segreguje po hranicích zrn austenitu jako **sekundární cementit** a koncentrace uhlíku v austenitu postupně klesá, až při teplotě 727°C dosáhne hodnoty 0,77 %



Diagram Fe – C metastabilní

- Za těchto podmínek (teplota 727°C a koncentrace uhlíku 0,77 %) dochází k rozpadu austenitu. Bod v diagramu se označuje jako **eutektoidní**, stejně tak jako produkt rozpadu se označuje jako **eutektoid**.



Diagram Fe – C metastabilní ferit

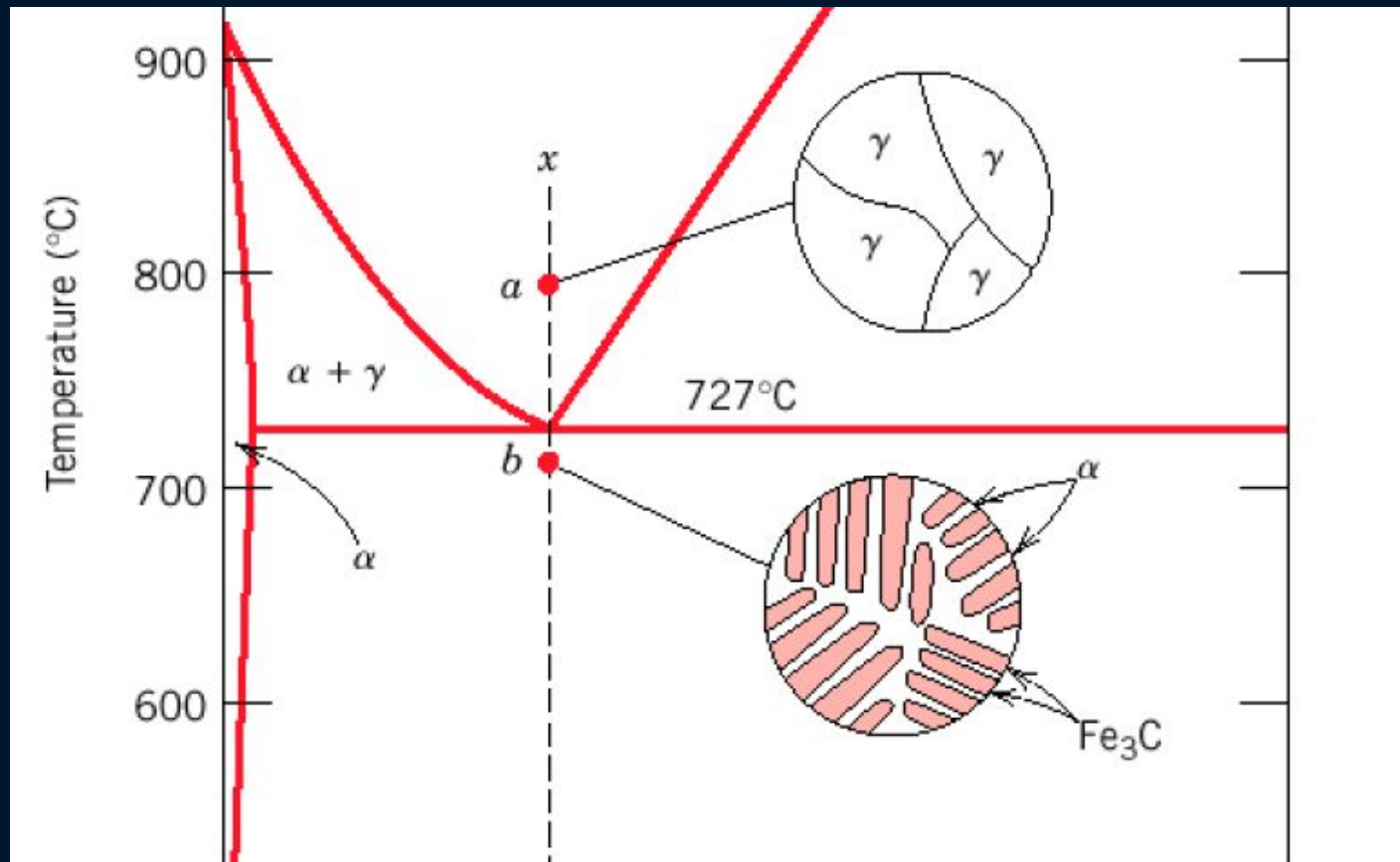
- V metastabilní soustavě Fe – C s klesající teplotou (od teploty 910°C) dochází u slitin s nízkým obsahem uhlíku vlivem překrytalizace železa k vylučování dalšího tuhého roztoku z autenitu. Je to **tuhý roztok uhlíku v železe α** označovaný jako **ferit**. Podle diagramu je zřejmé, že maximální obsah uhlíku ve feritu je $0,018\%$ při teplotě 727°C

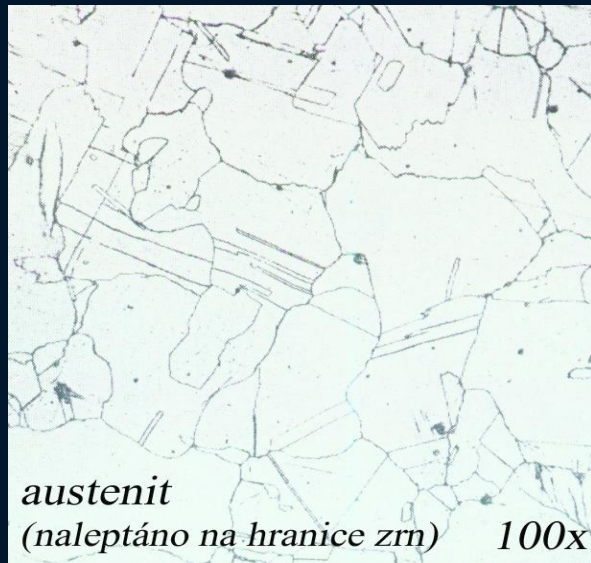
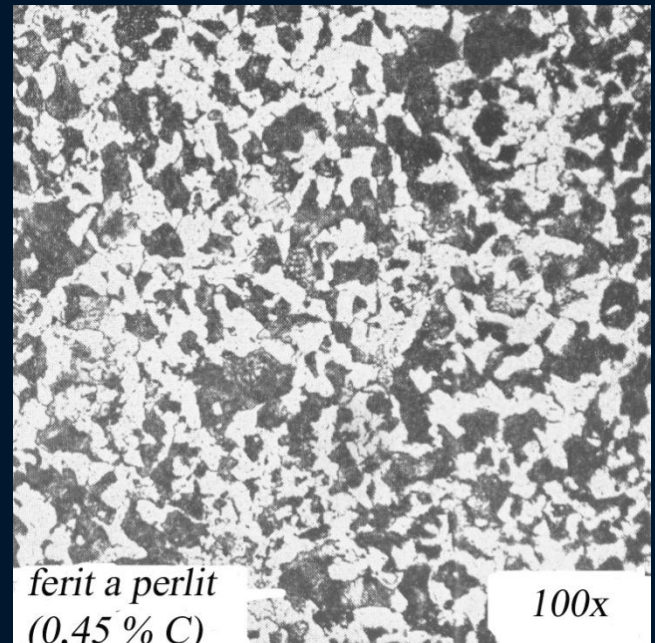
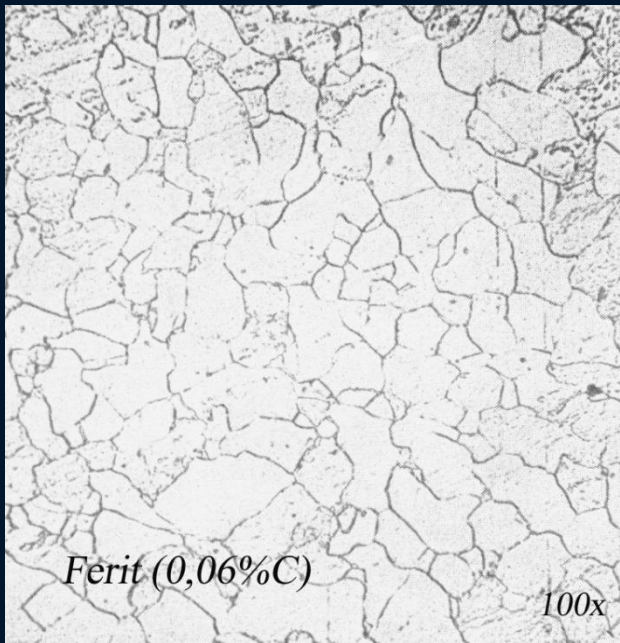


Diagram Fe – C metastabilní perlit

- Pod eutektoidní teplotou i u feritu klesá rozpustnost uhlíku podél segregační čáry a vylučuje se **terciární cementit**. Je ho však velmi malé množství, které obvykle není ani viditelné optickou mikroskopií
- Eutektoidní rozpad tuhého roztoku se v metastabilní soustavě Fe – C označuje jako perlitická přeměna a produkt rozpadu jako **perlit**. V této soustavě je to směs feritu a perlitického cementitu.¹⁴

Přeměna austenitu na perlit





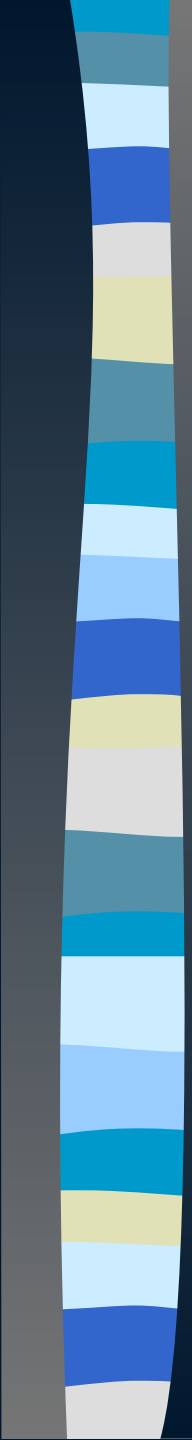


Diagram Fe – C metastabilní transformovaný ledeburit

- Eutektoidní rozpad austenitu na perlit při eutektoidní teplotě probíhá i v rámci transformace ledeburitu. Ledeburit se přechodem přes eutektoidní teplotu mění na **ledeburit transformovaný**
- Podle diagramu metastabilní soustavy se chovají především oceli. Oceli s obsahem uhlíku pod 0,77 % se nazývají **podeutektoidní** a používají se jako **konstrukční**, oceli s vyšším obsahem uhlíku se nazývají **nadeutektoidní**, jsou to obvykle oceli **nástrojové**.



Diagram Fe – C metastabilní bílá litina

- Slitiny železa s vyšším obsahem uhlíku než 2,11 % chovající se metastabilně se označují jako **bílé litiny**. Podle obsahu uhlíku se dělí na podeutektické a nadeutektické.
- Rozdíl mezi **eutektickou a eutektoidní reakcí**: eutektikum vzniká z fáze kapalné, eutektoid rozpadem tuhého roztoku – tedy z fáze pevné.
- Shoda: eutektikum i eutektoid jsou směsí tuhých fází.

Diagram Fe-C stabilní

- Oproti diagramu metastabilnímu je posunut mírně směrem **vlevo nahoru** tj. směrem k vyšším teplotám a nižším koncentracím uhlíku
- Stabilní složkou je grafit, proto jeho pravá osa je posunuta až do 100 % C
- Grafit se objevuje všude tam, kde v metastabilní soustavě byl cementit

Diagram Fe-C stabilní

- Primární grafit krystalizuje z taveniny při koncentraci uhlíku vyšší než eutektická (4,26 %C a teplota 1152°C). Eutektikum v stabilní soustavě Fe-C je tvořeno směsí austenitu a eutektického grafitu a nazývá se **grafitové eutektikum – GEM**.
- Při přechodu přes eutektoidní teplotu (738°C) transformuje na GEM transformované, přičemž austenit se přeměnil na **GED - grafitový eutektoid**, směs feritu a eutektoid-ního grafitu.

Diagram Fe-C stabilní

- Pod eutektickou teplotou z austenitu segreguje **sekundární grafit** při eutektoidní teplotě a koncentraci (738°C , $0,68\% \text{ C}$) se austenit rozpadá na **grafitový eutektoid GED**, který je tvořen směsí feritu a eutektoidního grafitu



Nejčastější prvky v ocelích

- Doprovodné: - škodlivé - S, O, P, N, H
- prospěšné - Mn, Si, Al, (Cu)
- Příkladové: Cr, Ni, Mn, Si, Mo, W, V, Co, Ti, Al, Cu, Nb, Ta, Zr, B, Pb, N, Be
tzv. legury



MOŽNOSTI OVLIVŇOVÁNÍ VLASTNOSTÍ SLITIN

Vlastnosti slitin lze měnit v podstatě dvěma způsoby:

- a) přísadovými prvky – legurami
- b) tepelným zpracováním (bez změny chemického složení)



Přísadové prvky - legury

- Jsou to ty prvky, které se úmyslně přidávají při výrobě slitin
- Legurami mohou být téměř všechny prvky
- Existují minimální koncentrace jednotlivých prvků, od kterých je přítomnost prvku v oceli považována za leguru



Přísadové prvky

- Přísadové prvky mají vliv i na oblast teplotní stability feritu a austenitu
- Prvky austenitotvorné – Ni, Mn, Co, Rh, C, N, Zn
- Prvky feritotvorné – Cr, Si, Al, W, V, Mo, Ti a další



Přísadové prvky

- Podle chování prvků k uhlíku dělíme slitinové prvky na :
- **Karbidotvorné** – tvoří s uhlíkem stálé karbidy (Mn, Cr, Mo, V, W, Ti, Nb, Zr)
- **Grafitotvorné** – Ni, Si, Co, Al, N – podporují chování slitin podle stabilní soustavy