



Mérnöki anyagok

NGB_AJ001_1

1. Ötvözők hatása
2. Szerkezeti acélok



Az ötvöző elemek kapcsolata

az alapfémmel

Szilárd oldatot képeznek

- **szubsztitúciós szilárd oldatot** alkotnak (Mn, Ni, Cr, Co, V)
- **interstíciós szilárd oldatot** alkotnak (N, B)

Fémes vegyületet képeznek (Fe₂N, Fe₄N), (FeAl₂), (FeSi), (Fe₃P, Fe₂P), (Fe₂Ti), (FeV), (FeCr), (FeMo), (Fe₂W, Fe₃W)

a karbonnal

Számos tulajdonság, pl. keménység,

kopásállóság szempontjából meghatározó jelentőségű

- a karbonnal soha nem képeznek karbidokat (Ni, Cu)
- más ötvözetekben képeznek karbidokat, az acélban soha (Al, Si)
- legfontosabbak a karbidképzők (Mn, Cr, Mo, W, Ti, V)



Az ötvözött karbidok legfontosabb jellemzői

- a karbidok keménysége **természetes keménység**
 - keménységüket lényegesen magasabb hőmérsékletig megtartják, mint a martenzit.
- stabilitásuk függ
 - a rácsszerkezettől (legstabilabb a köbös karbid)
 - a képződési hőtől (minél nagyobb annál stabilabb)
 - az olvadáspontjuktól (minél magasabb annál stabilabb)



Ötvözött karbidok jellemzői és stabilitási sorrendje

A karbidok			
jele	rács- szerkezete	olvadáspontja T, °C	keménysége HV
Fe ₃ C	rombos	1250	900
Mn ₃ C	rombos	1050	1100
Cr ₃ C ₂	rombos	1890	1300
Mo ₂ C	hexagonális	2690	1500
Cr ₇ C ₃	hexagonális	1665	2100
WC	hexagonális	2850	2400
W ₂ C	hexagonális	2860	3000
Cr ₂₃ C ₆	köbös	1550	1650
VC	köbös	2810	2800
TiC	köbös	3140	3200

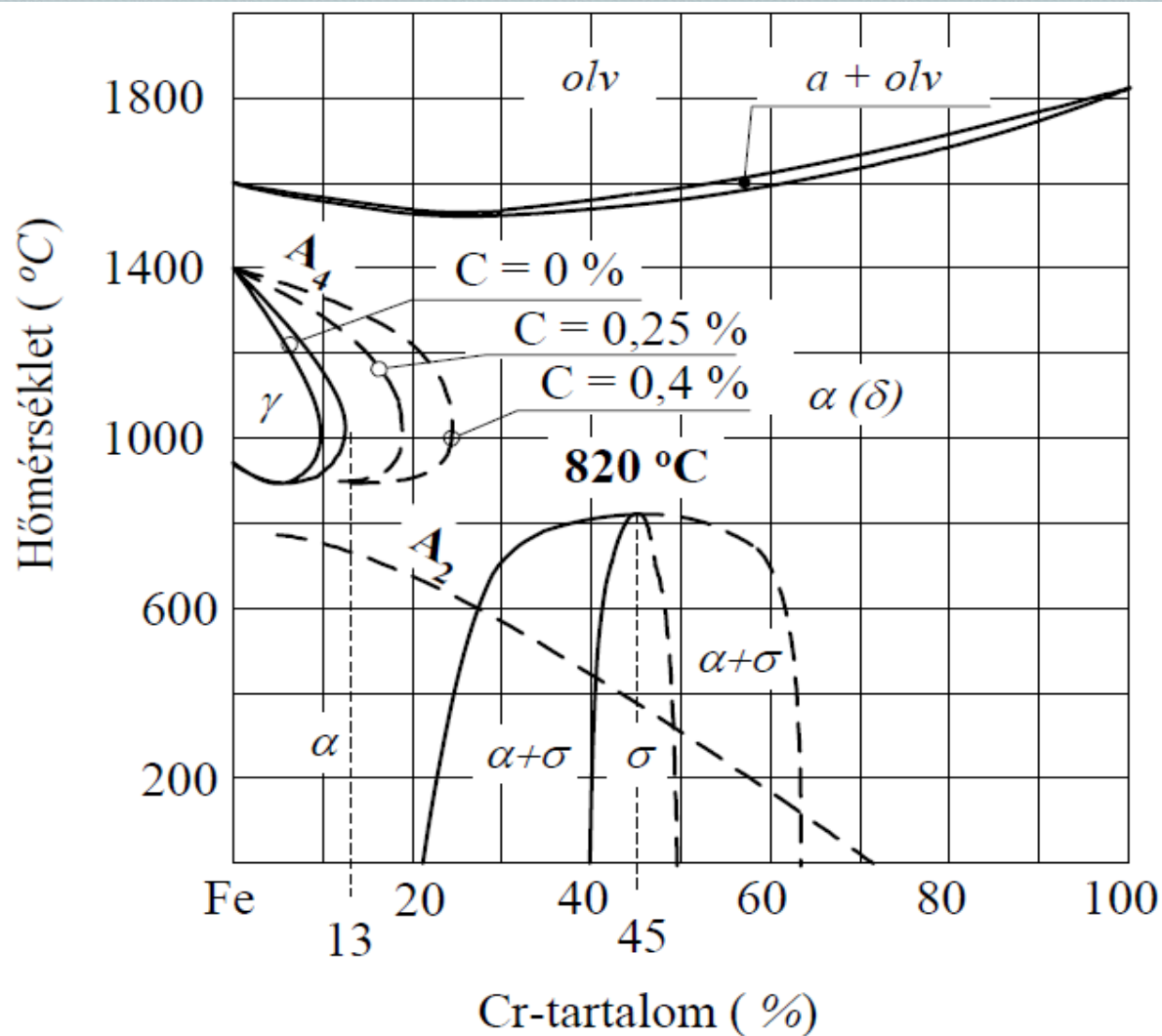


A Cr mint ötvöző hatásai

- a Cr az acélok egyik **legszélesebb körben** alkalmazott ötvözője: „a kémiai tulajdonságok ötvözője”
- **ferritképző** ötvöző,
- zárt γ -mezőt hoz létre (a C tartalom növekedése tágítja)
- jellegzetes szöveteleme a 42 % Cr-nál keletkező, ún. σ -fázis: rendezett rácsú szilárd oldat
a fémes vegyületekre jellemző rideg viselkedés jellemzi



A Fe - Cr egyensúlyi diagram





A Cr, mint a kémiai tulajdonságok ötvözője

A sav- és korrózióálló acélok (erőteljesen passzíváló hatású, védőoxidréteg)

– **ferrites korrózióálló Cr-acélok**

X8Cr13 – X10Cr17

– **perlit-martensites korrózióálló Cr-acélok**

X20Cr13 – X105CrMo17

– **austenites korrózióálló Cr-acélok**

X10CrMnNi – X6CrNiTi1810



A Cr számos szerkezeti és szerszámacél fontos ötvözője:

- nagy vegyrokonsága a C-hoz, N-hez és O-hez
 - oxidok, nitrdek, karbidok képződése,
 - finomszemcsés acél biztosítása
- a karbidok egész sorozatát képezi
 - nagy természetes keménység,
 - magas hőmérsékletig megmaradó kopásálló karbidok
- az átedzhetőség növelése a kritikus hűtési sebesség csökkentésével, a levegőn is (tehát nagyon lassan, a belső feszültségeket feloldódásával) tökéletesen beedződik.



A Cr hatása a kritikus hűtési sebességre

Króm tartalom	A martensites átalakulást jellemző idő	A kritikus hűtési sebesség	
Cr, %	t_m, s	$v_{krit}, ^\circ C/s$	viszonyszám
0,15	1,5	270	1
1,02	8,0	50	1/5
1,70	50,0	8	1/30
13,00	600,0	0,67	1/400

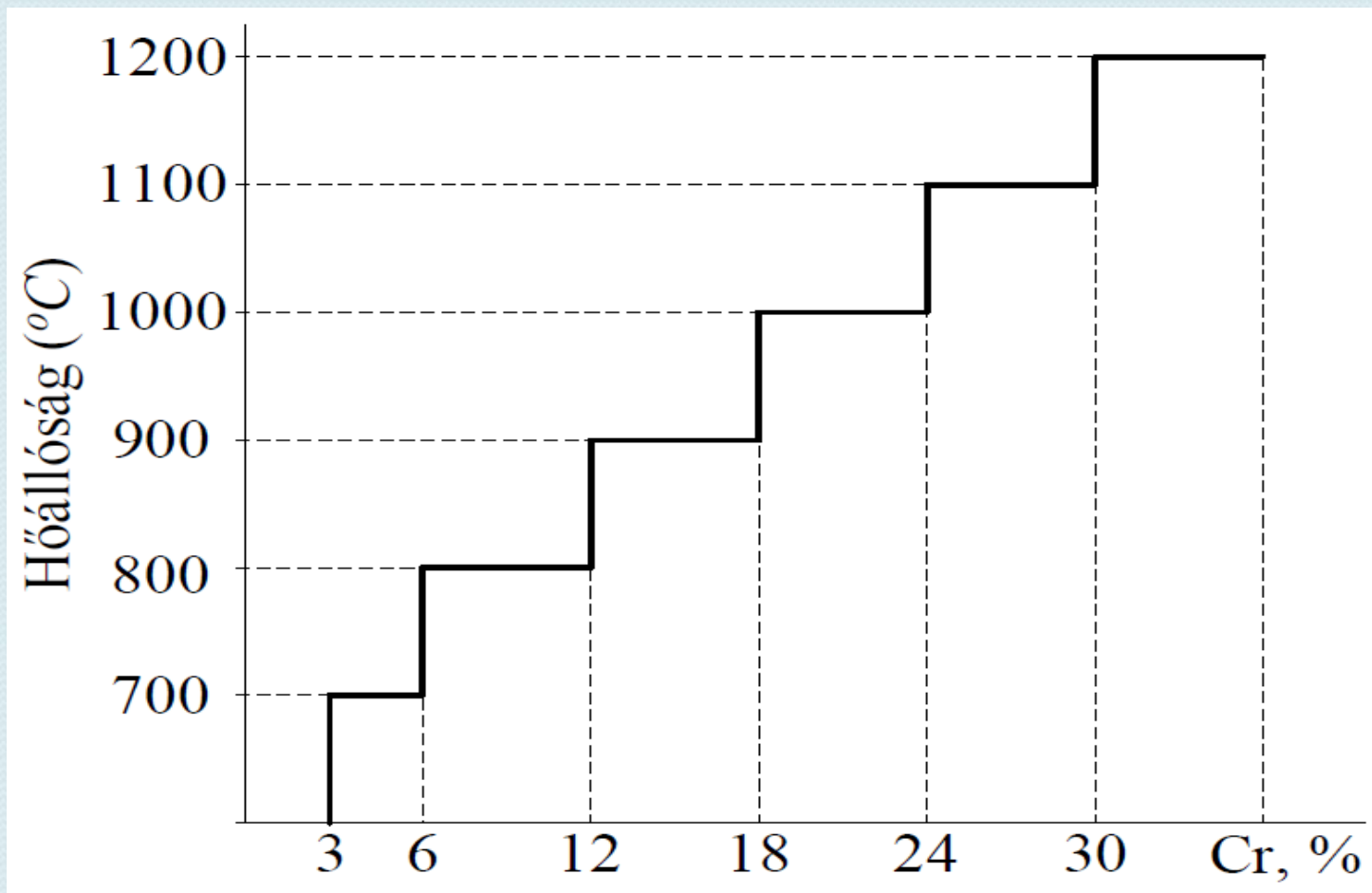


Cr-acélok további alkalmazási területei

- **Betétben edzhető és nemesíthető szerkezeti acélok**
 - hőerőgépek nagy hőszilárdságú elemei
 - nagy hőterhelésnek kitett alkatrészek
 - különféle golyóscsapágy acélok
(C=1 %, Cr=1,5 %)
- **nagy keménységű, kiváló kopásállóságú szerszámacélok**
 - ledeburitos Cr-acél
(C=2 %, Cr=12 %)



A Cr-acélok hőállósága





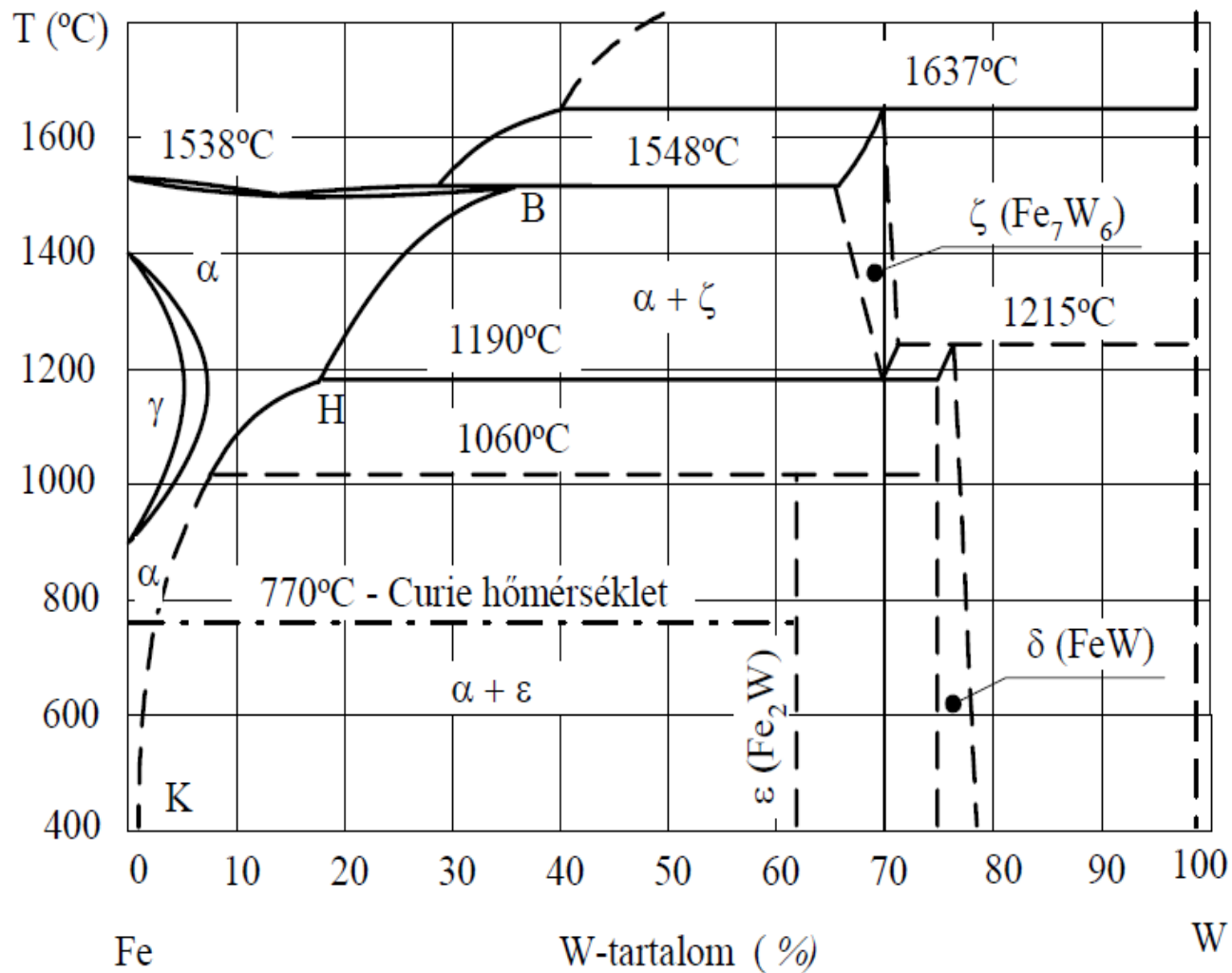
A legmagasabb olvadáspontú fém (3380°C).

Ötvöző hatásai sok tekintetben a Cr hatásához hasonlóak:

- a γ -mezőt **szűkíti** és részben nyitott α -mezőt hoz létre, $\gamma \rightarrow \alpha$ átalakulás csak **$W < 8 \%$** , nagyobb **W-tartalmú acélok nem edzhetők.**
- növeli a megeresztés-állóságot és a **hőszilárdságot**
- a **C mennyiségének növelése** tágítja a γ - mezőt, ezzel az **edzhetőség határát is kitolja.**
- karbidképző** \rightarrow a szerszámacélok egyik legfontosabb ötvözője a forgácsolószerszámok éltartóságukat közel 600°C-ig megőrzik.
- a **gyorsacélok** egyik legfontosabb ötvözője
- klasszikus példa: HS 1-18-4-1



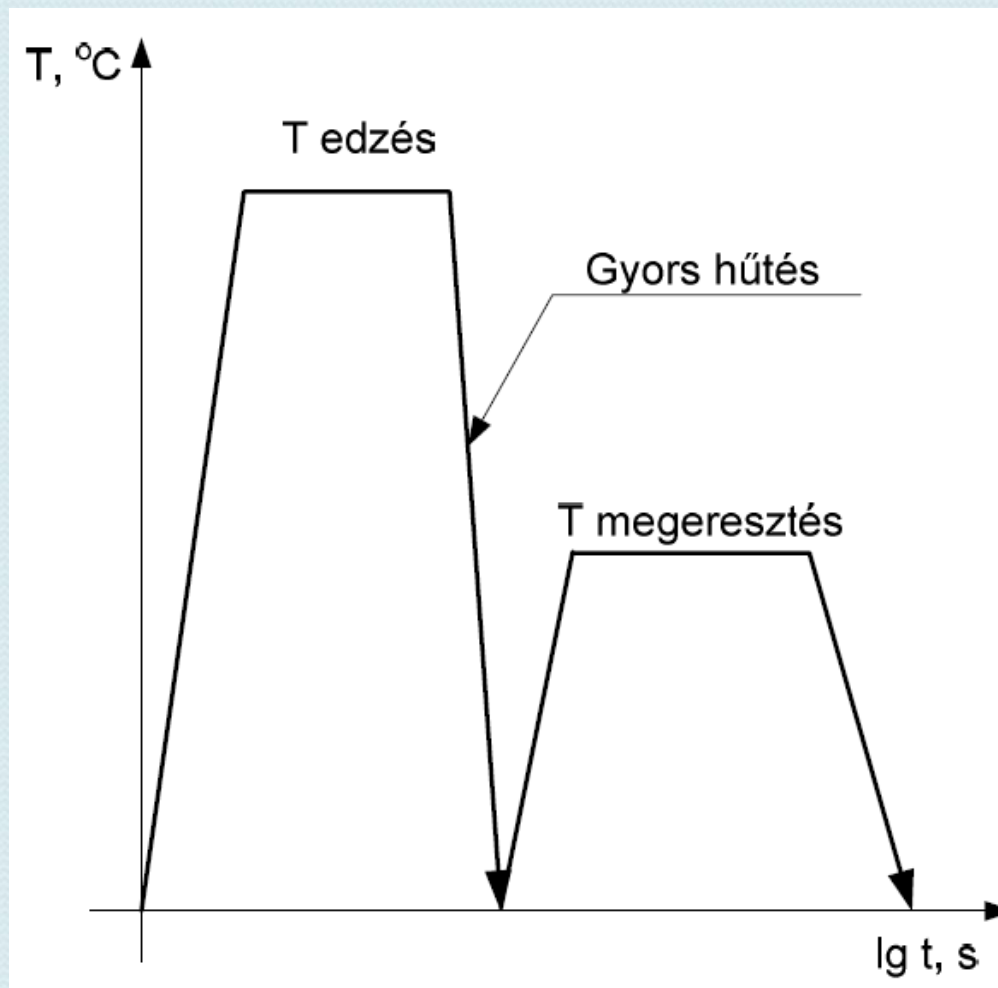
A Fe-W kétalkotós egyensúlyi diagram





A gyorsacélok kiválásos keményítő hőkezelése

- Nagy hőmérsékletű, $T = 1250 - 1290$ °C-ról elvégzett **edzés**
- nagy hőmérsékletű, $T = 550$ °C-on elvégzett **megeresztés** (kiválásos kikeményítés)





Az edzés paramétereit és jellemzőit

- **Felhevítés** az edzési hőmérsékletre **több** (rendszerint három) **lépcsőben** (rossz hővezető-képesség)
- az edzési hőmérsékleten **néhány perces hőntartás** is elegendő
 - a nagy hőmérséklet miatt **gyors ausztenitesedés**
 - az ausztenit szemcsedurvulását a jelenlévő **primer karbidok** megakadályozzák
- az erősen jobbra tolódott átalakulási diagram miatt **olaj**, esetleg a **levegőn** való hűtés is megfelel a nagy keménységű **martenzites szövet** eléréséhez



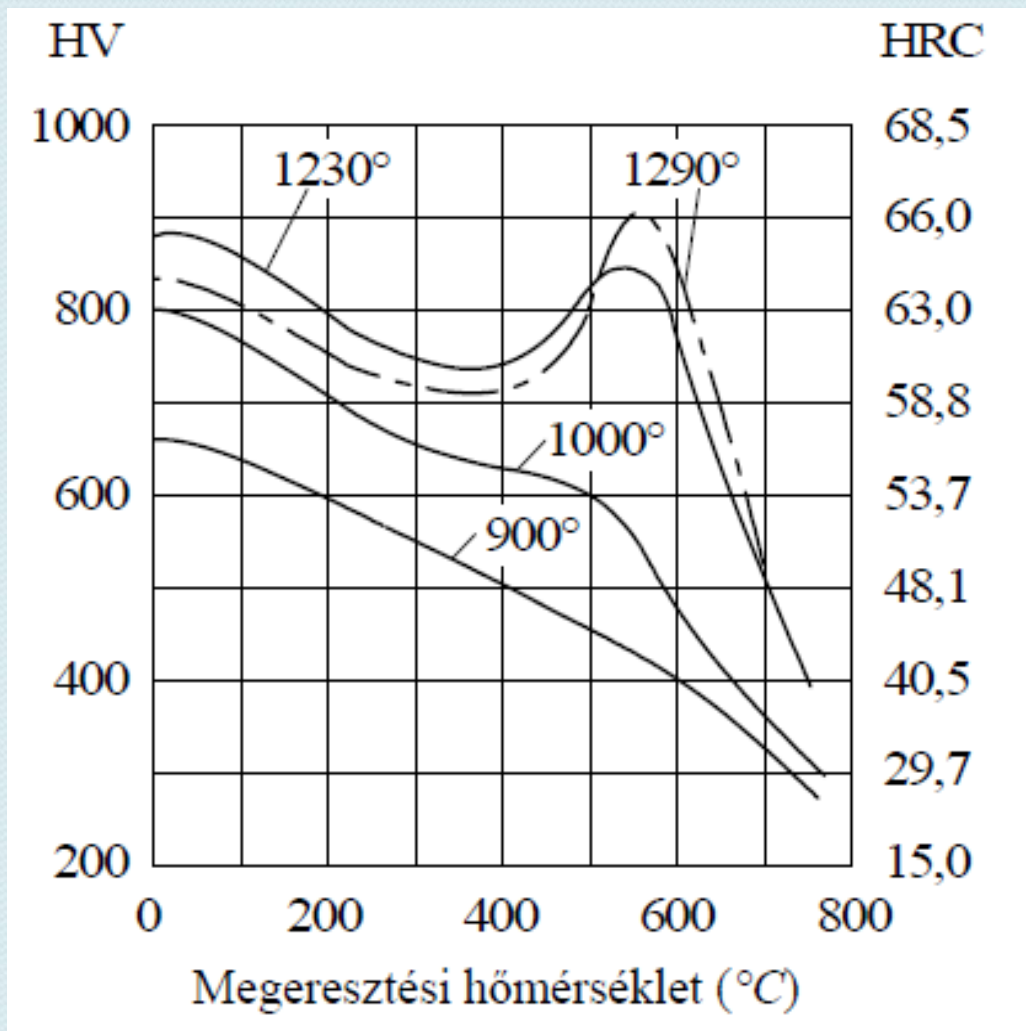
A megeresztés paramétereit és jellemzői

Nagy hőmérsékletű ($T \geq 550 \text{ }^\circ\text{C}$) megeresztés, jellegzetessége az ún. **másodlagos kikeményedés**

- a nagy keménységű ötvözött **karbidok** (k₂-karbidok) **kiválásának** tulajdonítható
- helyesen megválasztott edzési és megeresztési paraméterek esetén az elért keménység-növekedés az **edzési keménységet is meghaladja**
- az ötvözött karbidok minél teljesebb kiválása érdekében rendszerint 2-3 szoros **0,5-1 órás megeresztés** biztosítja



Gyorsacélok megeresztési diagramja





Egyéb acélötvözők jellemzői

Az acélok további fontos ötvözői

Molibdén

Vanádium

Titán

Nióbium

Bór

Szilícium

Alumínium



- Ötvözetei a W -acélokéhoz hasonló állapotábra szerint kristályosodnak.
- A Mo is megoszlik az α -vasban és a **Mo -karbidokban**, valamint kettős karbidokban.
- Hatása a **megeresztés állóság**, és a hőszilárdság fokozása. Ezért **hőszilárd acélok** 14-15 % Cr mellett **0,5 % Mo -t** is tartalmaznak.
- A Mo -t önmagában acélötvözésre nem használják, hanem csak **járulékos ötvözőként**
 - a $CrNi$ acélokba a megeresztés állóság növelésére,
 - a 18/8 ausztenites $CrNi$ acélokba a kénsavval és klórmésszel szemben való ellenállás fokozására, valamint
 - a gyorsacélokba a megeresztés-állóság fokozására.



- Bezárja a γ -mezőt
- FeV fémes vegyületet, V_4C_3 karbidot képez.
- Metallográfiai hatásai:
 - szemcsefinomítás,
 - erős dezoxidálás és nitrid képzés. járulékos ötvöző
- Erős oxigén- és nitrogén-affinitás - nemesacélkohászatban alkalmazzák, mint csillapító és mikroötvöző szert.
- Nitridképző hatás - a nitridálható acélok ötvöző anyaga
- **Főleg szerszámacélok** járulékos ötvözője, jól dezoxidált tömör, finomszemcsés és így szívós acélt.



Titán és a Nióbium

- **Karbidképző és szemcsefinomító hatású**
- A Ti -nak igen nagy az affinitása az O -hez és N -hez, tehát ez a legerősebb dezoxidáló és denitráló acélötvöző.
- Oxidja könnyen salakba megy és így a ferrotitánnal csillapított acél salakmentes.
- Nagy nitrogén-affinitása miatt alkalmazzák szerkezeti acélok mikroötvözésére a szilárdság növelése céljából.
- Affinitása a karbonhoz jóval nagyobb, mint a Cr -é. (18/8 $CrNi$ szemcsehatár-korróziójának elhárítására)
 - A szemcsehatár-korrózió elhárítására
 - $Ti = 5 \times C \%$
 - $Nb = 10 \times C$



- A bór a legújabb időkben előtérbe került acélötvöző,
- különlegessége, hogy belőle az összes ötvöző anyag közül a legkisebb mennyiség adagolása is **erőteljesen növeli az átedzhetőséget** és ezzel a nemesíthetőséget.
 - Már 0,0005 % bór is hatásos, a szokásos ötvöző anyag tartalom 0,0025 %.
 - A nagy keresztmetszetű acélok ötvözésére bevált

Hátránya

- a bórral való ötvözés gyakran a mechanikai tulajdonságok "megmagyarázhatatlan" szórását okozza,
- hatása a C-tartalommal csökken.



- Affinitása az oxigénhez nagyobb, mint a vasé,
⇒ az acélok csillapításának legfontosabb eszköze.
(az „öregedést” okozó **szabad oxigén – elvonására használják.**)
- A *Si*-ot 1-3 % között **szerkezeti acélok** ötvözésére használják. Egyik leggyakoribb felhasználási területe a **rugóacélgyártás.**
- **3,6-4,4 %** a **transzformátor lemezek** szokásos *Si*-tartalma, amely a watt-veszteséget csökkenti.
- **15% *Si*-tartalom** felett keletkező Fe_3Si_2 a forró kénsavnak és salétromsavnak is ellenáll ⇒ **salétromsav és kénsav besűrítők** gyártására 15-18 % *Si*-tartalommal



Si ötvöző alkalmazása

- A **grafitkiválást** elősegíti, ezért a grafitos szürkevas fontos ötvözője.
- Ez a tulajdonsága a szerkezeti acélokban az *A1* hőmérséklet körüli izzításnál bekövetkező grafitkiválás miatt a "*fekete törés*" veszélyét okozza,
 - ezért a **szilíciumos szerkezeti** acélok igen gondos és óvatos hőkezelést igényelnek.
 - **Izzításukat** a szükséges **hőmérsékletköz alsó határán**, a szükséges **legrövidebb ideig** kell végezni.



Alumínium

- Az Al az α -vasban 15 %-ig oldódik, a γ -mezőt szűkíti.
- Az **acélgyártásnál** az O -hez és N -hez való nagy affinitását használják fel (**dezoxidálás**)
- alumíniumoxid csírák –**finomszemcsés** acélt.
- leköti a szabad nitrogént és a lágyacél **öregedését**,
elridegedését **megakadályozza**.
- mikroötvözőként is alkalmazzák.
- 1-1,5 % Al : nitridálható acéloknál (AlN)
- 1-3% Al : hőálló Cr -acélokhöz ötvözve hőállóság növelő.
- 8-15% Al : igen erős $Al-Ni$ és $Al-Ni-Co$ állandó mágnesek.



Az acélok szennyezői

- Az acélok szennyező anyagai azok a nem kívánatos elemeket, amelyek a gyártási folyamat (nyersvasgyártás, acélgyártás, további feldolgozás) során akaratunk ellenére kerül az acélba.
- Ilyen szennyező anyagnak számíthatjuk
 - a nitrogén
 - az oxigén
 - a hidrogén
 - a foszfor és
 - a kén elemeket.



Nitrogén az acélban

- A nitrogénnek az acélgyártás során az acélba kerülő mennyisége általában csekély (0,001-0,03 %).
- Ötvözés útján az acélba vihető mennyisége 0,2-0,3 %.
- Nitridálás során szándékosan ötvözzük az acélba ezáltal – kiváló felületi jellemzőkkel (nagy keménységgel, jó kopásállósággal és kedvező csúszási tulajdonságokkal rendelkező felületi réteget tudunk előállítani.)
- *A N* tehát lehet káros szennyező anyag, de lehet hasznos ötvözőelem is.



A *N* mint káros szennyezőanyag

- Az *O*-nel együttesen az acél ún. *öregedését* és *lúgos* (vagy szódás) *elridegedését* okozza.
- **Öregedés:** a ferrites lágyacél elridegedése
 - az acél alsó és felső folyáshatár-különbségének növekedése,
 - az acél nyúlásának csökkenése jelzi.
- A lágyacéloknak öregedésének oka:
 - a szabadon mozgó *N*-atomok a rendszer energiatartalmának csökkentésére a diszlokációs helyeken gyűlnek össze, mintegy reteszelik azokat és a képlékeny alakításhoz szükséges mozgásukat gátolják.
 - **A 0,004 %-nál nagyobb *N*-tartalmú acél öregedésre hajlamos.**



Az öregedés kimutatása

- A lágyacél öregedési hajlamát ún. **mesterséges öregítő próbával** ellenőrzik. Ennek lényege:
 - 10 %-os mértékű képlékeny hidegalakítás után a lágyacél próbadarabot egy óráig 250 °C-on főzik. Az alakítást a diszlokációk számának növelése, a hevítést a diffúziós folyamat gyorsítása miatt alkalmazzák.
 - Az ilyen mesterségesen **öregített állapotban végzett fajlagos ütőmunka** vizsgálat eredménye az eredeti állapotban kapott fajlagos ütőmunkához képest az acél **öregedési hajlamával arányos csökkenést mutat.**



A lúgos elridegedés

- A **szemcsehatár-maródás** (korrózió) az öregedésre hajlamos, *N*-nel és *O*-nel szennyezett acéloknál, főleg **kazánlemezeknél**.
- Az ilyen lágyacélok húzófeszültségi állapotban meleg **lúgok, vagy sóoldatok** maró hatásának kitéve, **törékenyekké válnak** és a feszültségek hatására a szemcsehatárok mentén tovaterjedő, sokszor az **egész keresztmetszeten átmenő repedést** szenvednek.
- Ilyen jelenségek a kémiai iparban használt *lúgbesűrítő kazánoknál* és a szódával lágyított tápvízzel táplált *gőzkazánoknál* fordulnak elő.



Az öregedés és a lúgos elridegedés elhárítása

- Mindkét káros jelenség megelőzésére Al -mal való kezelést, ún. *csillapítást* alkalmaznak.
 - A folyékony acélba Al -ot adagolnak.
 - Az Al -nak egyaránt igen nagy a vegyrokonsága az O -hez és a N -hez, így azokat állandó vegyületek, Al_2O_3 és AlN alakjában leköti,



A Nitrogén mint hasznos ötvözőelem

- A N mint hasznos ötvözőelem több területen is szerepel:
 - **nitridálásnál**, felületi keménységet adó diffúziós ötvözőelem,
 - mint a γ -mezőt tágító ötvözőelem, amely minőségében **0,2 % N** 2-4% nikkelt helyettesíthet az **ausztenites $CrNi$ acélokban**.
 - **Normalizált szerkezeti acélokban** elsősorban V -mal Nb -mal stabil **nitrideket képez**:
 - így, mint mikroötvöző egyrészt növeli az acél szilárdságát,
 - másrészt megakadályozza a szemcsedurvulást.



Oxigén az acélban

- Az oxigén az acélban kétféle alakban fordul elő
 - oldott állapotban a ferritben és
 - kötött állapotban, mint oxid-záródmány.
- *N*-nel együtt - öregedés és lúgos elridegedés előidézése.
- Kis hőmérsékleten olvadó oxid-záródmányok kovácsolás közben fellépő **vöröstörést** okozhatnak éppúgy, mint a *Fe-FeS* eutektikum.
- Károsak a nagy hőmérsékleten olvadó oxid-záródmányok is,
 - soros, vagy szálas szerkezetet okoznak
 - a szálas szerkezetű hengerelt acél szilárdsági, és főleg nyúlási tulajdonságai keresztirányban kisebbek, mint hosszirányban.



Hidrogén az acélban

- Oldott é elnyelt gáz állapotban (H_2) is jelen van és **minden körülmények között káros szennyezőnek számít.**
- Az acél H_2 elnyelő képessége a hőmérséklettel csökken és így dermedés közben a korábban elnyelt H_2 nagy részét, kb. felét kilöki.
- A megszilárdult acélból a benne rekedt H_2 gáz kiszabadulni igyekszik. Távozását $200\text{ }^\circ\text{C}$ -ra való hevítéssel lehet elősegíteni.
- **Az elnyelt H_2 az acélt ridegíti, nyúlását erősen csökkenti.**
- H_2 -t vehet fel az acél az újrakristályosító izzítás után alkalmazott, a revét eltávolító pácolás, savmaratás közben is.
 - Következménye: a pácridegség, elkerülése:
 - néhány napos pihentetés, vagy
 - $200\text{ }^\circ\text{C}$ -on ki kell főzni



A Hidrogén további kedvezőtlen hatásai

- Sok acélnak, elsősorban a krómnikkel- és króm-acéloknál fordul elő az ún. *pelyhesség*, vagy *fénylő foltosság*,
 - a helyenként összegyűlő és a nagy feszültség alatt távozni igyekvő, de bezárt H_2 repesztő hatása folytán keletkezik
 - a törésfelületen kerek, fényes foltok alakjában jelentkezik
- A H -nek káros hatása még az acélra az erős C -elvonó hatása
- A hidrogénnek jelentős szerepe van az acélok hegesztésénél is:
 - a hidrogén növeli a **varratok szomszédságában keletkező repedések veszélyét**. A varratba kerülő hidrogéntartalom a hegesztő elektródák lényeges jellemzője.



- A foszfor általában szennyező anyagnak számít, mert
 - az **ütőmunkát**, tehát a **szívósságot** már 0,1%-nál kisebb mennyiségben is nagyon **rontja**.
 - Szerkezeti acélokban megtűrt felső határát 0,05 %-ban adják meg.
- Alkalmazzák az ún. automataacélokban a **forgács törékennyé tételére**.
- Az **öntöttvasat hígfolyóssá** teszi, azért a vékony falú, tagozott öntvények adagjaiba ötvözőként is adják



- "**vöröstörés**" okozója (kovácsolás, hengerlés)
 - alacsony olvadáspontú, puha **vasszulfid** (FeS) az acélban a kristallitok között **hálószerűen kristályosodik** ki.
 - Oka: Kovácsoláskor ez a háló már alacsonyabb hőmérsékleten (985 °C-on) is megolvad és a kristallitok deformációjakor és elcsúszásakor **repedések kiindulásának a helye**.
 - A melegtörés 1200 °C körüli hőmérsékleten következhet be a hálós vas-szulfidnak az acélhoz képest alacsonyabb hőmérsékleten való dermedése miatt.
- A szabványos acélok **maximális kéntartalma 0,05%** lehet.



A vöröstörés , illetve a melegtörékenység csökkentése

- Mindkét törési veszedelem elkerülhető az olvadt acélnak **Mn-nal való kezelésével**.
- A Mn -nak a S -hoz való vegyrokonsága nagyobb lévén, ekkor inkább MnS (mangánszulfid) keletkezik, amelynek olvadáspontja ($1620\text{ }^{\circ}\text{C}$) nagyobb a vasénál.
- Ezen kívül nem hálósan, hanem pontszerű zárványok alakjában helyezkedik el az acélban és így nem okoz repedést.
- Hasznos ötvözője a S az automata-acéloknak, amelyekben $0,15\text{-}0,30\text{ }\%$ -ban ötvözve, a forgácsot törékennyé teszi és így a lágyacélnak automatákon való megmunkálását javítja. Az ilyen acél nem kenődik el a forgácsoláskor.



- Mn: dezoxidens, S – tartalom csökkentésére, 1,7 % felett ridegít
- Si: dezoxidens, ridegít
 - Si < 0,07 % csillapítatlan acél
 - Si > 0,12 % csillapított az acél
- S: vöröstörékenységet okoz, hegesztésnél kristályosodási repedést okoz
- O: ridegít, öregedést elősegíti
- N: öregedést okoz
- H: pelyhesedést okoz

Az ötvözők általában növelik az átedzhető átmérőt

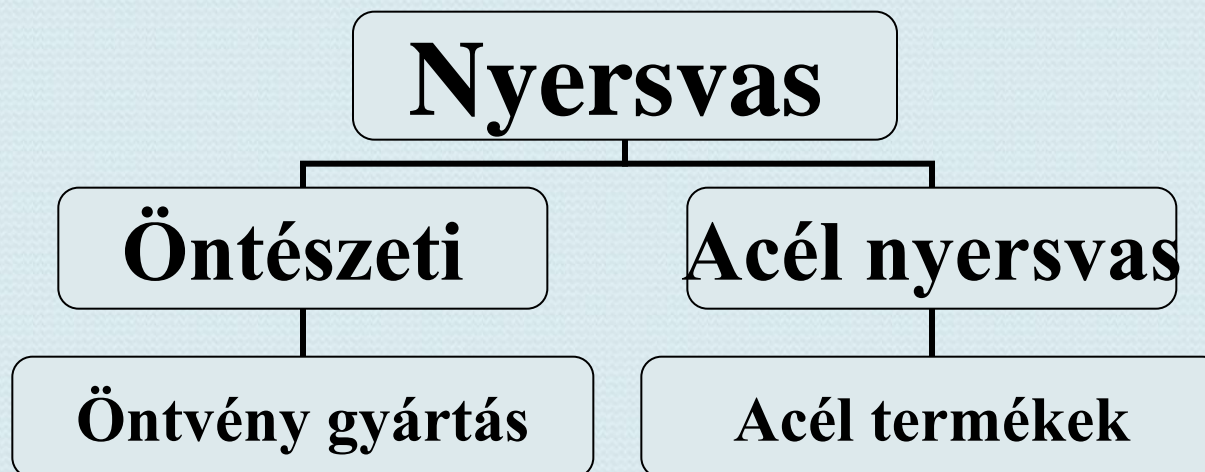


Szerkezeti anyagok

Ipari vagy szerkezeti anyagoknak a technikailag hasznos tulajdonságú anyagokat nevezzük.



Vas alapú ötvözetek



	C%	Mn%	Si%	S%	P%
Öntészet	3,5-4,0	<1,0	1,5-3,0	<0,06	0,3-2,0
Acélnyersvas	3,5-4,5	0,4-1,0	<1	<0,04	0,1-0,3



ACÉLOK

- Az acél túlnyomórészt vasat, általában 2 % -nál kevesebb korbont, valamint egyéb elemeket tartalmazó anyag.
- Az acél általában képlékenyen alakítható, míg az öntöttvasak nem.



Acélminőségek felosztása

Ötvözetlen acélok

Alap-
acélok

Minőségi
acélok

Nemes-
acélok

00 | 90

01..07 | 91..97

10..18

Alkalmazási cél vagy vegyi összetétel

Ötvözött acélok

Minőségi
acélok

Nemes-
acélok

08..09

98..99

20..89

Vegyi összetétel



Alapacélok

- (BS=Basic Steel) minden olyan ötvözetlen acél , amelyre nincs előírva olyan minőségi követelmény , mely az acélgyártás során külön gondosságot igényelne.
- Jellemző összetétele: $C \geq 0,1\%$,
S ill. $P \leq 0,045\%$, továbbá a Mn-on és Si-on kívül nem tartalmaz egyéb ötvözőelemet. Mechanikai jellemzői:
 $R_m \leq 690 \text{ N/mm}^2$,
 $R_{eH} \leq 360 \text{ N/mm}^2$, $A \leq 26 \%$, $TTKV > 20 \text{ C}^\circ$



Ötvözetlen minőségi acélok

- (QS=quality steel) különleges gondossággal gyártott ötvözetlen acélok, melyeknél olyan követelményeket támasztanak, mint pl. a szemcseméret, a kén vagy foszfortartalom, hidegalakíthatóság, forgácsolhatóság stb.
- A S, ill. P \leq 0,035%.



- Az (SS=Special steel) nagyobb tisztasági fokozatú, mint a minőségi acél (pl. a S és a P $\leq 0,025\%$) a TTKV $\leq -50\text{ C}^\circ$, és garantált a felületi minőség, az elektromos vezetőképesség vagy egyéb speciális tulajdonság. Pl. P275, P355, P460, de az ötvözetlen szerszámacélok is nemesacélok.



Ötvözött minőségi acélok

- a $ReH > 380 \text{ N/mm}^2$, továbbá legalább 27J ütőmunkát szavatolnak -50 C° -on
- A $Mn \leq 1,8\%$, a $Cr, Ni, Cu \leq 0,5 \%$.
- Ilyenek a hegeszthető finomszemcsés acélok, a nyomástartó edények acéljai az elektronikai acélok, a sínacélok, a melegen vagy hidegen hengerelt lapos termékek, amelyeket hidegalakításra használnak.



- Az ötvözött nemesacélok mindazon acélok, amelyek nem tartoznak az ötvözött minőségi acélokhoz. Pl.
 - ⊙ Gépszerkezeti acélok,
 - ⊙ Golyóscsapágy acélok
 - ⊙ Korrózióálló-, saválló-, hőálló acélok
 - ⊙ Szerszámacélok stb.



Az acélok csoportosítása a felhasználás módja szerint

- **Szerkezeti acéloknak** nevezzük általában a $C < 0,6 \%$ C megfelelő szilárdság mellett kellő nyúlással és szívóssággal ($KV > 27 - 40 \text{ J}$) rendelkezők.
- **Szerszámacélok:** ebből készülnek az alakító és forgácsoló szerszámok. Fő jellemzőjük, hogy az igénybevételeket maradékalakváltozás nélkül viselik el, kopásállóak. Lehetnek ötvözetlenek vagy ötvözöttek, és tulajdonságaikat hőkezeléssel biztosítják.
- **Különleges acélok** valamilyen speciális tulajdonsággal rendelkeznek pl. hőállóság, korrózióállóság, savállóság stb. Erősen ötvözöttek.



Szerkezeti acélok tulajdonságai

Mechanikai tulajdonságok:

Folyáshatár, szívósság

Technológiai tulajdonságok:

Forgácsolhatóság, hidegalakíthatóság, hegeszthetőség

Felhasználástól függő tulajdonságok:

Korrózióállóság, hidegszívósság, melegszilárdság,
hőállóság

Fizikai tulajdonságok:

Hővezető képesség, hőtágulás, mágnesesség



Az acélok ötvözésének célja

- a mechanikai tulajdonságok megváltoztatása (szilárdság , szívósság kopásállóság stb. pl. Mn, Cr, V, Mo, Ni, stb.)
- fizikai tulajdonságok megváltoztatása (mágneses tulajdonságok pl. Ni és Si)
- korrózióállóság, savállóság, hőállóság pl. Ni és Cr



A gyakorlatban használt acélfajták



Általános rendeltetésű ötvözetlen szerkezeti acélok

- A karbon tartalom 0,13...0,2%
- A folyáshatár 235...355 között, a szakítószilárdság 350...690 MPa között változik, a nyúlás 24...10% között, az ütőmunka min. 27 J
- „Megszorításokkal” hegeszthetők, ezért átlagos rendeltetésű szerkezetek, alkatrészek készíthetők belőlük



Hegeszthető finomszemeléses szerkezeti acélok

- A karbon tartalom $0,13...0,2\%$ + mikroötvözők: Al; Nb; V; Ti; N; és a Zr.
- A folyáshatár $275...460$ között, a szakítószilárdság $360...720$ MPa között, a nyúlás $24...10\%$ között változik, az ütőmunka min. 27 vagy 40 J.
- Jól hegeszthetők, igényes szerkezetekhez valók



- Szabványos jelölés: acélonként változó, az összetételre, ötvözőkre utaló (pl. C10; 16MnCr5...)
Összetétel: karbon tartalom 0,07...0,3% + Mn, Cr, Mo, Ni ötvözők
- A tulajdonságok a kéregben és a magban különbözőek, cél a kemény kéreg és szívós mag
- Jól használhatók gépelemek gyártására (fogaskerék, tengely, csapágy persely, gömbcsukló, ...stb.)



Betétedzésű acélok

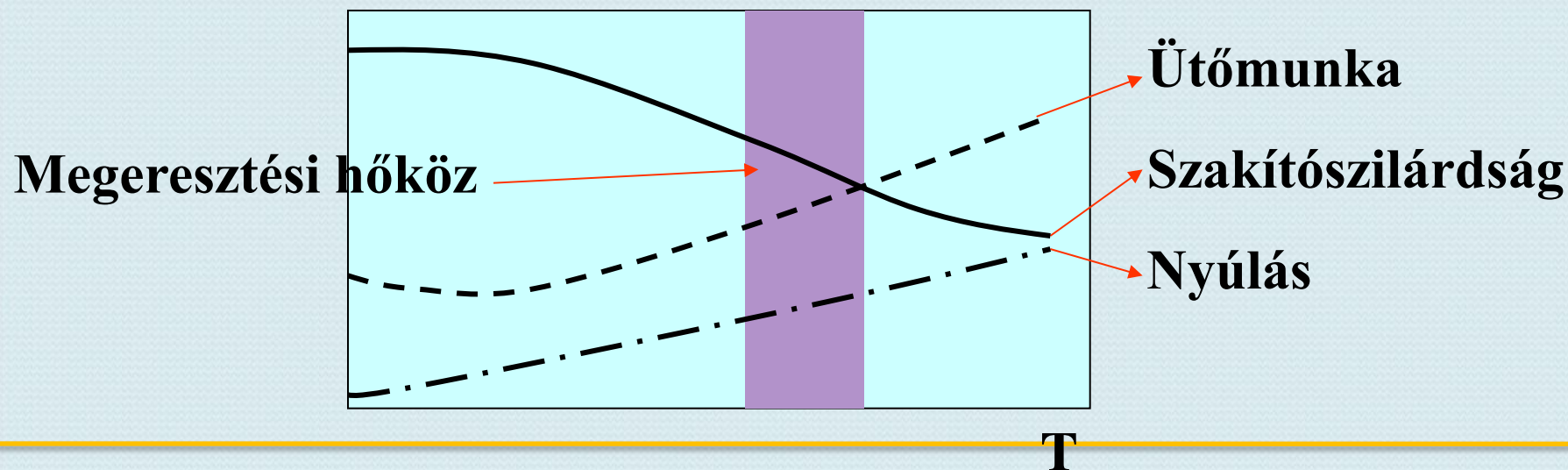
	R_{eH} [N/mm ²]	R_m [N/mm ²]	A [%]	Felhasználás
C 10E	700	400	13	Koptató igénybevételnek kitett közepes szilárdságú alkatrészek
C 15E	800	450	12	
17 Cr 3	900	520	10	
16 MnCr 5	1050	650	9	Fogaskerekek, csuklók, nagy magzilárdságú tengelyek
20 MnCr 5	1250	750	7	
20 MoCr 4	1050	650	9	
18 CrNiMo 7-6	1300	850	7	Nagy igénybevételű fogaskerekek



- Szabványos jelölés: acélonként változó, az összetételre, ötvözőkre utaló (C22; 50CrMo4...)
Összetétel: karbon tartalom 0,17...0,6% + Mn, Cr, Mo, Ni ötvözők
- A tulajdonságok a szelvény átmérő és a hőkezelés (edzés + megeresztés) függvényében különbözőek
- Jól használhatók dinamikus és szilárdsági igénybevételnek kitett gépalkatrészekhez



- Edzés: sikere függ az átedzhető szelvényátmérőtől
- Az edzett acél megeresztése: a tulajdonságok a megeresztési hőmérséklettől (és időtől – kb. 1-2 óra) függenek





Nemesíthető acélok

	$R_{p0,2}$ [MPa]	R_m [MPa]	A [%]	Z [%]	Felhasználás
C 35E ,C22R	700	430	17	40	Közepes vagy nagy igénybevételű alkatrészek, csavarok
C60E , C60R	920	580	11	25	
34 Cr 4	1000	700	12	40	
25 CrMo 4	1000	700	12	50	Nagy igénybevételű forgattyús tengelyek,
34 CrMo 4	1100	800	11	45	
50 CrMo 4	1200	900	9	40	Hajtómű egységek
34 CrNiMo 6	1300	1000	9	40	A repülőgép és járműipar összetett igénybevételű egységei
51 CrV 4	1200	900	9	40	



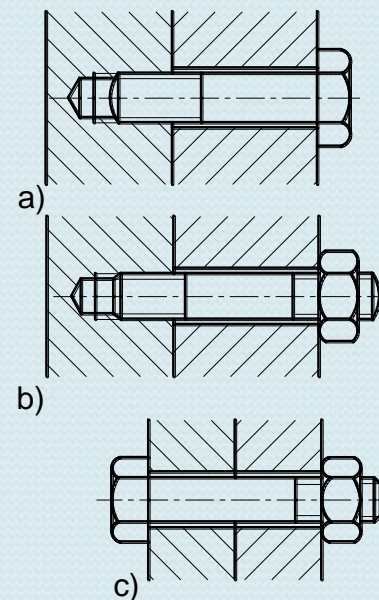
Nemesíthető acélok

Csavarok nemesített anyagminőségből

hidegalakítással készülnek

< 8.8 osztály	C10, C15, 16MnCr5
8.8 osztály	C35, 34Cr4
10.9 osztály	37Cr5, 41Cr4, 34CrMo4
12.9 osztály	34CrNiMo6, 30CrNiMo8

Osztály	6. 8	8. 8	9. 8	10. 9	12.9
R_m [N/mm ²]	600	800	900	1000	1200
$R_{p0,2}$ [N/mm ²]	480	640	720	900	1080
A [%]	8	12	10	9	8





A nitridálható acélok.

Nitridképző elemeket

alumíniumot(Al),

krómot(Cr),

molibdént(Mo),

vanádiumot(V) tartalmazznak.

A nitridálás nitrogént leadó sófürdőben, vagy gázközegben történik.

Célja, egy legalább 0,5mm vastagságú kopásálló felületi réteg kialakítása.



Melegszilárd, hőálló acélok

Magas hőmérsékleten történő hosszú idejű használatra. Pl.: vegyipari berendezések, gázturbinák, kazánok.

400°C-ig, ötvözetlen Mn-acélok, növelt tartósfolyáshatárú hegeszthető acélok (Mn, Ni, Mo ötvözésűek pl.:

20MnMoNi5-5)

400°C-550°C-ig alsó résznél alacsony ötvözésű acélok

15Mo3, 13CrMo4-4, felső résznél Cr acélok

X20CrMoV12

600°C felett hőálló ausztenites acélok ***X6CrNiWNb16-16***



Hidegszívós acélok

Alacsony hőmérsékleten történő hosszú idejű használatra.

Pl.: hűtőipar, szállítótartályok.

Fontos: alacsony TTKV, jó hegeszthetőség!

-80°C-ig, ötvözetlen és alacsony ötvözésű finom szemcsés acélok normalizált vagy nemesített állapotban (Mn-acélok)

-80°C-(-200)°C-ig Ni és Mn ötvözésű acélok ***13MnNi6-3***

-273°C-ig Cr és Ni ötvözésű ausztenites acélok

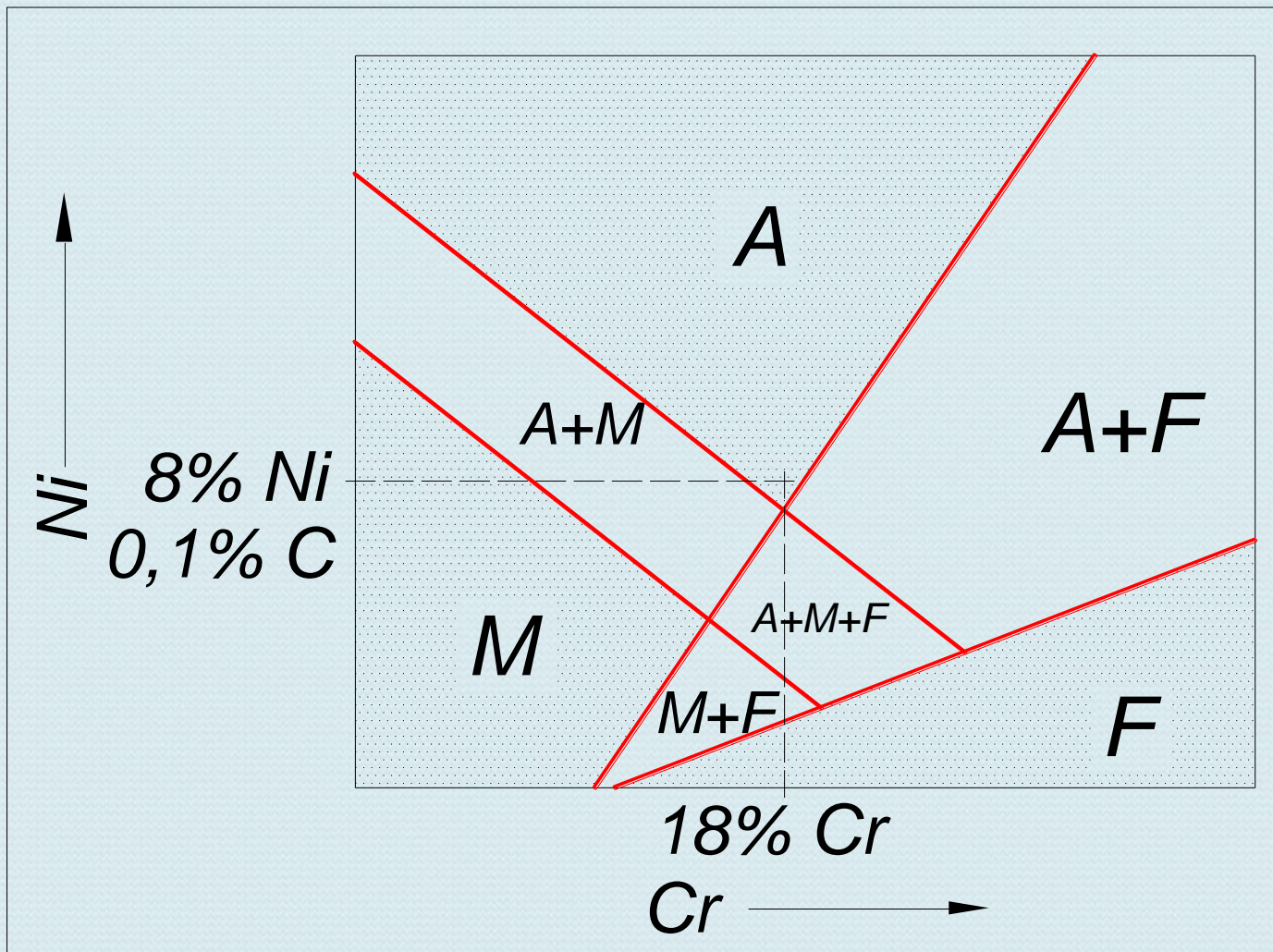


Különleges acélok (korrózióálló acélok)

- *ferrites Cr acélok* ($C < 0,1 \%$; $Cr > 12 \%$)
 - ⊙ A háztartásban, élelmiszeriparban, orvosi eszközök gyártására használják. Dinamikus igénybevételeknek jól ellenállnak, szívósak.
- *martenzites Cr acélok* ($C > 0,2 \%$; $Cr > 12 \%$)
 - ⊙ csak edzett illetve nemesített állapotban használhatók. Erős mechanikai igénybevételnek kitett alkatrészek, pl. orvosi műszerek, szikék, háztartási eszközök anyagai
- *ausztenites acélok* ($C \leq 0,12 \%$; $Cr \geq 18 \%$; $Ni \geq 8 \%$)
 - ⊙ edények, tartályok, orvosi, gyógyászati eszközök készítésétől a vegyiparban az élelmiszeriparban



Különleges acélok (korrózióálló acélok)





**KÖSZÖNÖM A
FIGYELMET!**