

A metastabilis **Fe-Fe₃C** ikerdiagram
(Heyn - Charpy - diagram)

A vas-karbon egyensúlyi diagram alapvető fontosságú a vasötvözetek tárgyalásánál. Az Fe-C ötvözetekre vonatkozó ismereteket általában kettős (iker) diagramban tüntetik fel (metastabil és stabil rendszer), amelyet első kidolgozójáról **Heyn-Charpy-ikerdiagramnak** is hívnak.



Augustin Georges Albert Charpy
(1865-1945) francia tudós

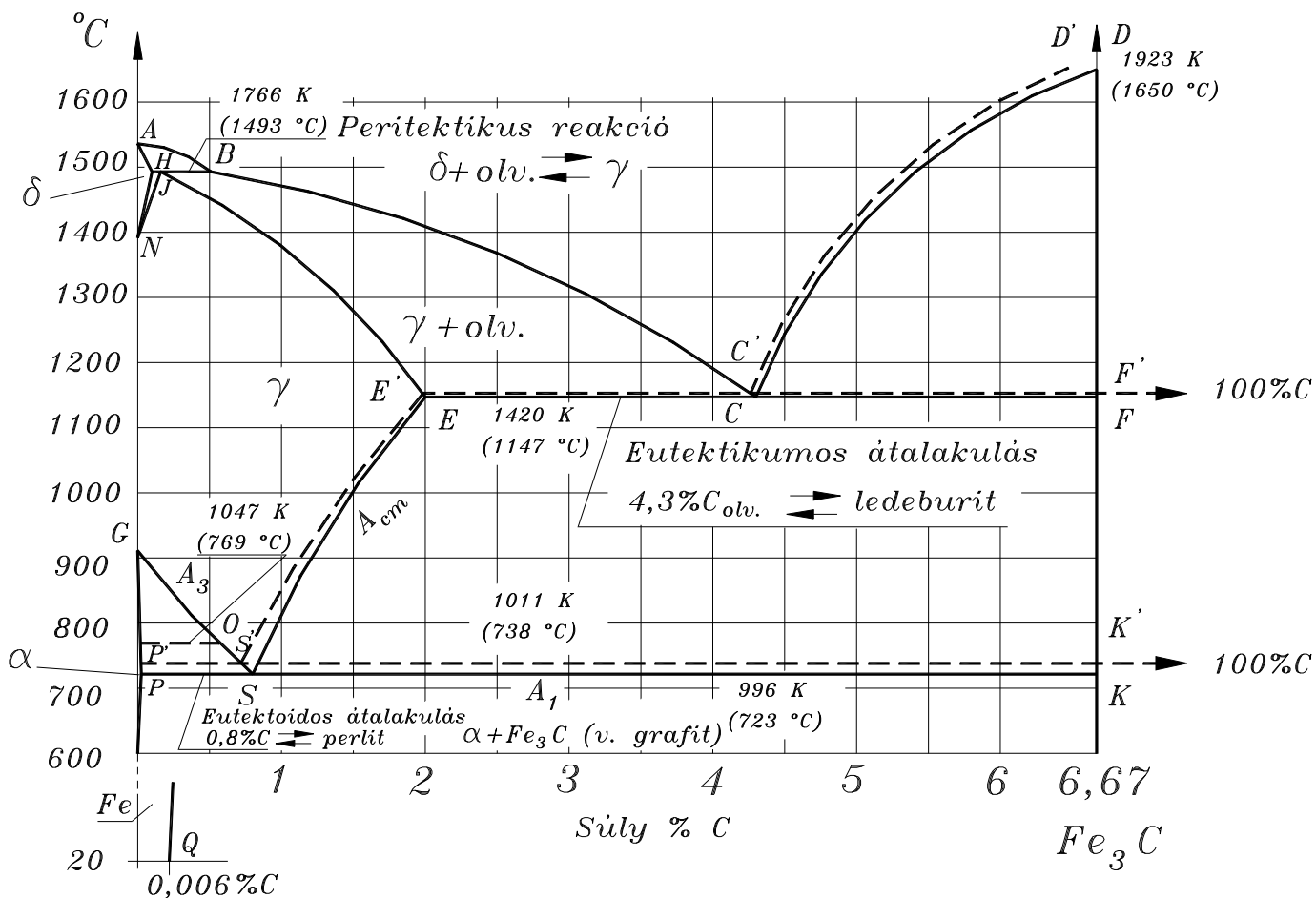
A mérési módszerek és műszerek tökéletesedése folytán egyes adatait (hőmérséklet, karbontartalom) többször javították, módosították.

A **Fe-Fe₃C diagramot metastabil egyensúlyi diagramnak nevezzük**. Ennek oka, hogy a vasötvözetekben a karbon kétféle alakban fordul elő. Egyrészt, mint szabad C, grafit, másrészt Fe₃C vegyületben, vaskarbidként, kötött C formában.

A vaskarbid **400°C-nál** nagyobb hőmérsékleten, a hőmérséklet nagyságával csökkenő, de viszonylag hosszú ideig izzítva felbomlik, belőle elemi **temper-szén** válik ki és **ferrit**, illetve **ausztenit** marad vissza.

A színvas dermedése és hűlése közben bekövetkező kristályosodásának és szilárd halmazállapotában létrejövő átkristályosodásának **allotróp módosulatai** és **kritikus hőmérsékletei** vannak. Ezek a kritikus hőmérsékletek szerepelnek a **Fe-Fe₃C** egyensúlyi diagramban, melynek alapvonalára (vízszintes tengelyére) a C tartalom %-ai vannak. Ebben a rendszerben tehát az első (baloldali) függőleges a színvasat, az utolsó függőleges pedig a vaskarbidot jelenti. A diagram vízszintes tengelyét **6,67%** széntartalomig látható.

Az első ábra a Fe-Fe₃C metastabil egyensúlyi diagrammot mutatja be, melyet **Heyn-Charpy-ikerdiagramnak** is hívnak.



A **Fe - Fe₃C** metastabil egyensúlyi diagram az egyensúlyi diagramoknál megismert korlátozott oldóképességet és szilárd halmazállapotban kiválást feltüntető diagramhoz hasonló. A különbség az, hogy a jobb oldalon nem a szilárd oldat mezője, hanem fémes vegyület egyenese határolja, amely a vaskarbid (**Fe₃C**). Másik eltérés az, hogy a 0,1-0,5% C-tartalmú ötvözeteknél 1400°C fölött peritektikus reakció megy végbe. Az igen magas hőmérsékleten (1493°C) lefolyó reakció az atomok élénk hőmozgása és a nagy diffúziós sebesség miatt mindig homogén γ -szilárd oldat keletkezését eredményezi. A C pontnál 4,3% C-tartalmú olvadék eutektikus átalakulás történik, vagyis a homogén olvadék állandó hőmérsékleten (1147°C-on) két szilárd fázisra (γ -szilárd oldat és Fe₃C) bomlik. A 2,06-4,3% közötti karbontartalomú ötvözeteket hipoeutektikusnak, még a 4,3% feletti karbontartalmúakat hipereutektikus ötvözeteknek nevezzük.

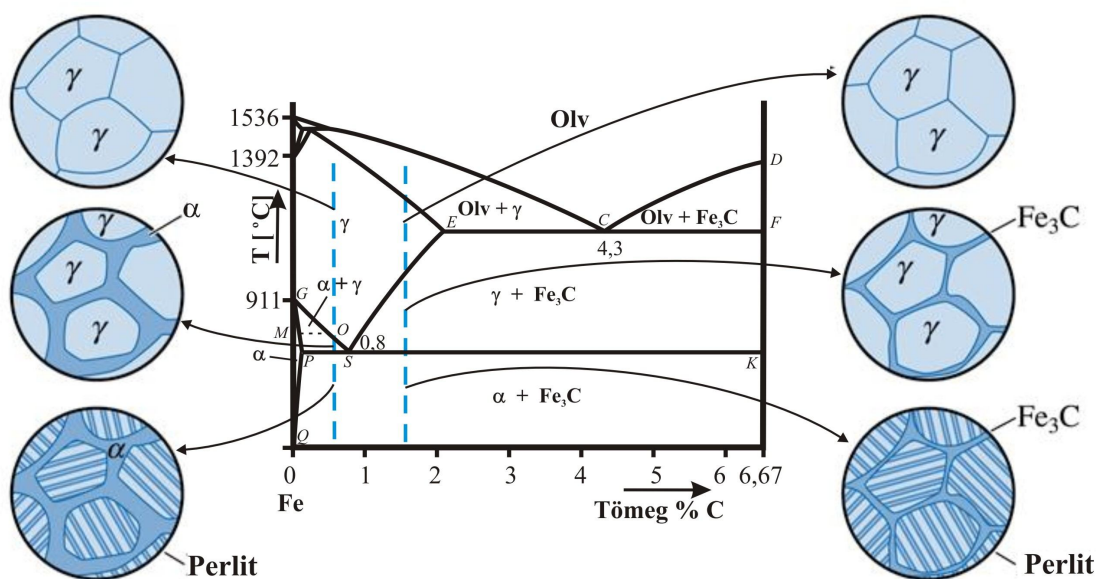
az eutektikus átalakulást jelző C pontnál az olvadék (**szabadságfoka=0 Gibbs féle fázisszabály**) két szilárd fázisra bomlik, úgy az S pontnak megfelelő 0,8%

C-tartalmú γ szilárd oldat is kb. 723°C hőmérsékleten két fázisúvá alakul át (α -szilárdoldat Fe_3C), keveréke lesz. Az S-pontnak megfelelő összetételű (0,8%) ötvözetet **eutektoidos** ötvözetnek nevezzük. Azokat az ötvözeteket melyek karbontartalma 0,8% alatt van hipoeutektoidosnak, a 0,8-2,06% közötti karbontartalmúakat hipereutektoidosnak nevezzük.

A baloldali likviduszág, a homogén olvadék karbontartalmát jelzi.

A jobboldali likviduszgörbe az olvadék korlátolt oldóképességét.

A második ábrán az említett átalakulások láthatók.



Tehát az eddig tárgyaltak röviden:

- a diagramot csak **6,67 C %-ig** ábrázoljuk
- bizonyos vonalak folyamos, és szaggatott vonallal is fel vannak tüntetve
- a 6 % C-nál nagyobb C tartalmú ötvözetekre semmilyen megbízható adatunk nincs, de ezeknek nincs jelentősége
- A diagramban a 6.67 C %-nál látott függőleges a Fe_3C intersticiós vegyületnek felel meg)
- A karbon a vasötvözetekben kétféle alakban jelenik meg, mint **elemi karbon vagy grafit**, és kötött formában, mint **Fe_3C , vaskarbid**
- A vas-vaskarbid (folyamos vonal, első ábra) és a vas-grafit (szaggatott vonal, első ábra) ötvözeteknek kétféle diagramjuk van. A két diagramnak egy koordináta rendszerben való ábrázolása **Heyn-Charpy** nevéhez fűződik, ezért nevezzük a diagramot **Heyn-Charpy féle iker diagramnak**
- már 700°C felett megfigyelhető a Fe_3C felbomlása $\text{Fe}_3\text{C} \rightarrow 3\text{Fe} + \text{C}$

- a grafitos (szaggatott) vonalak a magasabb hőmérsékleteken haladnak
Tehát a vas-grafit (Fe - C) rendszer a stabil, az Fe - Fe₃C rendszer a metastabil.

A Fe-Fe₃C ötvözetek

A karbidos rendszer esetében olyan egyensúlyi diagramról van szó, ahol az egyik komponens a szén vas, a másik pedig a vaskarbid. A diagram koncentráció egyenesén megállapodás szerint a C %-át tüntetjük fel.

A rendszer első függőlegese a szén vas lehűlési görbéjének pontjait mutatja, és a diagramot a Fe₃C függőlegeséig ábrázoljuk.

AB likvidusz elhanyagolásával egészen 4,3 % C-ig a kristályosodás a BC

likvidusz és a JE szolidusz szerint γ szilárd oldat formájában történik. Ezt a szilárd oldatot

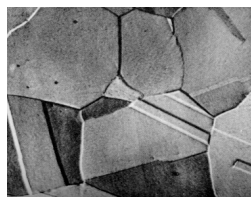
Robert Austenről, ausztenitnek nevezik.



Robert Austen

Ausztenit

Az acél a vas legfontosabb ötvözete, fő összetevője a szén, amiből legfeljebb 2,11 tömegszázalékot tartalmaz. Lapközepes köbös rácsú γ Fe-ban oldott C.



A C pontban metszi egymást a két likvidusz, tehát eutektikus kristályosodás jön létre. Az eutektikum 1147 C° (ECF vonal) képződik.

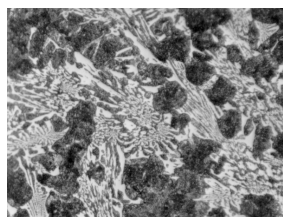
Az eutektikum neve **Ledebur** német kohász nyomán ledeburit.



Karl Heinrich Adolf Ledebur
(1837 - 1906)

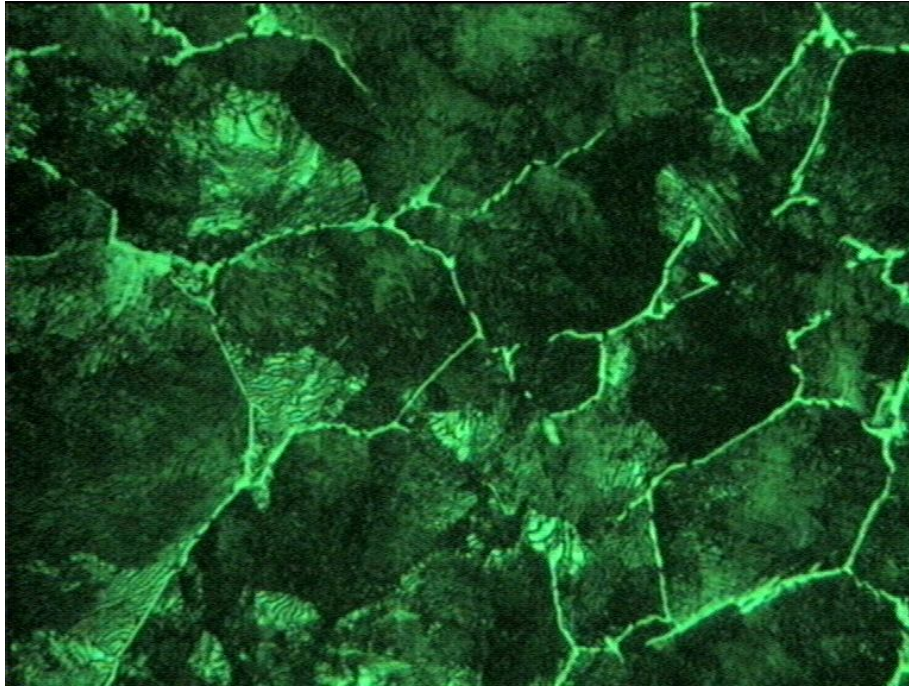
Ledeburit

4,29% széntartalmú vas szén szövetelem, az ausztenit és a cementit eutektikus keveréke.



Az ausztenit - intersticiós szilárd oldat - korlátozottan oldja a karbont, maximális C oldó képessége 2,06% (E). Az ausztenit korlátozott karbonoldóképességének vonala az SE.

Szekunder cementit

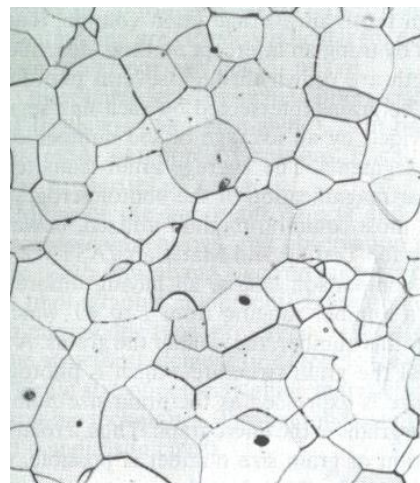


Allotróp átalakulás

A lapközepes köbös γ ausztenit a szén vas GS kezdő és GP befejező görbék által meghatározott hőmérséklet közben térközepes köbös α szilárdoldattá, szövetelemi **ferritté** alakul.

Ferrit

A ferrit α szilárd oldat, térközepes köbös rácsú α -Fe-ban intersticiósan oldott C. Maximális C oldóképessége 723 C°-on 0,025 % (P pont) minimális szobahőmérsékleten 0,006 % (Q pont).



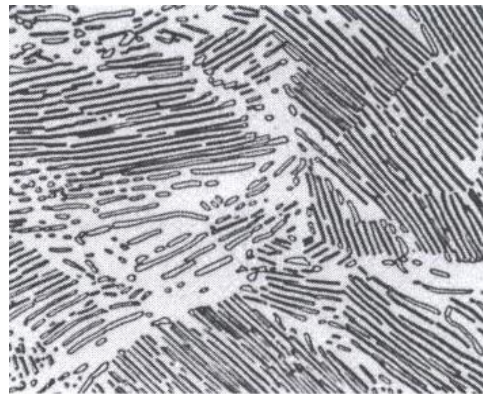
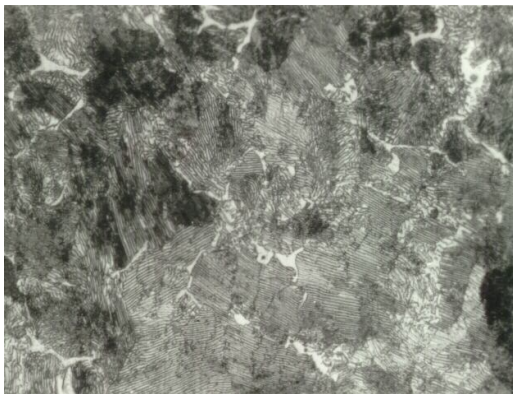
Eutektoidos folyamat

Az S pontban metszi egymást az allotróp átalakulás kezdő (GS) és a korlátozott oldóképesség (ES) vonala.

Az eutektoidos folyamat kb. $723\text{ }^{\circ}\text{C}$ -on a PSK vonalon játszódik le.

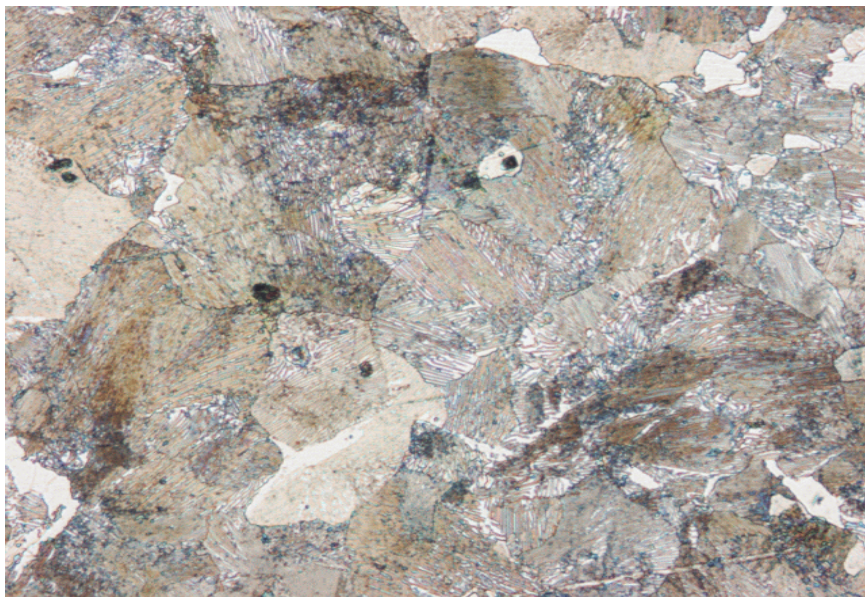
A keletkező kétfázisú szövetelemet, eutektoidot **perlitnek** nevezzük.

Perlit



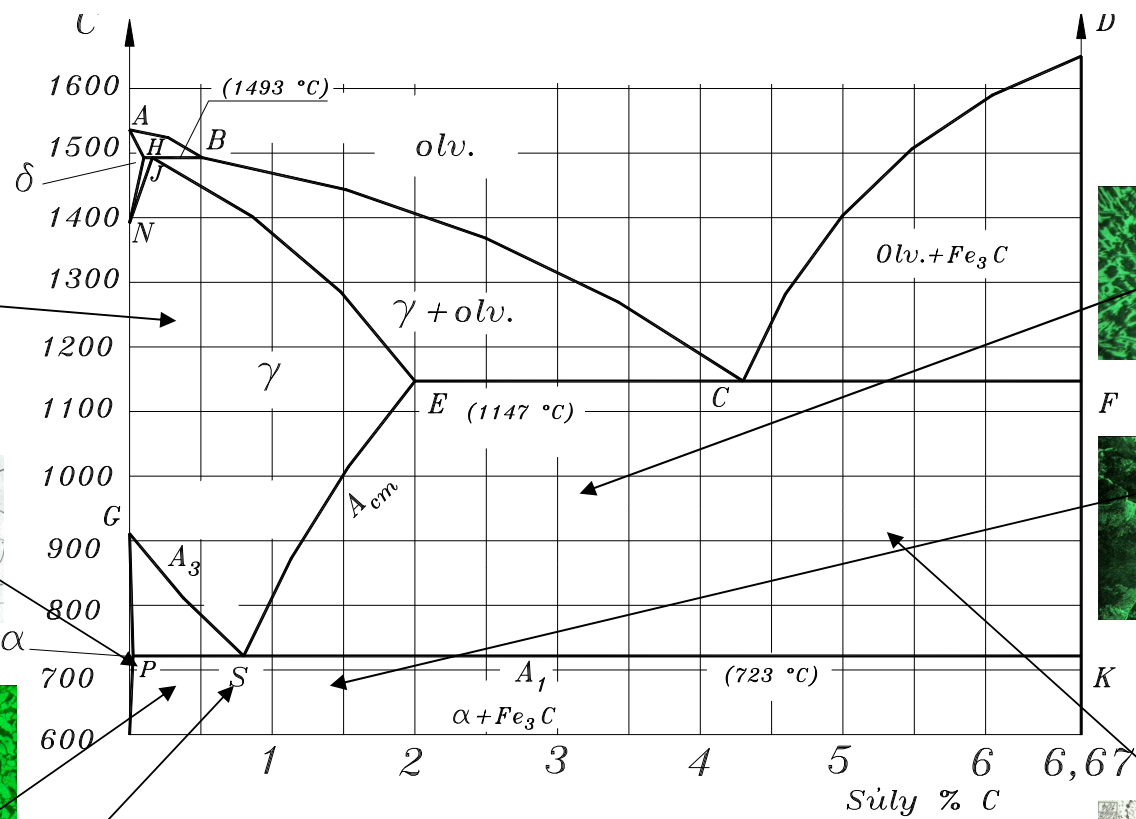
A perlit kétfázisú szövetelem, eutektoid. Kb. $723\text{ }^{\circ}\text{C}$ -on képződik.

Perlit kétfázisú mikrostruktúra acélokban és öntöttvasakban; az ausztenit átalakulásakor keletkezik és felváltva tartalmaz α -vasat (ferritet) és cementitet.

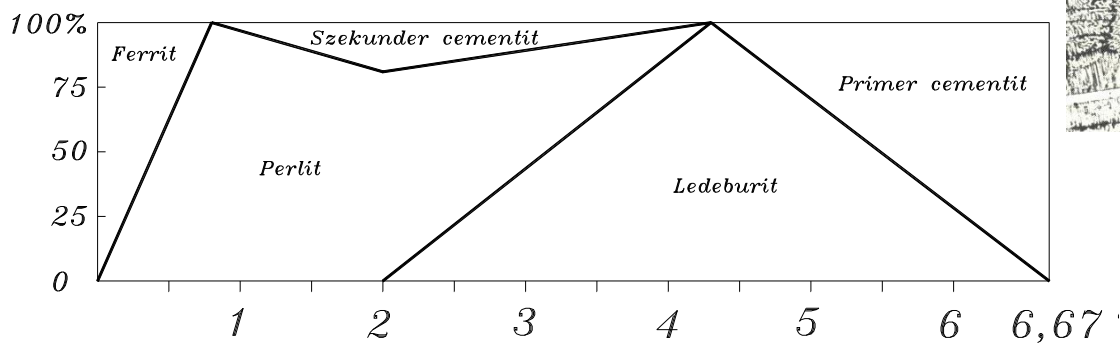


Perlit 0,7% C-tartalmú acélban, 500-szoros nagyítás

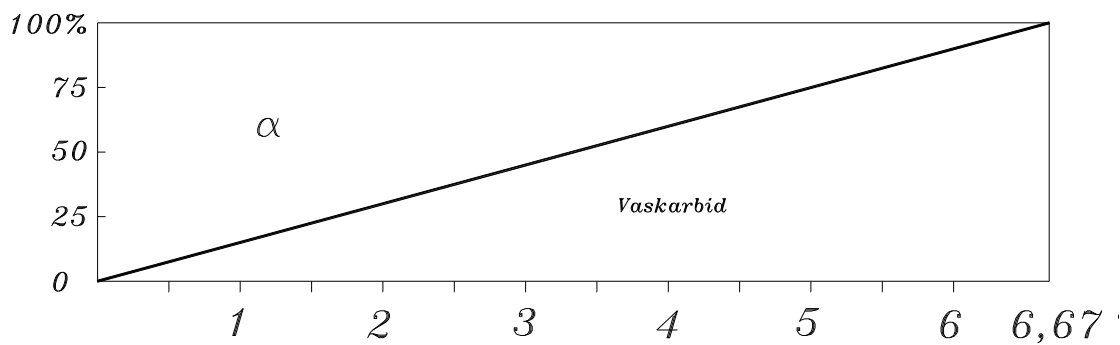
Egyensúlyi diagramm - Fázis diagramm - Szövet diagramm



Szövetdiagramm 20°



Fázisdiagramm 20°



Összefoglalás, a Heyn-Charpy féle ikerdiagram jellemzői:

- az ikerdiagram tartalmazza az Fe-Fe₃C metastabil és az Fe-C stabilis rendszerét
- folyékony állapotban korlátlan oldóképesség
- szilárd állapotban korlátozott oldóképesség
- három szilárd oldatos mező
- három fémes vegyület
- non-variáns reakciók

Folyékony állapotban korlátlan oldóképesség: 3 likvidusz

- γ - szilárd oldat (BC likvidusz)
- δ - szilárd oldat (AB likvidusz)
- Fe₃C primer cementit (grafit)

Három szilárd oldatos mező:

- γ - szilárd oldat
- δ - szilárd oldat
- α - szilárd oldat

Három fémes vegyület:

- primer grafit
- terciér grafit
- szekunder grafit

Szilárd állapotban korlátozott oldóképesség:

- szekunder grafit
- terciér grafit

Non variáns reakciók:

- ledeburit
- perlit

Ötvözetek kristályosodásának elemzése az Fe-C stabilis rendszerben

A Heyn-Charpy ikerdiagram szaggatott vonallal megrajzolt része vonatkozik a stabil rendszerre.

A stabil és metastabil rendszer alapvető különbsége a karbon állapot meghatározása.

Vasötvözetek osztályozása az egyensúlyi diagram alapján

