

M Ű E G Y E T E M 1 7 8 2

Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem

FÉMEK TECHNOLOGIÁJA

Ötvözött szerkezeti acélok

Dr. Palotás Béla



Anyagtudomány és Technológia Tanszék



Automata acélok

- Forgácsoló automatákon gyártott elemek,
 - Csavarok, csavaranyák
- Ötvözés a jó forgácsolhatóságot biztosítja
 $S = 0,15 \dots 0,35 \%$, $Pb = 0,15 - 0,35 \%$
- 11SMn 30, 11SMnPb 30, 11SMn 37, 11SMnPb 37
 \Rightarrow Nem hőkezelt
- 10S 20, 10SPb 20, 15SMn 13 \Rightarrow Betétben edzhető
- 35S 20, 35SPb 20, 36SMn 14, 36SMnPb 14,
38SMn 28, 38SMnPb 28, 44SMn 28, 44SMnPb 28,
46S 20, 46SPb 20 \Rightarrow Nemesíthető acélok



Hidegen alakítható acélok

- Képlékeny hidegalakításhoz (k_f alakítási szilárdság – maximalizált) – Hajlítás, mélyhúzás
- C08, C10, C15, 20Cr 4, 16MnCr 5, 18CrMo 4 \Rightarrow Betétben edzhető acélok
- C22, C35, C45, 34Cr 5, 38Cr 5, 41Cr 5, 26CrMo 5-1, 33CrMo 5-1, 42CrMo 5-1, 42CrV 5, 51CrV 5, 41NiCrMo 3-2-1, 30NiCrMo 6-6-2 \Rightarrow Nemesíthető acélok
- C10, C08, C06, C05, C02 \Rightarrow autókarosszéria lemezek



Nagy folyáshatárú, hidegen alakítható melegen hengerelt acél

- Normalizált vagy normalizáló hengerléssel készített acél
 - S260NC
 - S315NC
 - S355NC
 - S420NC
- Termomechanikus kezeléssel kezelt acél
 - S315MC
 - S355MC
 - S420MC
 - S460MC
 - S500MC
 - S550MC
 - S600MC
 - S650MC
 - S700MC

Acélok nyomástartó berendezésekhez

- SPH235J2, P235GH
- SPH265J2 (J2 = 27J – 20 °C - on), P265GH*
- SPHL275J5, P275N*
- P295GH*, P355GH*, P355 N*, P460N*

*: Melegszilárdság és ütőmunka szavatolt

P... NH ... -20 C ... 40 J

P... NL1 ... -50 C ... 27 J

P... NL2 ... -50 C ... 30 J



Spirálvarratos acélcsövek

- L290J0N
- L360K0N
- L420K0N
- L450K0N

⇒ $C_{\max} = 0,18 \dots 0,15 \%$ + Mikroötvözők
⇒ Jól hegeszthető acélok

Melegszilárd és hidrogén nyomásálló acélok

■ Gyengén ötvözött acélok 500 °C-on (σ_{105} időszilárdság)

■ 16Mo 3 \Rightarrow Mo ötv. 101 MPa

■ 13CrMo 4-5
 ■ 11CrMo 9-10
 ■ 10CrMo 9-10

Cr – Mo ötv.

■ 12CrMoVNi 10 235 MPa

■ 16CrMo 9-3 108 MPa

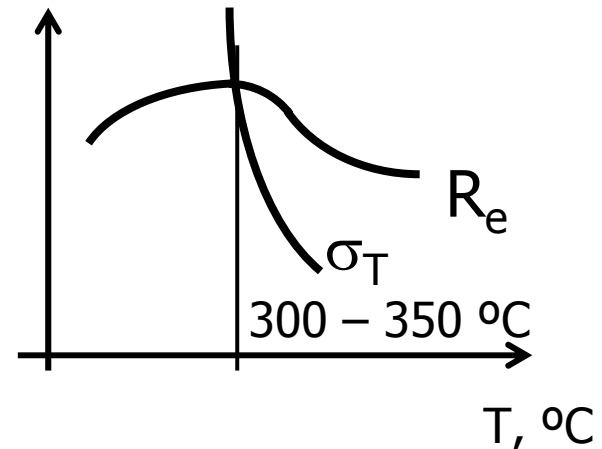
■ 12CrMo 20-5

■ 17CrMoV 10 Időszilárdság nő

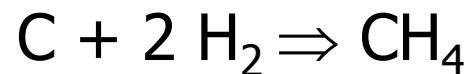
■ 20CrMoV 13-5

■ 24CrMo 10

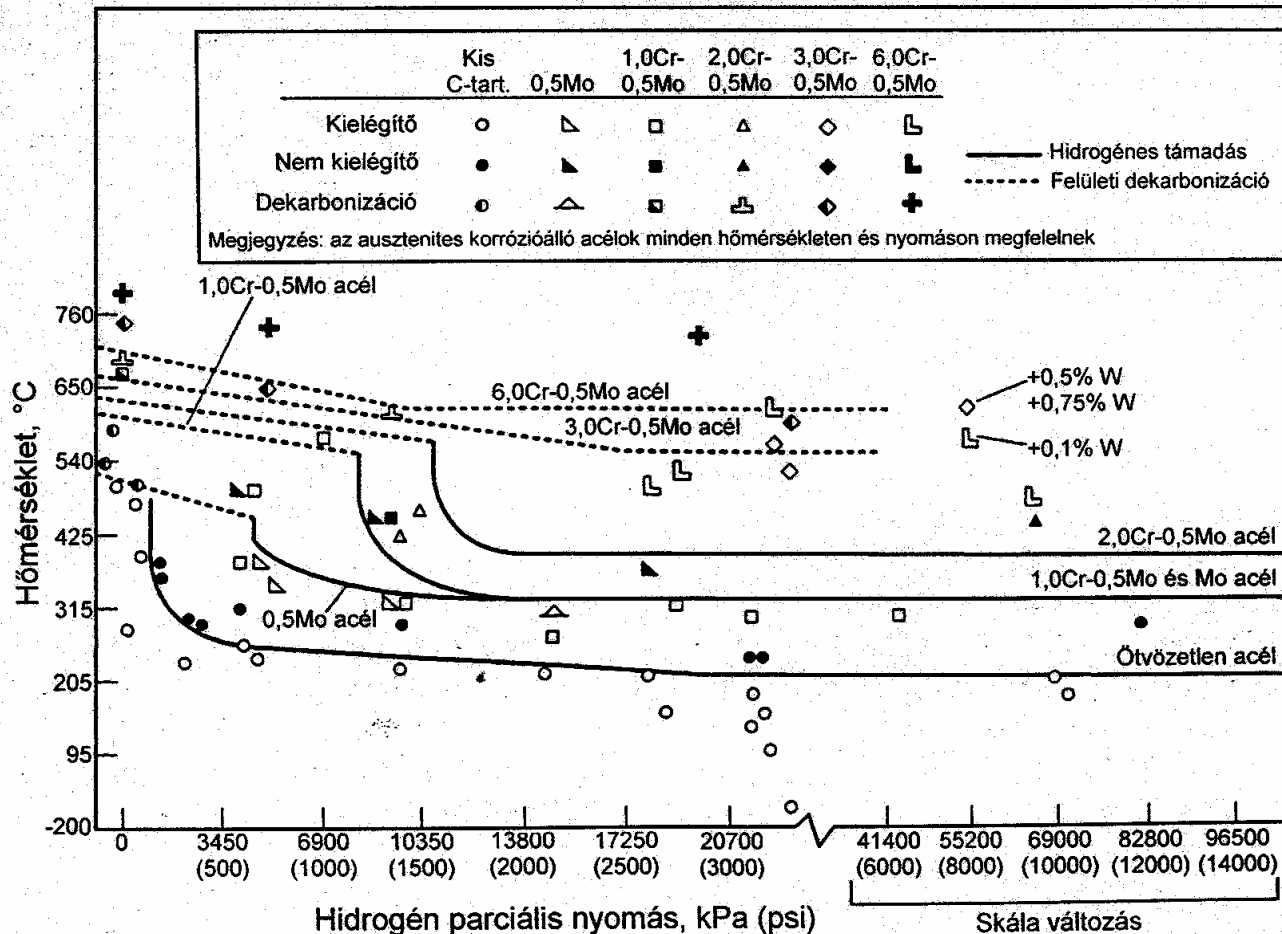
■ 21CrVMoW 12 147 MPa



Hidrogén nyomásálló álló acélok:



Az üzemi hőmérséklet és a hidrogén parciális nyomásának összefüggése





Erősen ötvözött kúszásálló acélok

■ Martenzites acélok:

- X10CrMoVNb 9-1
- X11CrMoWVNb 9-1-1
- X8CrCoNiMo 10-6
- X19CrMoNbVN 11-1
- X20CrMoV 11-1
- X22CrMoV 12-1
- X20CrMoWV 12-1
- X12CrNiMoV 12-3

600 °C, 215MPa

↓
550 C, 400 MPa

■ Ausztenites 121MPa, 600 °C

- X3CrNiMoBN 17-13-3
- X6CrNiMoB 17-12-2
- X6CrNiWNbN 16-16
- X5NiCrAlTi 31-20
- X8NiCrAlTi 32-21
- X8CrNiNb 16-13
- X12CrNiWTiB 16-13
- X12CrCoNi 21-20
- X6NiCrTiMoVB 25-15-2
- X8CrNiMoNb 16-16
- X8CrNiMoTiB 17-13
- X8CrNiMoVNb 16-13

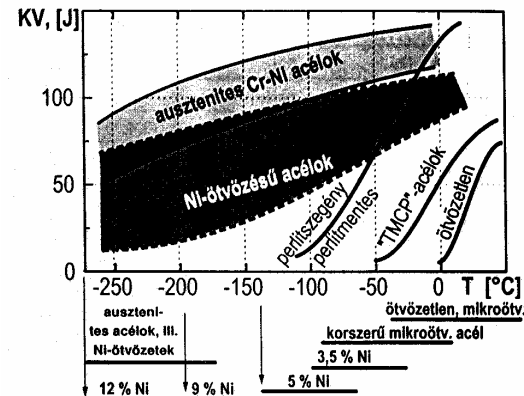
↓
147 MPa, 600 °C

Hidegszívós acélok

Norm.

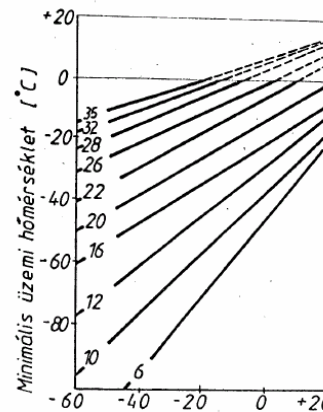
- 11MnNi 5-3
 - 13MnNi 6-5
-
- 15NiMn 6
 - 12Ni 14
 - 12Ni 19
 - X8Ni 9
 - X7Ni 9

TTKV \neq T üzemi

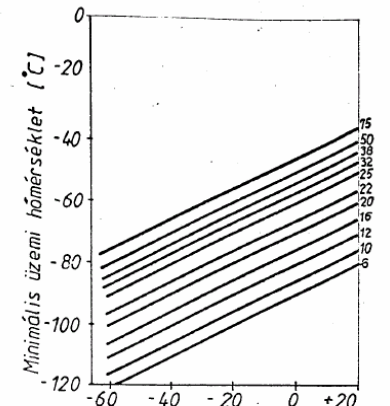


$X \geq 27 \text{ J}$ ha $Re \geq 235 \text{ MPa}$

$X \geq 40 \text{ J}$ ha $Re \geq 335 \text{ MPa}$



Átmeneti hőmérséklet TTKV_X [°C]
hegesztett állapot



Átmeneti hőmérséklet TTKV_X [°C]
hőkezelt állapot

50. ábra

Rugóacélok

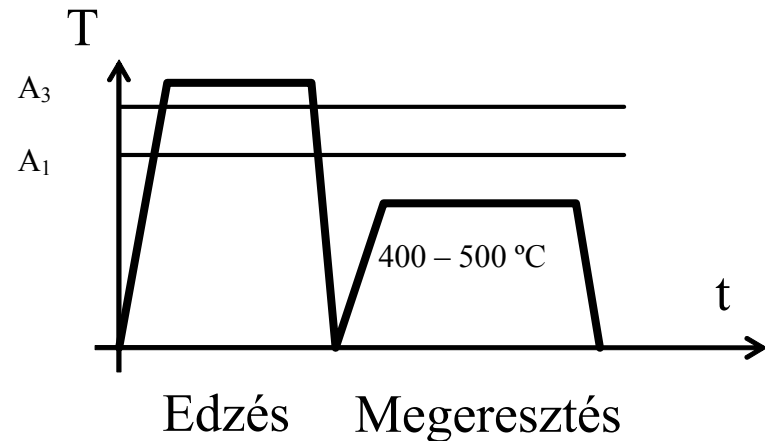
- Nagy rugalmassági határra (folyáshatárra van szükség)

$R_r = 900 \dots 1300 \text{ MPa}$

- 38Si 7, 46Si 7, 56Si 7
- 55Cr 3, 60Cr 3
- 54SiCr 6, 56SiCr 7
- 51CrV 4
- 45SiCrV 6-2, 54SiCrV 6
- 60SiCrV 7
- 46SiCrMo 6, 50SiCrMo 6
- 52SiCrNi 5
- 52CrMoV 4
- 60CrMo 3-1, 60CrMo 3-2, 60CrMo 3-3

} Jármű
rugók

- 400 ... 500 °C – os megeresztés





Golyóscsapágycélok

- Nagy keménység, kopásállóság, magas kífáradási határ
- 100Cr 6
 - $C \approx 1 \%$
 - $Cr \approx 1,5 \%$
- Fokozott tisztaság, kiváló felület minőség
 - $S \leq 0,025 \%$
 - $P \leq 0,025 \%$

Auszténites Mn – acélok (Hadfield acélok)

- Dinamikus igénybevételnek és koptató hatásnak kitett acél \Rightarrow vasúti váltók, földmunkagép karmai, kötőrő pofák (szilárdság, keménység folyamatosan nő)
 - X120Mn 13
 - Ez auszténites szövetszerkezetet biztosít
 - Ez az ausztenit nem korrózióálló



Szelepacélok

- Magas üzemi hőmérséklet,
nagy koptató igénybevétel ⇒
Ötvözött acélok
 - X45CrSi 9-3
 - X40CrSiMo 10-2 Martenzites
 - X85CrMoV 18-2

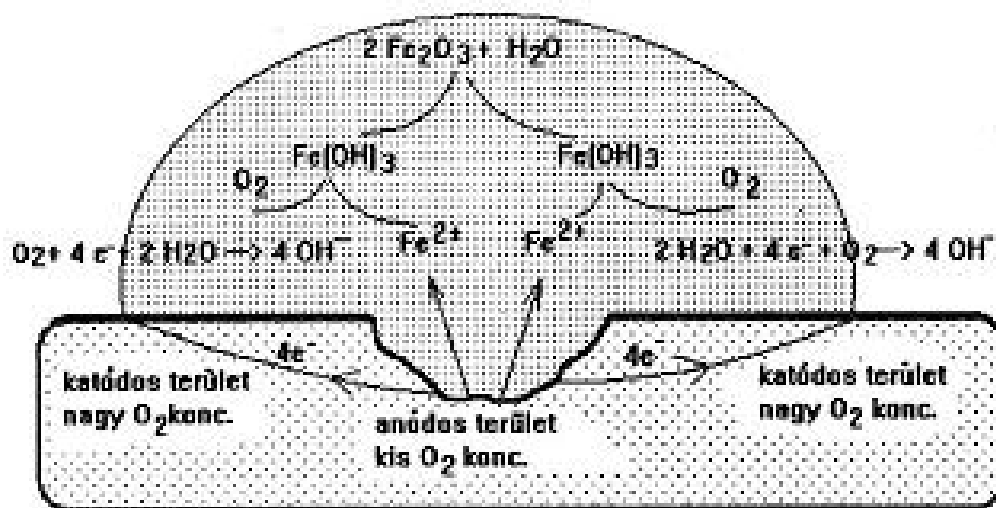
 - X55CrMnNiN 20-8
 - X53CrMnNiN 21-9
 - X50CrMnNiNbN 21-9
 - X53CrMnNiNbN 21-9
 - X33CrNiMn 23-8
- Ni ötvözetek
 - NiFe25Cr20NbTi
 - NiCr20TiAl
- Ausztenites (auszetenites
edzés + kiválásos
keményedés)



Légköri korrózióálló acélok

- Felületen stabil, tömör oxidréteg jön létre, ez véd a további korróziótól ⇒ PASSZÍVÁLÓ RÉTEG
- Nikkel, króm, réz (régebben P ötvözés)
- Szabadtéri hegesztett szerkezetek alapanyagai
- S235JRW, S235J0W, S235J2W
- S275JRW, S275J0W, S275J2W
- S355JRW, S355J0W, S355K2W
 - Cr = 0,5 ... 1 %
 - Ni = 0,2 ... 0,6 %
 - Cu = 0,2 ... 0,5 %

Korrózióálló- és hőálló acélok



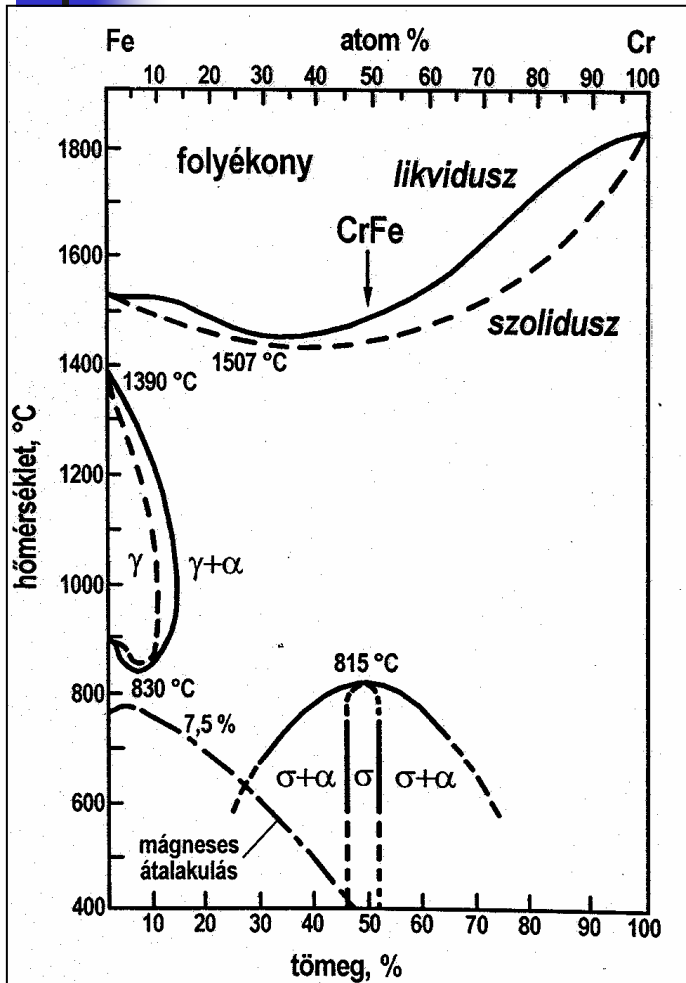
- Egyenletes korrózió
- Helyi korrózió
 - Pont-
 - Rés-
 - Késél-
- Szövetszerkezeti korrózió
 - Szelektív
 - Interkrisztallin
- Repedéses korrózió (feszültségi korrózió)



Korrózióállóság biztosítása

- Homogén szövetszerkezetű anyagok
Ferrites Martenzites
Ausztenites
- Nemes szövetek keveréke \Rightarrow
Duplex, Szuperduplex
- Passzivitás
Felületi réteg $\Rightarrow \text{Cr}_2\text{O}_3$
- Rezisztencia \Rightarrow Ötvözés legalább az I.
rezisztencia szintre

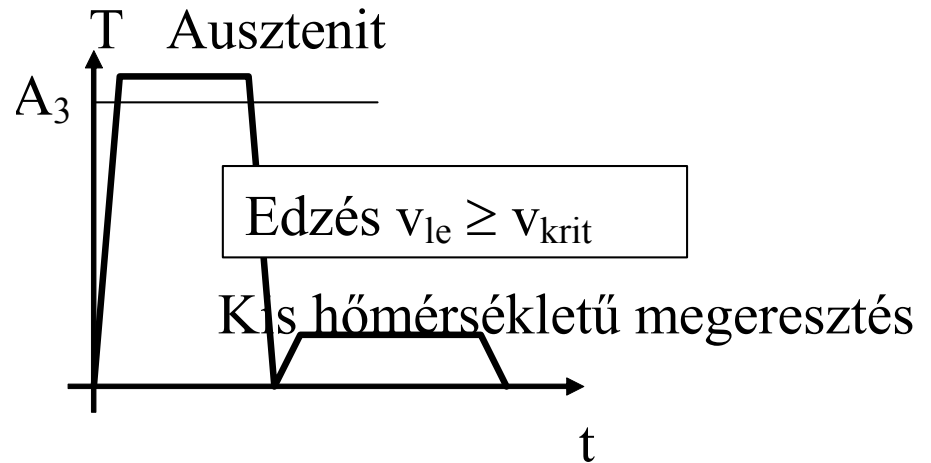
Ferrites korrózióálló acélok



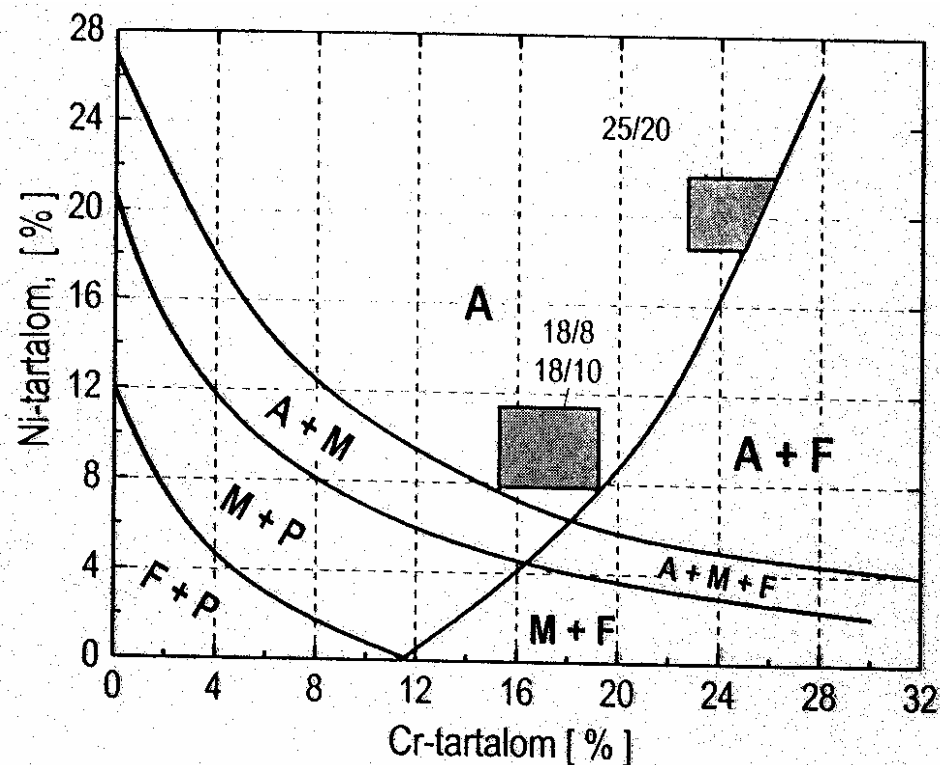
- X2CrNi 12, X2CrTi 12, X6CrNiTi12, X6Cr13, X6CrAl 13
- X2CrTi 17, X6Cr 17
- X3CrTi 17, X3CrNb 17
- X6CrMo 17-1, X6CrMoS 17
- X2CrMoTi 17-1, X2CrMoTi 18-2, X2CrMoTiS 18-2
- X6CrNi 17-1, X6CrMoNbZr 17
- X2CrAlTi 18-2
- X2CrTiNb 18, X2CrMoTi 29-4

Martenzites és kiválásosan keményíthető acélok

- X12Cr 13, X12CrS13
- X20Cr 13, X30 Cr13
X29CrS 13, X39Cr 13
X46Cr 13
- X50CrMoV 15, X70CrMo 15
- X14CrMoS 17
- X39CrMo 17-1
- X105CrMo 17, X90CrMoV 18
- X17CrNi 16-2, X3CrBiMo 13-4, X4CrNiMo 16-5-1
- X5CrNiCuNb 16-4, X7CrNiAl 17-7,
X8CrNiMoAl 15-7-2, X5CrNiMoCuNb 14-5



Ausztenites korrózióálló acélok



Alaptípusok:

- 18/8 \Rightarrow 18 % Cr / 8 % Ni
C = 0,1 – 0,12 %
- 18/9 \Rightarrow C = 0,08 %
- 18/10 \Rightarrow C = 0,06 %
- 25/20 \Rightarrow 25 % Cr / 20 % Ni
- 20/25 \Rightarrow 20 % Cr / 25 % Ni
- 17/12/2 \Rightarrow 17% Cr/ 12 % Ni / 2 % Mo



Ausztenites acélok

- X10CrNi 18-8, X2CrNiN 18-7,
X2CrNi 18-9, X2CrNi 19-11,
X2CrNiN 18-10
- X5CrNi 18-10, X8CrNiS 18-9
- X6CrNiTi 18-10, X6CrNiNb 18-10
- X4CrNi 18-12
- X1CrNi 25-21
- X2CrNiMoN 17-12-2, X2CrNiMo 17-12-2
- X5CrNiMo 17-12-2
- X2CrNiMo 17-12-3, X2CrNiMoN 17-13-3
- X3CrNiMo 17-13-3
- X2CrNiMo 18-14-3, X2CrNiMoN 18-12-4,
X2CrNiMo 18-15-4, X2CrNiMoN 17-13-5
- X1CrNiSi 18-15-4,
X12CrMnNiN 17-7-5
- X2CrMnNiN 17-7-5,
X12CrMnNiN 18-9-5,
X3CrNiCu 19-9-2, X5CrNiCuS
18-9-2
- X3CrNiCuMo 17-11-3-2
- X1NiCrMoCu 31-27-4,
X1NiCrMoCu 25-20-5,
X1CrNiMoCuN 25-25-5
- X1CrNiMoCuN 20-18-7,
X1NiCrMoCuN 25-20-7

Ausztenites – ferrites korrózióálló acélok

■ Duplex acélok

- X2CrNiN 23-4
- X3CrNiMoN 27-5-2
- X2CrNiMoN 22-5-3

■ Szuper duplex acélok

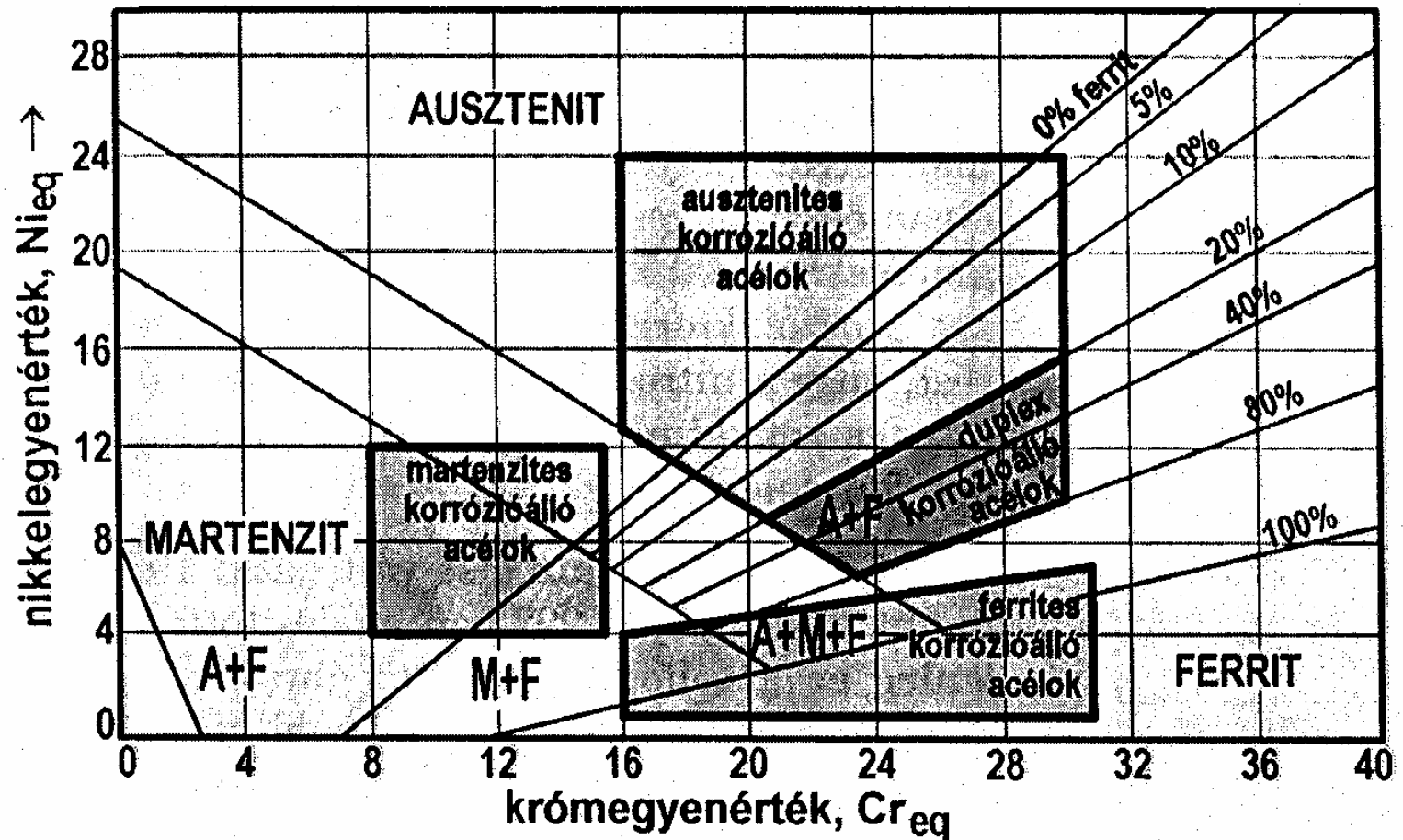
- X2CrNiMoCuN 25-6-3
- X2CrNiMoN 25-7-4
- X2CrNiMoCuWN 25-7-4
- $PREN \geq 38$

Helyi korrózióval szemben jól ellenálló acélok

$$PREN = Cr + 3,3Mo + 16N$$

$$PREW = Cr + 3,3(Mo + 0,5W) + 16N$$

Korrózióálló acélok a Schaeffler diagramon





Hőálló acélok

■ Ferrites hőálló acélok

- X10CrAlSi 7 $\Rightarrow 800\text{ °C}$
- X10CrAlSi 13
- X10CrAlSi 18
- X10CrAlSi 25
- X18CrN 28 $\Rightarrow 1100\text{ °C}$
- X3CrAlTi 18-2

Auszténites – ferrites $\Rightarrow 1100\text{ °C}$ – ig

X15CrNiSi 25-4

■ Auszténites-ferrites, auszténites hőálló acélok

- X8CrNiTi 18-10 $\Rightarrow 850\text{ °C}$
- X15CrNiSi 20-12
- X9CrNiSiNCE 21-11-2
- X12CrNi 23-13
- X8CrNi 25-21
- X12NiCrSi 35-16
- X10NiCrAlTi 32-21
- X6NiCrNbCe 32-27
- X25CrMnNiN 25-9-7 $\Rightarrow 1150\text{ °C}$
- X6CrNiSiNCE 19-10
- X6NiCrSiNCE 35-25
- X10NiCrSi 35-19
- X10NiCrSiNb 35-22