



Ötvözők hatása, a vasötvözetek tulajdonságaira



E275K2+Q	1.0035
34CrNiMo6	1.6582
X38CrMoV16	1.2316
HS10-4-3-10 (W-Mo-V-Co)	1.3207
EN-GJS-350-22	
EN-GJLA-XNiMn13-7 ausztenites lemezgrafitos öntöttvas	



E275K2+Q értelmezése

S	szerkezeti acélok
E	Gépacélok (tengelyek, agyak, tárcsák, stb.)
L	acélok csővezetékekhez
P	acélok nyomástartó edényekhez
B	betonacélok

Ütőmunka			Hőmérséklet
27J	40J	60J	°C
JR	KR	LR	+20
J0	K0	L0	0
J2	K2	L2	-20
J3	K3	L3	-30
J4	K4	L4	-40
J5	K5	L5	-50
J6	K6	L6	-60
M = termomechanikusan hengerelt			
N = normalizált vagy normalizáltan hengerelt			
Q = nemesített			

Hegesztett szerkezetek **edződési repedése** miatt korlátozott ötvözőtartalom

CE karbonegyenérték: 0,3..0,7%

C=0,05..0,25%

Si<=0,8%, Mn<=1,7%, Cr(0,9), Cu (1),

Ni (2,5), Mo(0,75), V (0,2%)



Alumínium ötvözetek szabványos jelölése

1. első betűcsoport **EN** európai szabványosított anyagminőség
2. második betűkód csoport az alumíniumötvözet állapota
 - A** alumínium
 - W** képlékenyen alakítható
 - C** öntvény
3. harmadik helyen az alumínium ötvözet vegyi összetétele



EN-AW-AlMg5

AW	képlékenyen alakított alumínium (félkészgyártmány)
Al	alapfém Al
Mg5	magnézium Mg 5 %

EN-AC-AlSi12

AC	öntészeti alumínium
Al	alapfém Al
Si12	szilícium Si 12 %



Alumínium ötvözetek szabványos jelölése

EN-AW-AlMg5

AW-5019

EN-AC-AlSi12

AC-44300

2000	Al-Cu ötvözetek
4000	Al-Si ötvözetek
5000	Al-Mg ötvözetek

20000	Al-Cu ötvözetek
40000	Al-Si ötvözetek
50000	Al-Mg ötvözetek



Ötvözet: Két vagy több kémiai elemből álló fémes anyag.

Szilárd oldat: Olyan ötvözet, amelyben az ötvöző atomok beépülnek az alapfém rácsába, és az így létrejött szerkezet kristályrácsa az oldó anyagéval azonos.

Intermetallikus vegyület: Nem áll fenn az oldódás feltétele, egymáshoz mutatott affinitásuk nagy.



Acélötvözők hatásmechanizmusa

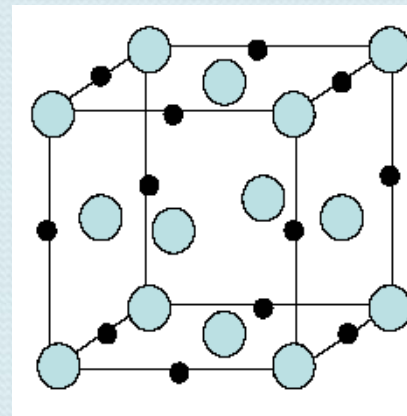
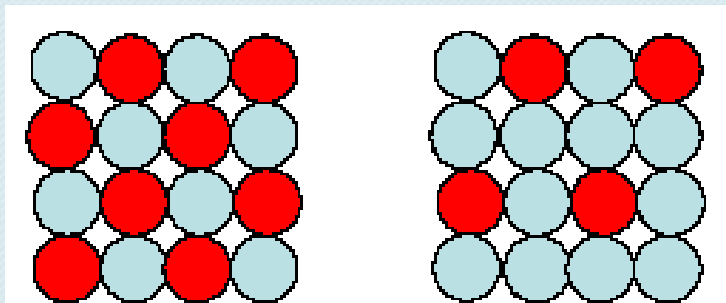
Az acélötvözők az acél használati tulajdonságai módosíthatók:

- az ún. **oldódási mechanizmussal** (szilárd oldatok)
- az ún. **vegyületképződési mechanizmussal** (Fe_2Ti , FeV , FeCr , Fe_2W , Fe_3W),
- az ún. **karbidképződési mechanizmussal** (az alapötvözővel, a karbonnal alkotott karbidok révén, legfontosabbak a karbidképző ötvözők: Mn , Cr , Mo , W , Ti , V)



Szilárd oldat típusai

Szubsztitúciós és intersztíciós szilárd oldat.



Korlátlan **szubsztitúciós** szilárd oldás feltételei:

1. Azonos kristályrács;
2. Közel azonos atomátmérő (eltérés max. 15 %);
3. Azonos vegyérték;



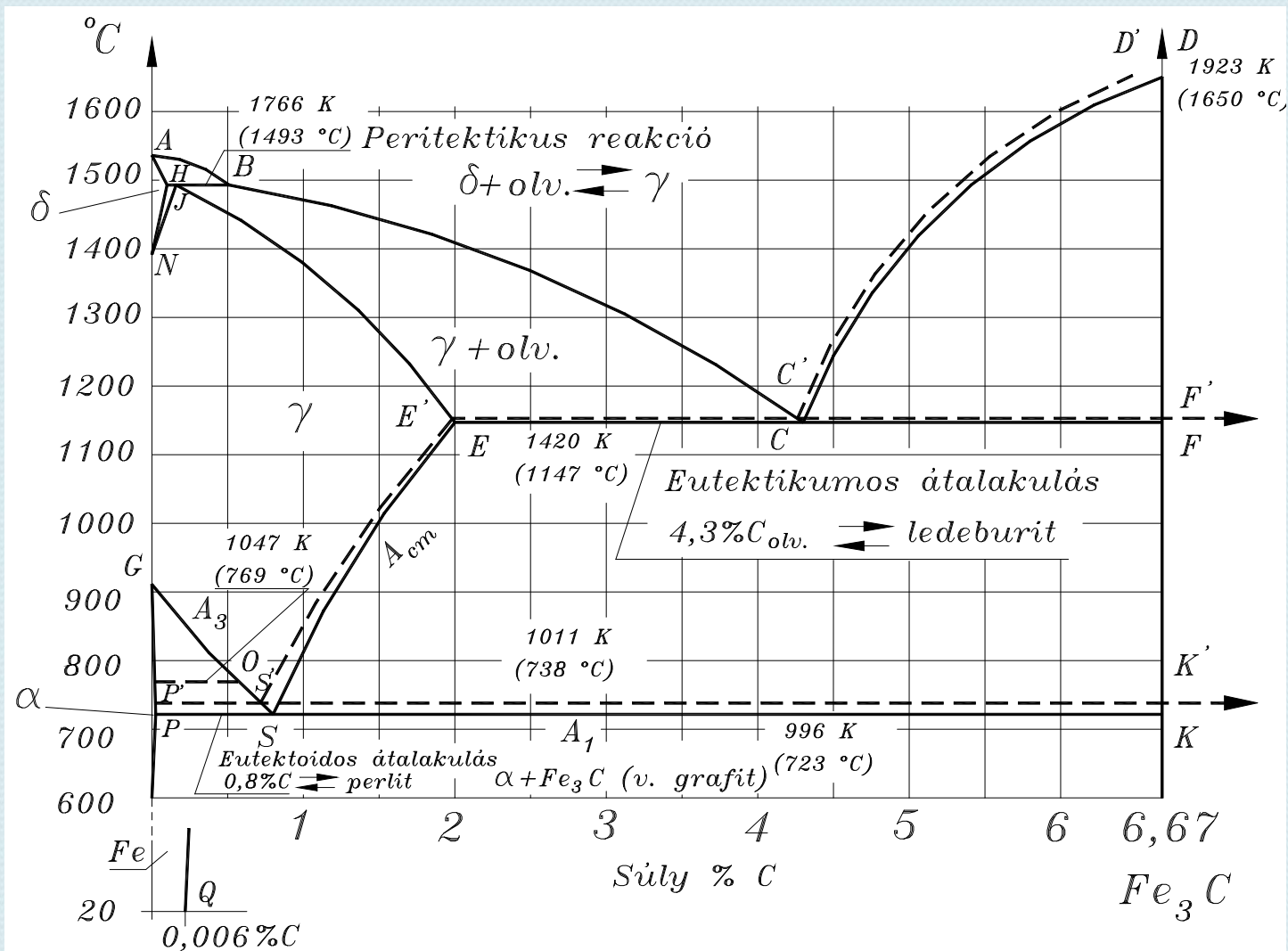
Polimorfizmus, allotrópia

A kristályos szerkezet néhány esetben nincs egyértelmű kapcsolatban az összetétellel. A rácsszerkezet a fizikai paraméterek függvényében megváltozhat. Ez a *polimorfizmusnak* nevezett jelenség. (pl. grafit és a gyémánt)

A színfémek polimorfizmusát *allotrópiának* nevezzük.



Vas-szén állapotábra





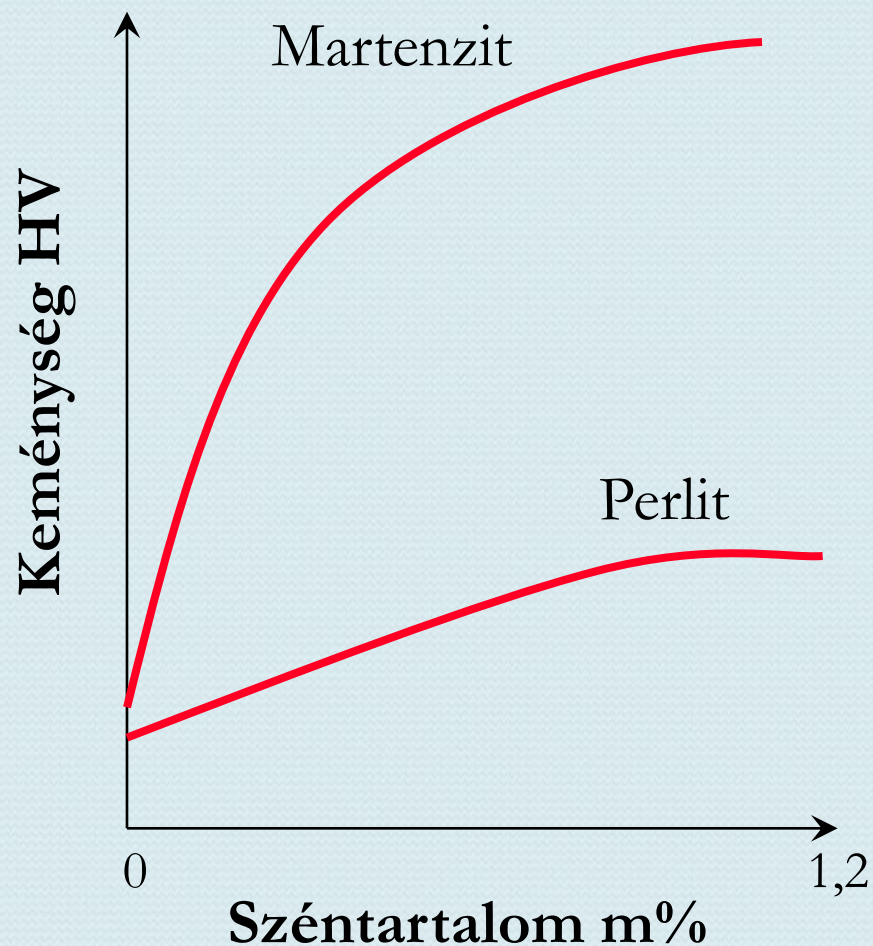
A karbon hatása

Növeli

folyáshatárt, szakítószilárdságot,
keménységet, átedzhetőséget

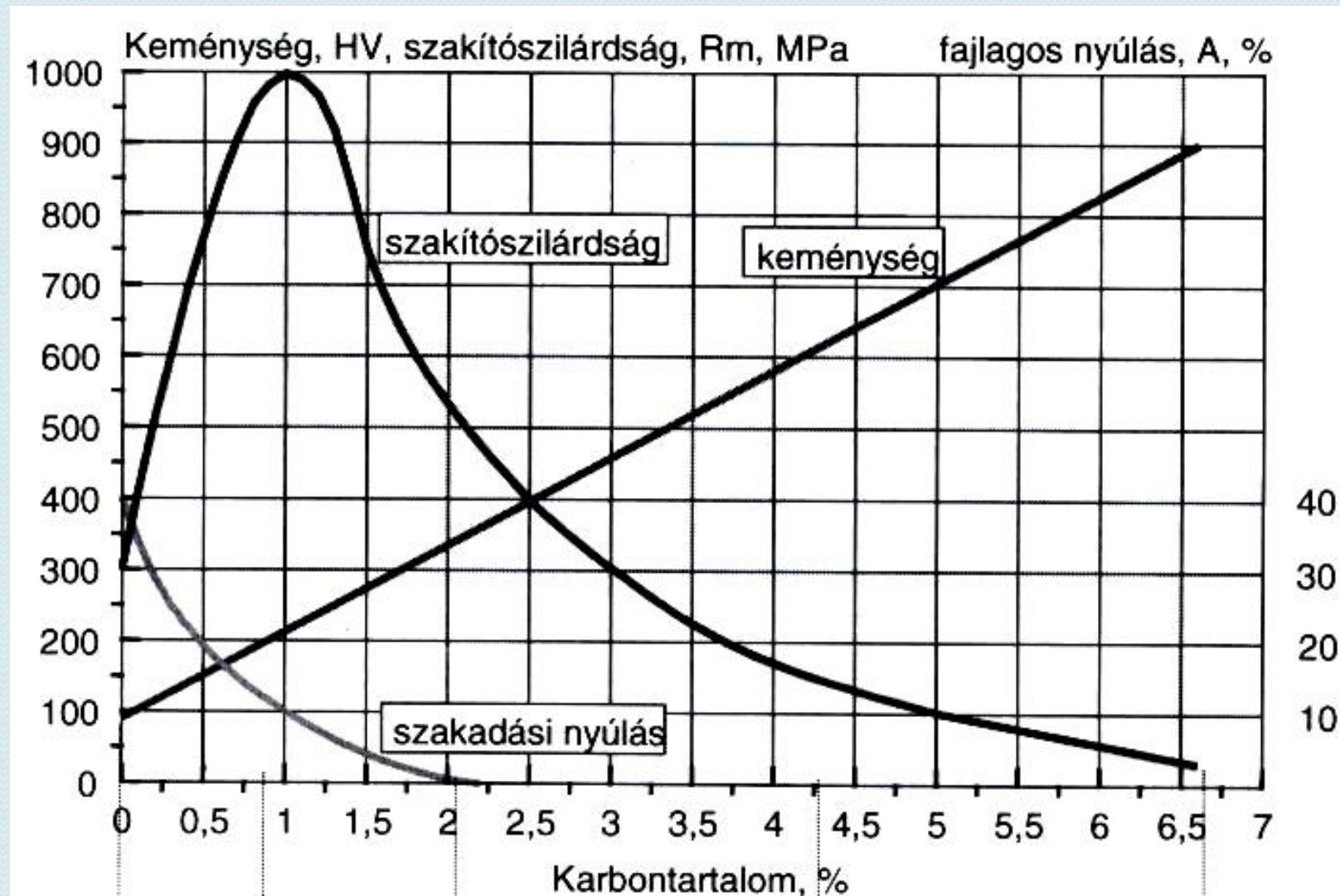
Csökkenti

szívósságot, alakíthatóságot





A karbon hatása





Az acél fő ötvözői

Mn, Ni, Cr, Mo, V, W, Si, Ti, Ta, Zr, Co, Al

			Oldódás	
			α -Fe [%]	γ -Fe [%]
Ferritképzők	Cr	TKK	100	12,5
	Mo	TKK	37,5	1,6
	V	TKK	100	1,5
	Si	GY	14,4	2,2
Ausztenit -képzők	Mn	FKK	3,5	100
	Co	FKK	76	100
	Ni	FKK	8	100

Oldatba mennek (szilárd oldatot alkotnak)

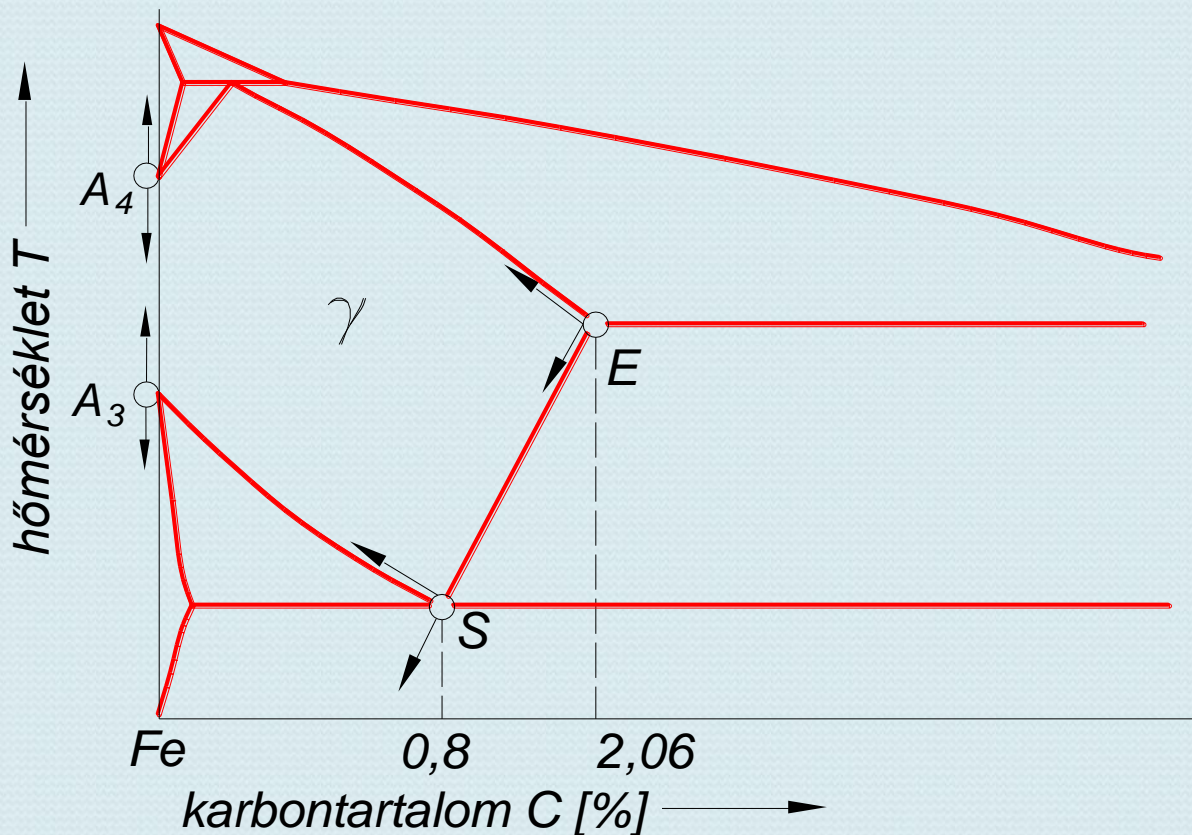
Vegyületet képeznek (karbidot, boridot, nitridet alkotnak)

Ni, Co, Mn csak a szén Fe-rácsban oldódnak

nem karbid-, nitrid-, borid-képzők



Az ötvözők hatása az Fe-C diagramra



A *ferritképzők* A_4 -t csökkentik, A_3 -at növelik.

Az *auszteniképzők* A_4 -t növelik A_3 -at csökkentik



• **Austenitképző** ötvözők

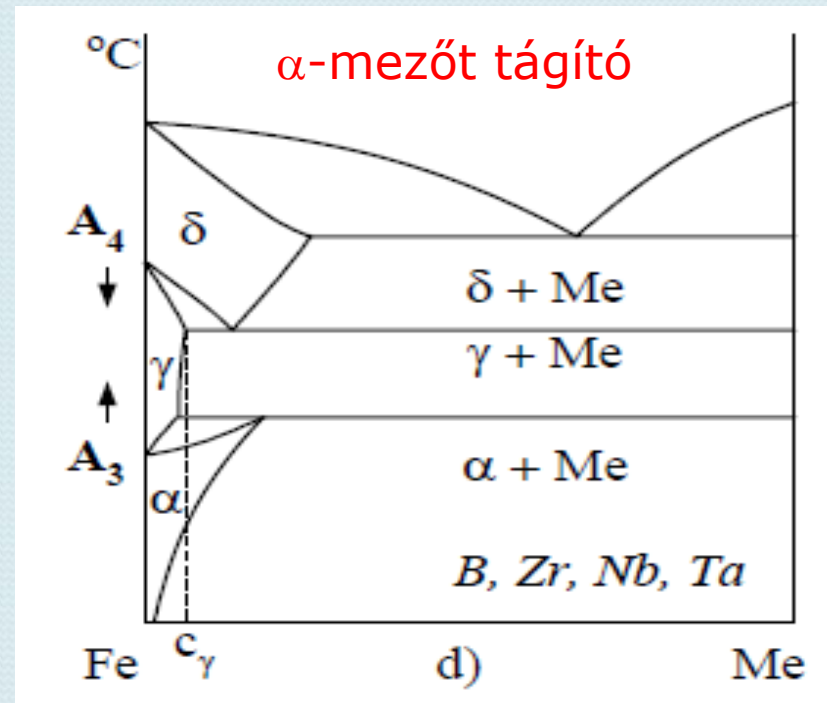
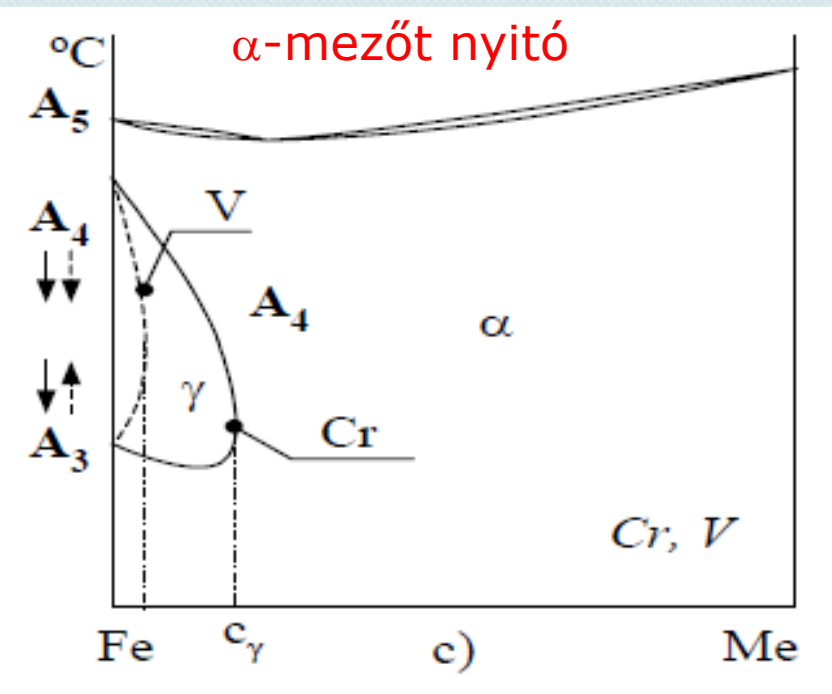
- nyitott γ -mezőt hoznak létre (Mn, Ni)
- tágítják a γ -mezőt (Cu, C, N)

• **Ferritképző** ötvözők

- zárt γ -mezőt, nyitott α -mezőt hoznak létre (Cr, V)
- részben nyitott α -mezőt hoznak létre (Al, Si, Ti, Mo,W)
- tágítják, de nem nyitják az α -mezőt (B, Zr, Nb, Ta)
- az α -mezőt tágítja, de meghatározott összetétel felett nyitott γ -mezőt hoz létre (Co)



Ferritképzők

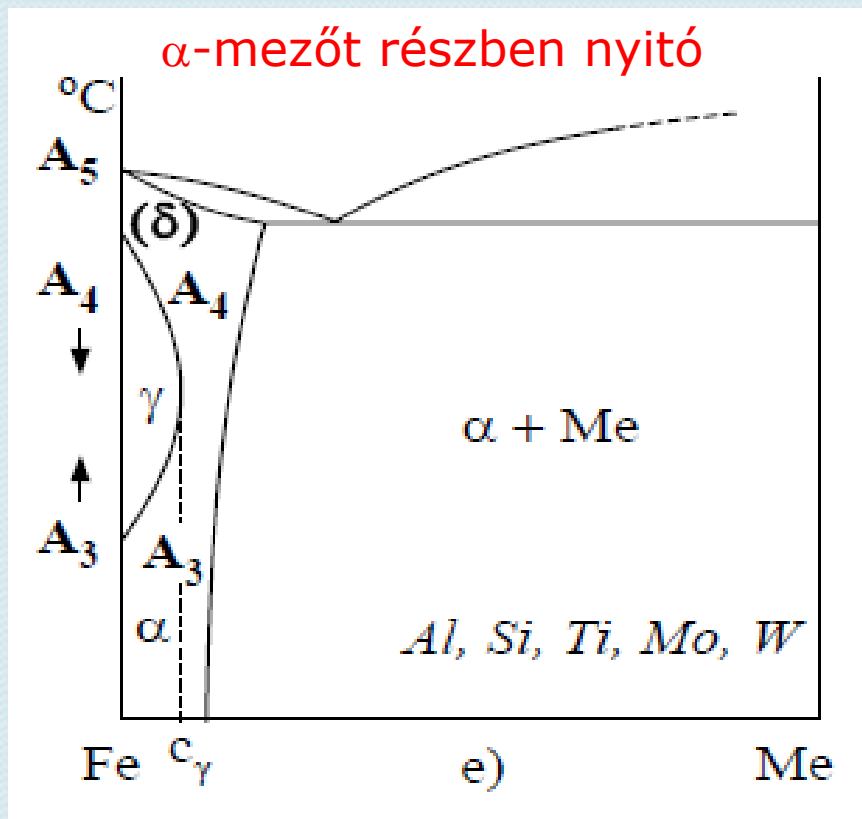


A TKK rácsban jobban oldódó elemek nagy mennyiségben megakadályozzák a rács FKK ráccsá történő átalakulását.

A ferrit megfelelő mennyiségű ötvözővel a ferrit dermedéstől szobahőmérsékletig stabil



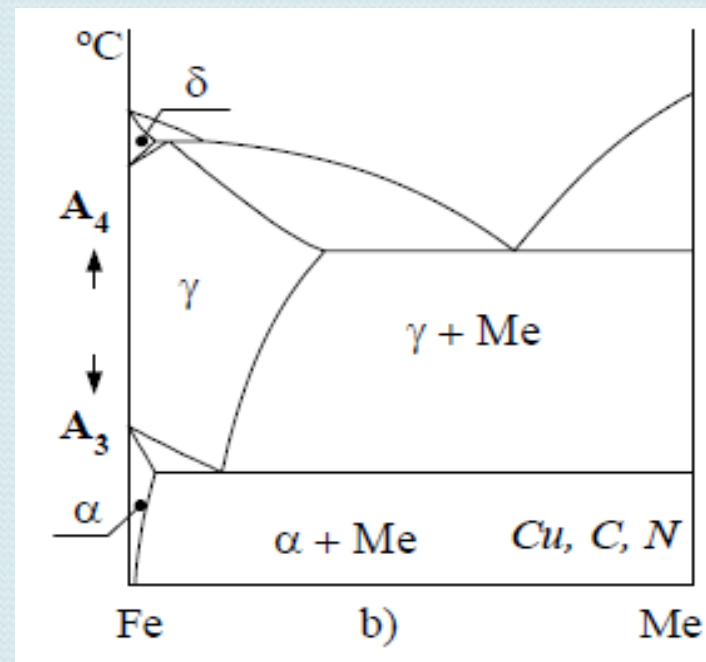
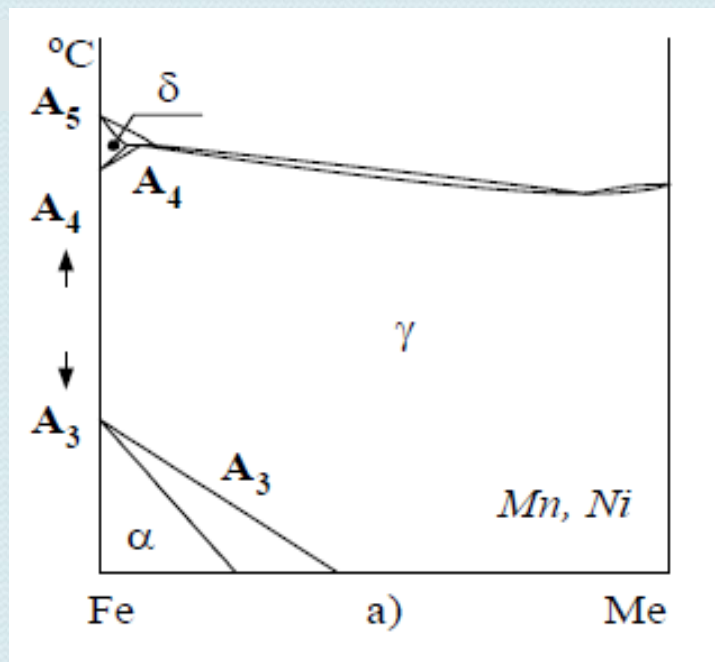
Ferritképzők





Ausztenitképzők

Mn, Ni, Cu, C, N



Az FKK rácsban jobban oldódó elemek nagy mennyiségben ötvözve akadályozzák a FKK rács TKK ráccsá történő átalakulását.

Nagy mennyiségben ötvözve ausztenitképzők.



2. helyen a szerkezeti acélok után

2008: 29 M tonna

Ferrites szerkezetű (<0,08% C)

- Cr-erősen ötvözött (min. 11%)

Ausztenites szerkezetű

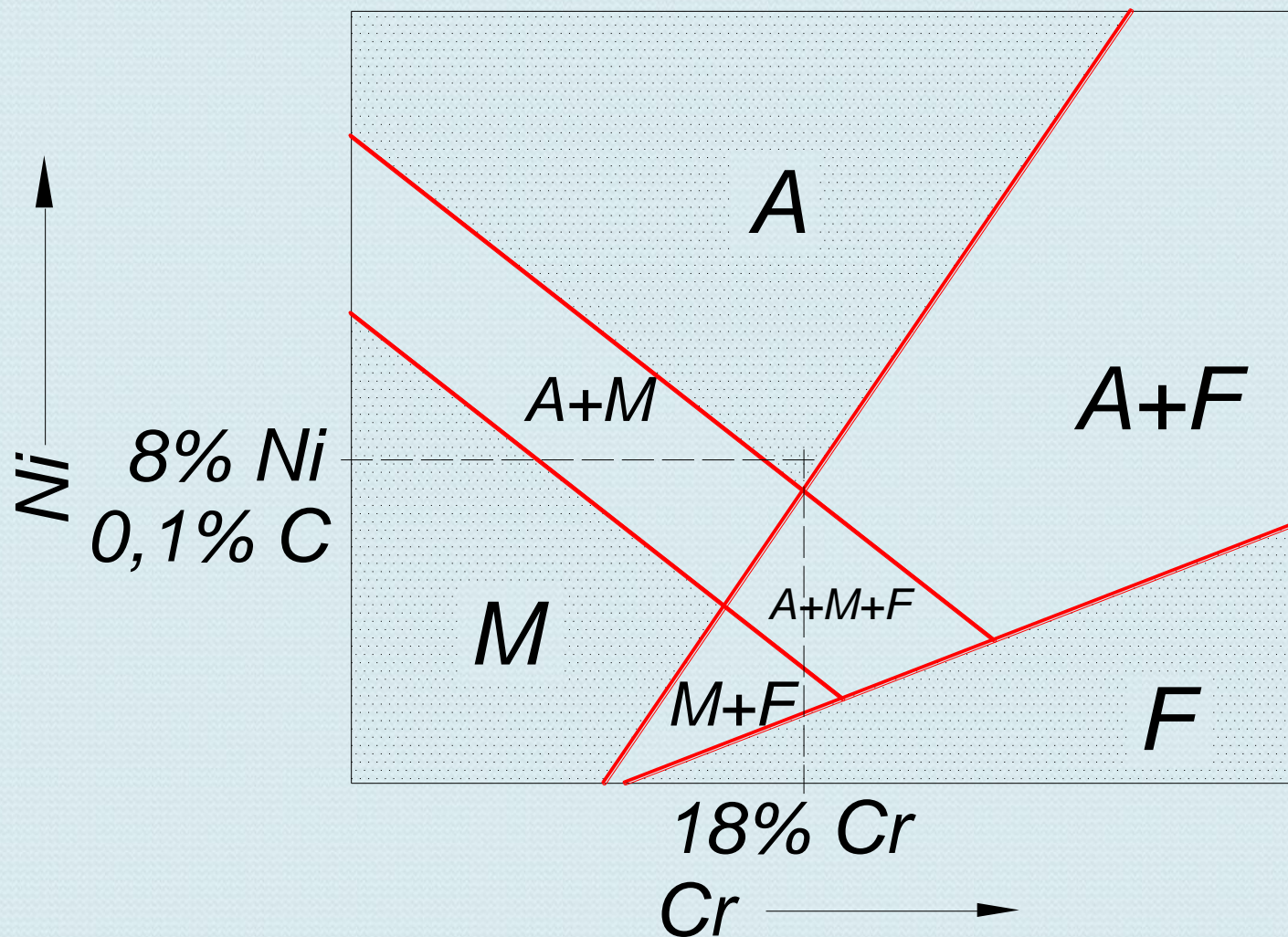
- Cr- és Ni-erősen ötvözött

Passziválódás: oxidréteg spontán kialakulása

Króm-oxid hártya, néhány μm



A Cr és a Ni hatása a szövetszerkezetre





Korrózióálló acélok

- **Ferrites és félferrites** ($<0.08\%C$) (X6Cr13, X2CrMoTi29-4)
 - Nagy alakvált. kép, mágnesezhető
 - A félferrites martenzitessé edzhető
 - $>0,15\%S$ jól forgácsolható, korróziállóság csökken
 - hegesztése és magas hőmérsékleten történő feldolgozása nem ajánlott.

Alkalmazás: enyhébb savaknak ellenálló élelmiszeripari eszközök, berendezések

Kis Cr tartalom: háztartási és orvosi eszközök, sebészeti szerszámok

Nagy Cr tartalom: tej-, szappan-, söripari berendezések

Stabilizált: nyomástartó edények

A ferrites korrózióálló acélok nagyobb szilárdságúak, mint az ausztenites acélok



Martenzites ($0.08 < C < 1,0\%$)

- Szilárdság, keménység növelhető edzéssel
- Szívósság növelhető felhasználás előtti megeresztéssel
- Mágnesezhető

különféle korrózióknak kitett gépalkatrészek: turbinalapátok, orvosi szikék, orvosi eszközök készítésére alkalmazzák

Kiválással keményedő

Mechanikai tul. javítása hőkezeléssel, martenzitből kiváló intermetallikus vegyületek



Korrózióálló acélok

- **Ausztenites (Cr: 12..18%-tól, Ni)** (pl. X8CrNi25-21)

- a legjobb sav- és korrózióálló acélok, jól hegeszthetők
- Nem mágnesezhető
- Kiemelkedő szívósság, **nagy alakváltozó képesség** (kiválóan alakíthatók)
- Kis hőmérsékleten sem ridegednek el
- Szilárdsági jellemzők **hőkezeléssel nem javíthatók** (N- ötvözés, hideg képl. alakítás)
- **Króm-karbid (Cr₂₃C₆) kiválás** a szemcsehatárok mentén (800..900C felett), **szemcsehatár korrózió**
 - (1080..1100°C oldó *izsztatás*, C-tart csökk. (0,03% alá), stabilizáló ötvözők: Ti (5x C tart), Nb (7x C tart)) (stabilizált korrózióálló acélok).
 - Ti – oxidos, nitrides zárványok, hengerlés után felületen esztétikai hibák
 - Nb- felület szép fényesre polírozható



Auszténites acél alkalmazási területei:

- Vegyipari gépgyártás, különféle vegyipari berendezések, saválló tartályok, tengeri hajózás, járműipar, nukleáris erőművek
- Reaktor tartály: X1CrNiN18-10, X1CrNiMo17-12-2 (hűtőközeggel érintkezik)

Szuperauszténites korrózióálló acélok:

Cr: 20..25%, Ni: 18..35%, Mo:4..7%

Tengervíz lepárlók, hőcserélők, tengeri fúrótornyok,
papírmalmok, PVC gyártó autoklávok,
ipari szennyvíz feldolgozók



• Ausztenites-ferrites (duplex)

- Nagyobb Cr és kisebb Ni tartalom
- 40..60% ferrit az ausztenites alapszövetben
- Nagyobb szilárdság, feszültség korrózióval szembeni nagy ellenállóképesség
- A magas bróm- és molibdén-tartalomnak köszönhetően, kiemelkedő képességekkel rendelkezik a korrózió és a repedések ellen.
- Mikroszerkezete nagy korrózióálló képességet biztosít nyomás alatti törés és erózió esetén.
- A duplex acélokat leggyakrabban a petrokémiai-, papír-, cellulóz- és hajóépítő ipar hasznosítja.



Króm (Cr)

- Passzív hártya (korrózióállóság, hőállóság)
Pl. 800°C -X8CrNiTi18-10, 1100°C -X8CrNi25-21)
- Ferrit- és karbidképző
- Szemcsefinomító
- Cr > 26% nehezen alakítható

Nikkel (Ni)

- Ausztenitképző alapötvöző
- Szívósság növelő
- Ellenálló az ált. és helyi korrózióval



Mangán (Mn)

- Gyenge ausztenitképző
- Szulfidképző, kristályosodási repedési hajlam csökken
- Max 2% a korrózióálló acélokban



Korrózióálló acélok

Ötvözők hatása

Szilícium (Si) (**Max 1% lehet!** Korrózióálló acélokban)

- Ferritet stabilizálja
- Korróziós ellenállás nő (nagy hőmérsékleten reveképződést gátolja)
- Szemcsedurvító
- Karbon felvételt gátolja magas hőmérsékleten
- Rontja a melegalakíthatóságot
- Hegesztéskor kristályosodási repedési hajlam



Molibdén (Mo)

- Ferrit- és karbidképző
- Lyukkorrózióval szembeni ellenállás (oxidhártya)
- Szilárdság s kúszással szembeni ellenállás nő (diszperz karbid kiválás)
- S, Se forgácsolhatóság javul, melegalakíthatóság romlik



Réz (Cu)

- Gyenge ausztenitképző
- Feszültségkorrózióval szembeni ellenállás javul
- Kiválóan keményíthető korróziós acélok fontos ötvözője

Alumínium (Al)

- Erős ferrit és nitridképző
- N-nel ötvözve:
 - ❑ nő a szilárdság,
 - ❑ csökken a szemcsedurvulási hajlam
 - ❑ javul a hő és reveállóság (X10CrAlSi18-ferrites)



- A Mn mint ötvöző legfontosabb jellemzői
 - legerőteljesebb ausztenit képző
 - a kritikus hűtési sebességet radikálisan csökkenti
 - $\gamma \rightarrow \alpha$ átalakulás csak 10-12 % Mn-tartalomig van
 - csak az Mn < 10-12 % tartalmú acélok edzhetők
 - e fölött szobahőmérsékleten is ausztenites szövet
 - a szövetszerkezetet a C-tartalom is befolyásolja



Legismertebb típusa az austenites Mn-acél (kidolgozója után Hadfield-acél)

1,2...1,4 % C,

12...14 % Mn

jellemzői

- gyors hűtéskor homogén ausztenites szövet
- jó alakíthatóság
- kiváló szívósság, nagy keményedőképesség

fő alkalmazási területek

- kőtörők, braggerek, markolók, sínkereszteződések, váltónyelvek



A Ni mint ötvöző hatásai

- a Mn-hoz hasonló hatások, de ugyanazon hatás eléréshez $Ni = 2 \times Mn$ tartalom szükséges
- jellemzően a fizikai tulajdonságok ötvözője
 - növeli a mágneses permeabilitást → állandó mágnesek kedvelt ötvözője
 - a rugalmassági modulust és
 - a hőtágulási együtthatót tág intervallumban módosítja



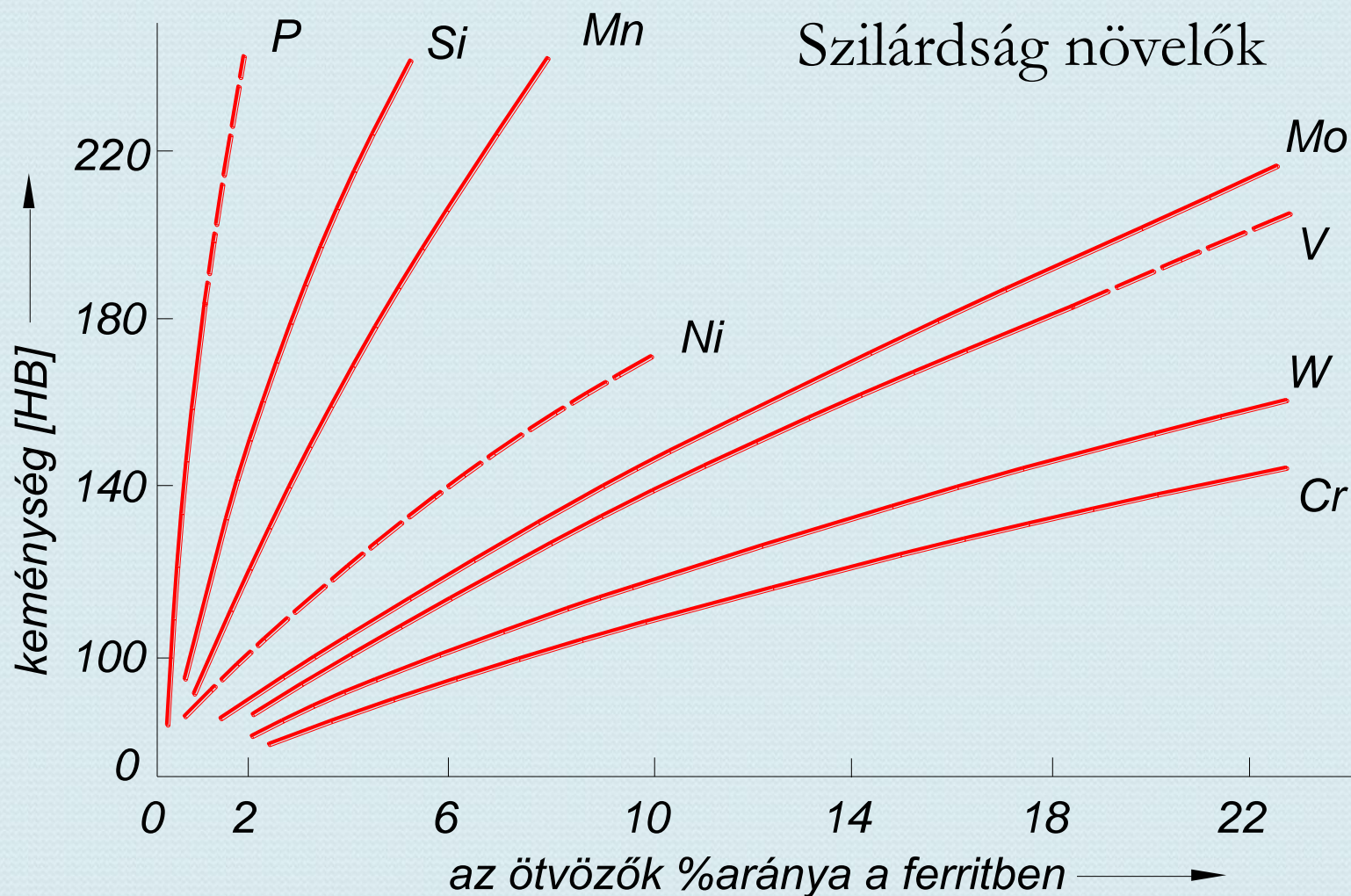
A hőtágulási tényezőre gyakorolt hatás hasznosítása

- Ni=36 % : invar acél, **legkisebb hőtágulási együttható**
precíziós műszerek, idomszerek, óraingák
- Ni=25 % : **legnagyobb hőtágulási együttható:**
bimetall készítésre
- Ni=41 % : üveggel azonos hőtágulási együttható:
izzószál bevezetésként üvegburákhoz
- szerkezeti és szerszámacélként leggyakrabban Cr
ötvözővel együtt alkalmazzák



A szilárd oldatba menő elemek hatása

Szilárdság növelők





Az ötvözőelemek hatása a nem-egyensúlyi átalakulásokra

- **Az ötvözőelemek mennyiségének növelése**

növeli a legrövidebb lappangási időket, azaz az átalakulási diagramokat

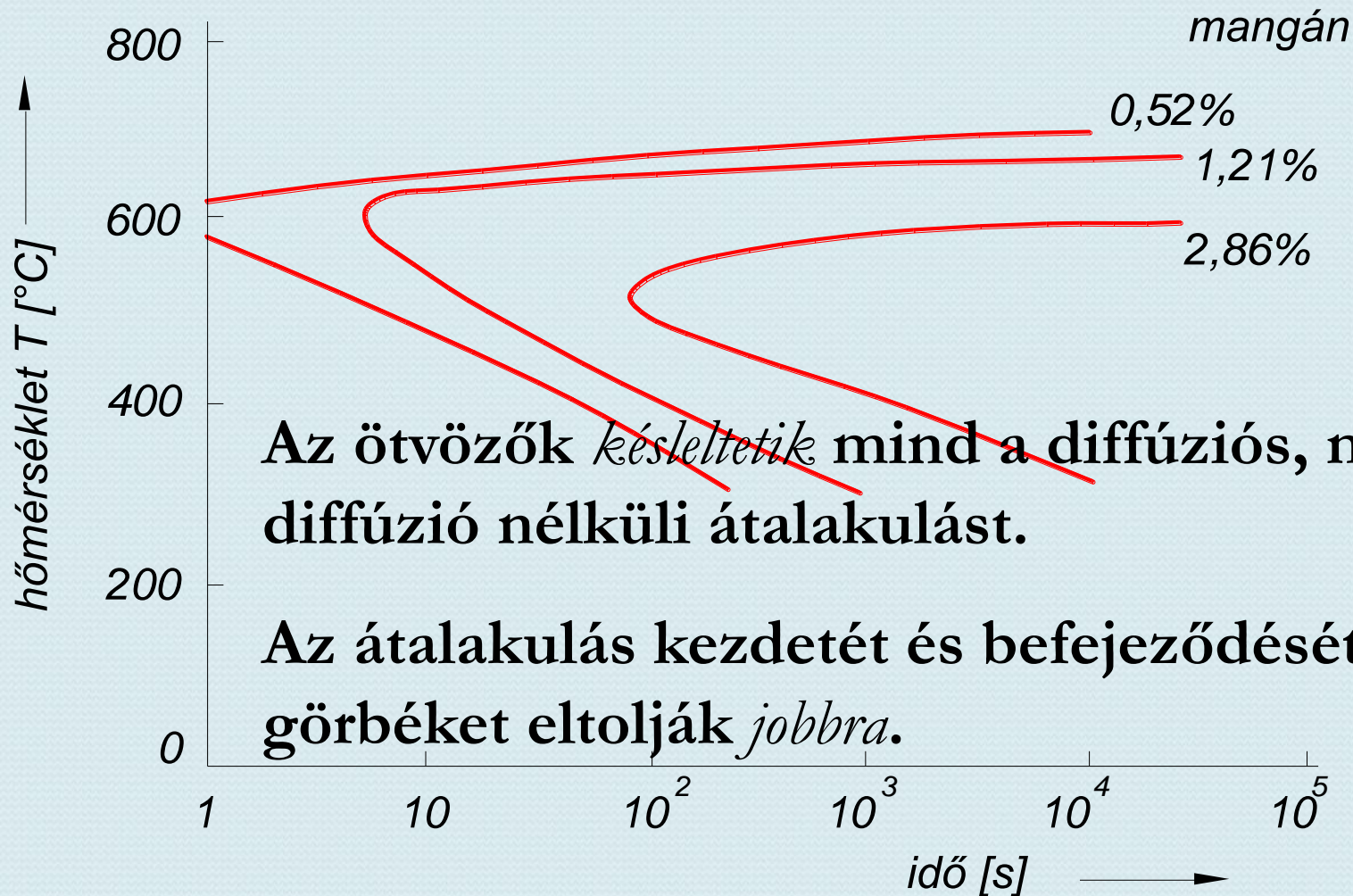
- *az időtengely mentén jobbra*
- *a hőmérséklet tengely mentén lefelé tolják el*

ezáltal csökkentik a kritikus hűtési sebességeket

- **Erősen ötvözött acéloknál különváló perlites és bainites mezőket hoznak létre**



Az ötvözők hatása az ausztenit átalakulásának megindulására

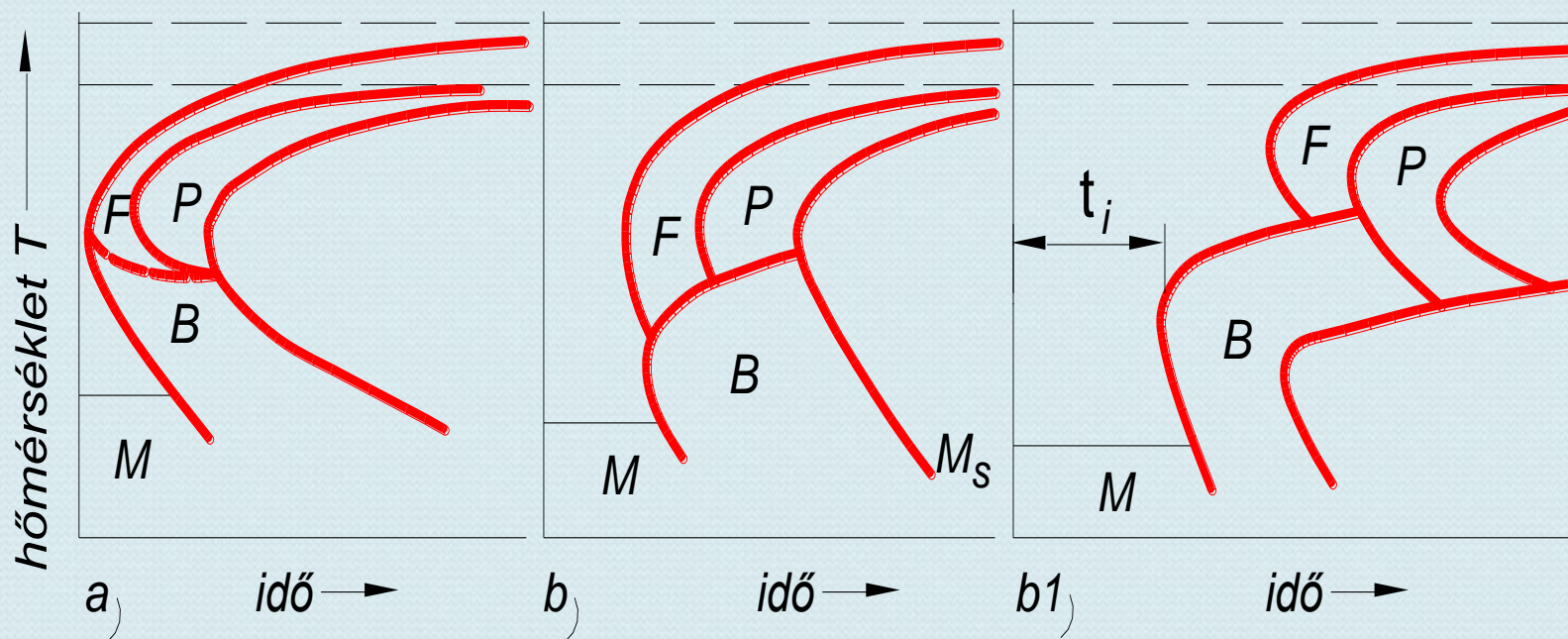


Az ötvözők *késleltetik* mind a diffúziós, mind a diffúzió nélküli átalakulást.

Az átalakulás kezdetét és befejeződését jelző görbéket eltolják *jobbra*.



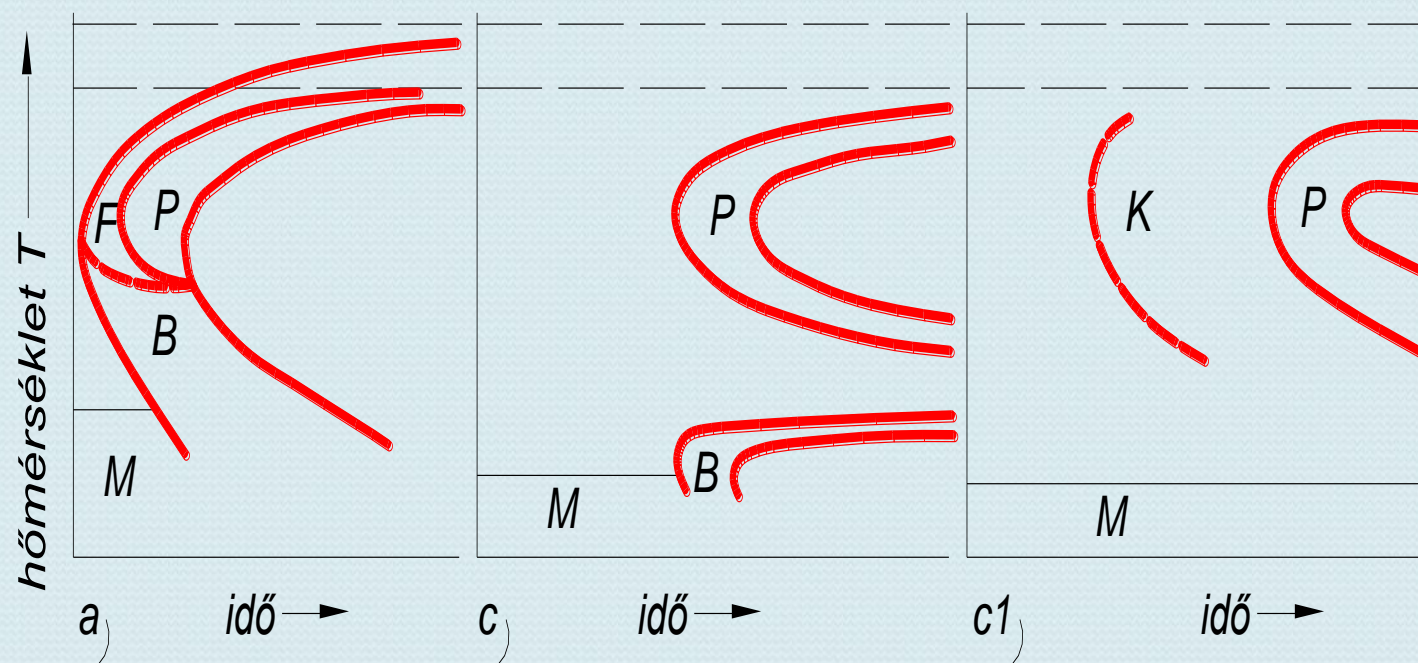
Az ötvözők hatása a folyamatos átalakulási diagramokra (alacsony ötvöző tartalom)



Bénites átalakulás nő



Az ötvözők hatása a folyamatos átalakulási diagramokra (magas ötvöző tartalom)

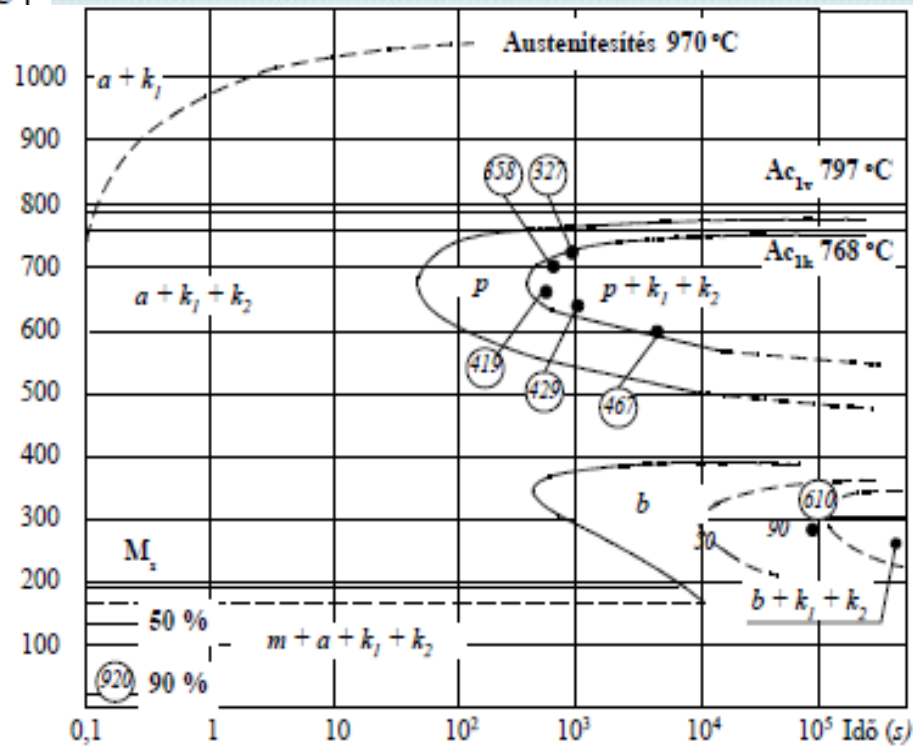
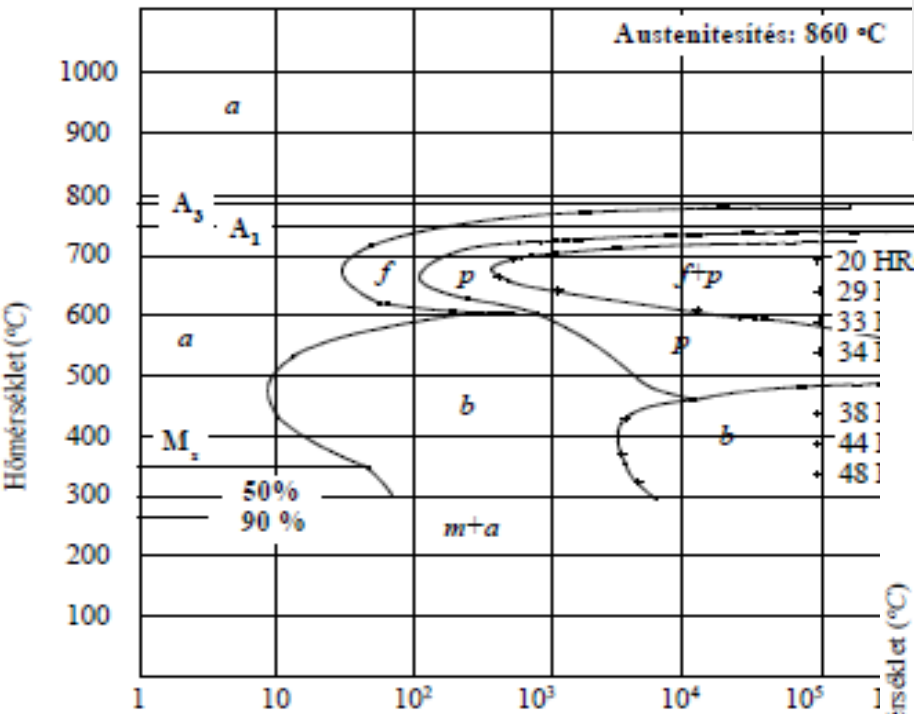


Karbidképzők szétválasztják, a perlites és bénites átalakulás tartományát



Gyengén ötvözött Cr 135 jelű acél

izotermás átalakulási diagramja



Cr-acél
izotermás átalakulási diagramja