



ANYAGTUDOMÁNY ÉS TECHNOLÓGIA  
TANSZÉK

**Fémek technológiája**

# ACÉLOK ÉS ALKALMAZÁSUK

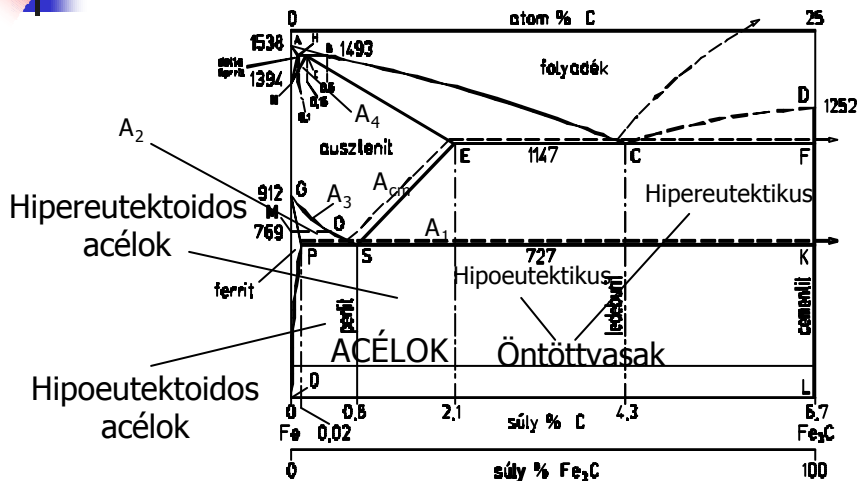
Dr. Palotás Béla  
palotasb@eik.bme.hu



## A gyakorlat elokészítő előadás fő témakörei

- Acélok definíciója, csoportosításuk lehetőségei
- Acélok fő ötvözői
- Az alapalkotók hatásai
- Hőkezelés hatása
- Az ötvözők hatásai
- Acélok szövetszerkezetei
- Alkalmazási példák
- Gyakorlati feladatok

# Acélok és öntöttvasak definíciója



3

# Acélok csoportosítása 1.

- Gyártási eljárás szerint:
  - (SM acélok)
  - (B – T acélok)
  - Oxigén konverteres acélok
  - Vákuumozott acélok
  - Elektroacélok
  - Átolvasztott acélok

4



## Acélok csoportosítása 2.

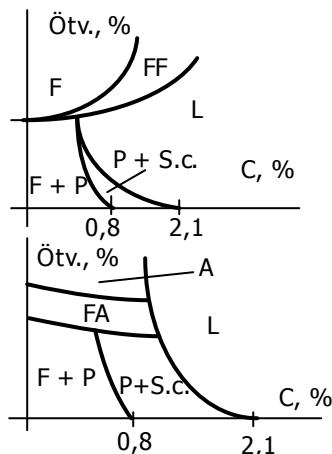
- **Összetétel szerint**
  - Szénacélok v. ötvöztelen acélok:
    - $Mn < 0,8 \%$ ,  $Si < 0,5 \%$ ,  $P, S, Cr, Ni, Nb, V$  véletlenszerűen
  - Gyengén ötvözött acélok:  $S$  ötvöző  $< 5 \%$
  - Ötvözött acélok:  $5 \% \leq S$  ötvöző  $< 20 \%$
  - Erosen ötvözött acélok:  $S$  ötvöző  $\geq 20 \%$
  - Max. 55 % ötvözésig beszélünk acélról

5

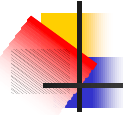


## Acélok csoportosítása 3.

- **Szövetszerkezet szerint:**
    - Ferrites (F)
    - Félferrites (FF)
    - Hipoeutektoidos (F+ P)
    - Eutektoidos (P)
    - Hipereutektoidos (P + S.c.)
    - Ledeburitos (L)
    - Félausztenites (FA)
    - Ausztenites (A)
- Egyensúlyi szövetszerkezetek



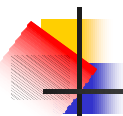
6



## Acélok csoportosítása 4.

- Felhasználás szerint:
  - Szerkezeti acélok (  $C = 0 \dots 0,6 \%$  )
  - Szerszám acélok (  $C = 0,4 \dots 2,1 \%$  )
  - Különleges acélok ( vasötvözet, ha S ötv.  $< 55 \%$  )
    - Ho- és korrózióálló acélok
    - Nem mágnesezhető acélok
    - Kopásálló acélok
    - Stb.

7



## Acél ötvözo

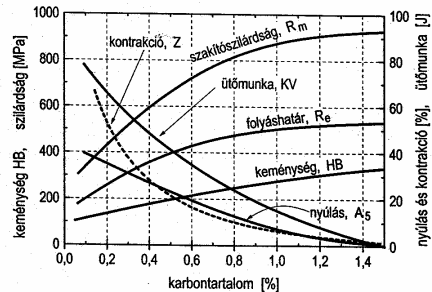
- Alapalkotók
  - C, Mn, Si, S, P
  - O, N, H
- Ötvözok
  - Cr, Ni, Mo
  - V, Ti, W, Nb
  - stb.

8

# Alapalkotók: C, Mn Si, S, P, O, N, H

## ■ Karbon hatása

- Szilárdságot növeli
- Alakváltozó képességet csökkenti
- Az ütómunkát csökkenti, ha a  $C > 0,6 \%$  az ütómunka 40 J alá csökken, szerkezeti célokra nem használható
- Szerkezeti acélok:  $C \leq 0,6 \%$

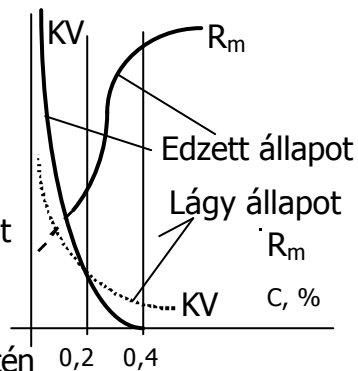


9

## C hatása edzett állapotban

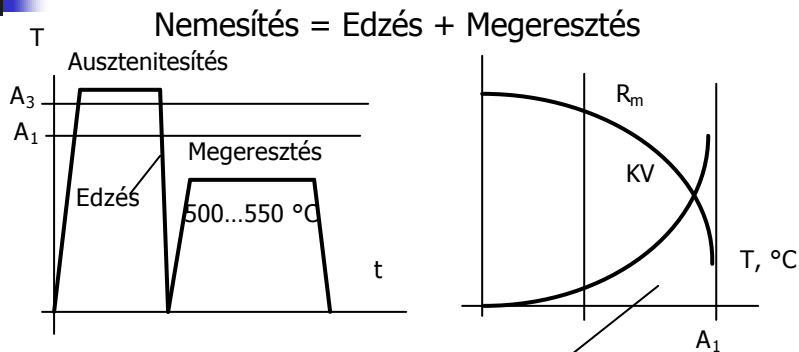
### ■ Edzett állapotban

- Szilárdság nagymértékben nő
- Alakváltozó képesség 0,4 % C – tartalomnál gyakorlatilag 0 !!
- A  $C = 0,4 \%$  - nál már eléri lényegében a maximális szilárdságot
- $C \geq 0,4 \%$  a szerszámacélok C – tartalom határa
- Kis C – tartalom, ( $C < 0,2 \%$ ) esetén edzés hatására a szívósság nő  
⇒ Betétben edzhető acélok



10

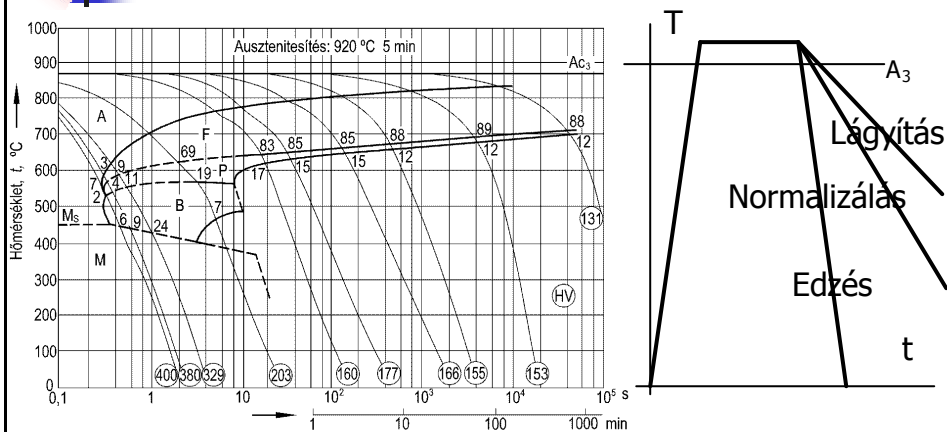
# Nemesítés hatása



Mechanikai tulajdonságok széles körben változtathatók a megeresztési hőmérséklet függvényében

11

# Hokezelések végrehajtása



12



## Hokezeléssel biztosítható szövevszerkezetek

- Egyensúlyi szövevek
  - Ferrit
  - Perlit
  - Cementit
- Egyensúlyitól eltéro szövevek
  - Bénit
  - Martenzit
  - Szferoidit

13



## Alapalkotók hatása

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

14

## A dezoxidálás igen fontos, mert az oxigén tartalomtól függ a szívósság

$T_{KV}, ^\circ C$	KV 27J	KV 40 J	KV 60 J	ISO	Dezoxidálás módja
+ 20	JR	KR	LR	B	Si - al dezoxidált, csillapított
0	J0	K0	L0	C	" + nemes dezoxidens (Al, Ti)
- 20	J2	K2	L2	D	" + finom szemcse
- 40	J4	K4	L4	E	" + Ni ötvözés

15

## Acélok ötvözőinek hatása

- Az ötvözők hatásait célszerű vizsgálni
  - Az átalakulási hőmérsékletekre kifejtett hatás alapján
  - Kritikus lehülési sebességre kifejtett hatás alapján
  - Karbidképzés szempontjából
  - Oldódás szempontjából
  - Mechanikai tulajdonságokra kifejtett hatás alapján
  - Hőkezelési tulajdonságokat hogyan befolyásolják.

16



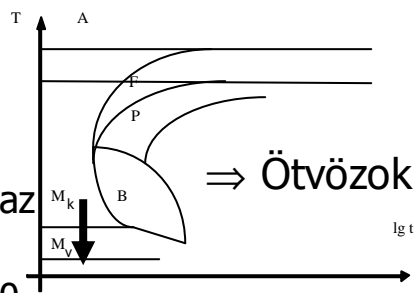
## Átalakulási homérsékletre kifejtett hatás alapján

- Ferritképzók:  $A_4$ -t csökkentik,  $A_3$ -t növelik
  - Más néven ferrit stabilizátorok, ezek az ötvözök a ferritben oldódnak:
    - Pl. Cr, Si, Mo, V, Ti, Nb, W stb.
    - Mindazon ötvözök, amelyek nem ausztenitképzók
- Ausztenitképzók:  $A_4$ -t növelik,  $A_3$ -t csökkentik
  - Más néven ausztenit stabilizátorok, ezek az ötvözök ausztenitben oldódnak:
    - Ni, Mn, N, C és a Cu

17

## Kritikus lehelési sebességre kifejtett hatás alapján

- Az ötvözök jobbra tolják el az átalakulási görbéket, kritikus sebességek csökkennek
- $M_k$  és  $M_v$  homérsékleteket csökkentik
- Az ötvözök általában növelik az átedzhető átmérot
- Co kivétel és a V, 950 és 1100 °C - os ausztenitesítésnél



18



## Ötvözök hatása a karbidképzés szempontjából

- Karbidképző ötvözök:

Mn, Cr, Mo, W, Nb, V, Zr, Ti



AFFINITÁS A C – HOZ NO

- A karbidképzők növelik a melegszilárdságot is, mert a rekristallizációs hőmérsékletet növelik

19

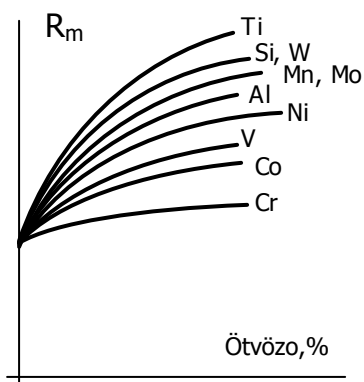


## Ötvözök oldódása az acélban

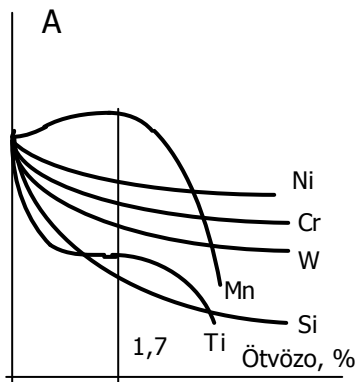
- Az ötvözök általában szubsztitúciósan oldódnak a vasban
  - Korlátlanul oldódik a: Cr és a V
  - Korlátoltan oldódik:
    - Co ~ 75% Ni ~ 34% Si ~ 14 %
    - Mn ~ 10% Mo ~ 32% W ~ 32%
    - Ti ~ 6% Cu < 1%
  - Nem oldódik: Pb, Ag
  - Intersztíciósan oldódik: C, N, O, B

20

## Az ötvözök hatása a mechanikai tulajdonságokra



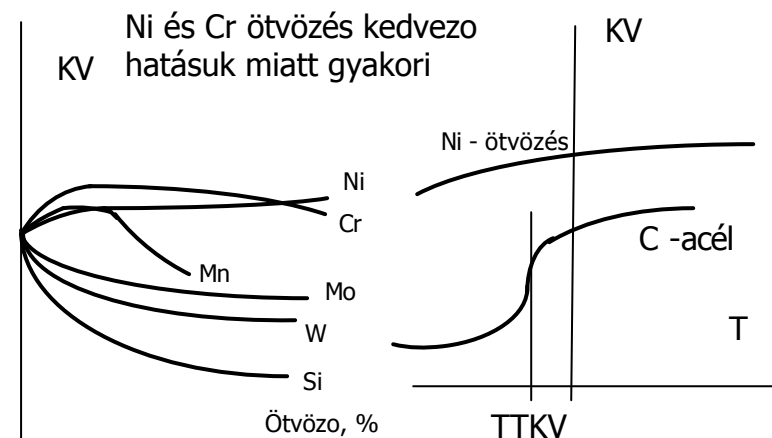
Az ötvözök a rácsot torzítják, így a szilárdságot növelik



Az ötvözök a képlékenységet általában rontják

21

## Az ötvözök hatása a szívóssági jellemzőkre

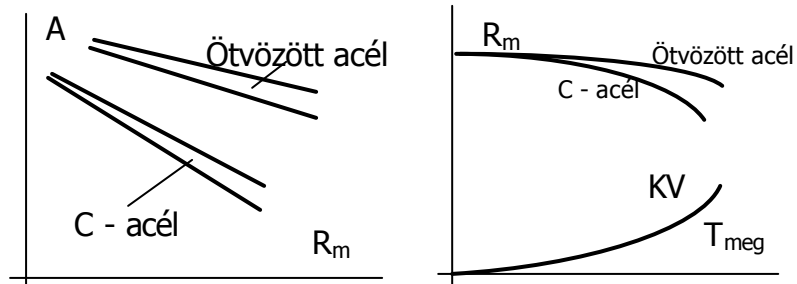


22



## Ötvözök hatása hőkezeléskor

- Átédzhető szelvényátmérőt növelik az ötvözök
- Nemesítéskor is kedvező a hatásuk



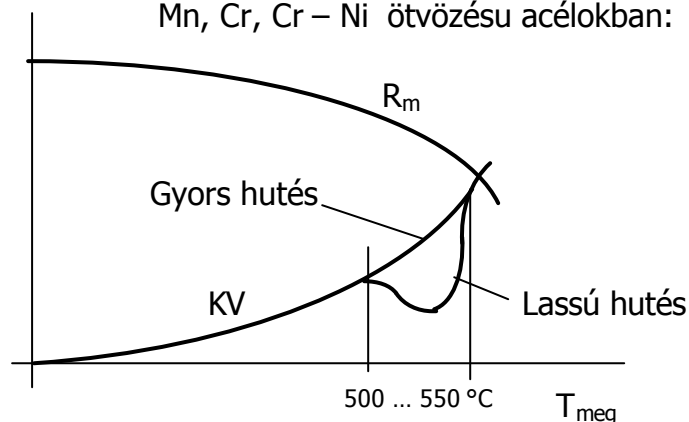
Az ötvözök megeresztés-állóságot okoznak

23



## Megeresztési ridegedés

Mn, Cr, Cr - Ni ötvözésű acélokban:



Elkerülés: Gyors hűtéssel, vagy Mo, illetve W ötvözéssel

24

# Az acélok tulajdonságait meghatározza

## ■ A kémiai összetétel

- Alapalkotók
  - C, Mn, Si, S, P
  - O, N, H
- Ötvözők
  - Cr, Ni, Mo
  - V, Ti, W, Nb
  - stb.

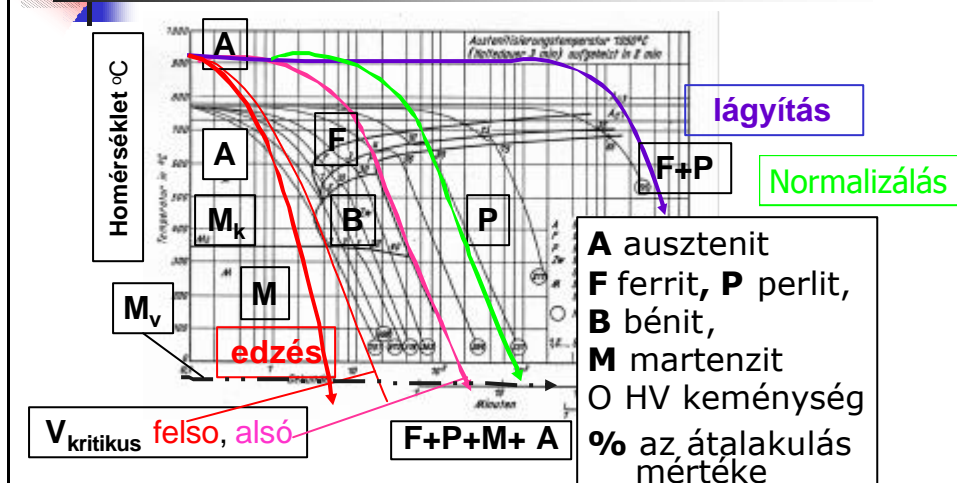
⇒ Együttesen határozzák meg

## ■ Hokezelési állapot

25

# Hokezelés hatása

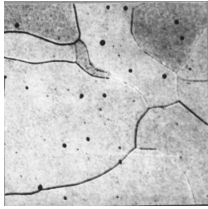
C 45 - jelu acél (C = 0,45 %)



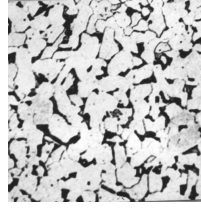
26



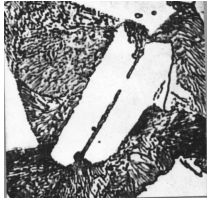
## Egyensúlyi szövetszerkezetek 1.



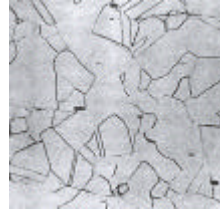
Ferrit C=0,02 % N ≈ 200



Ferrit + perlit C = 0,18 % N ≈ 200



Perlit N ≈ 2000

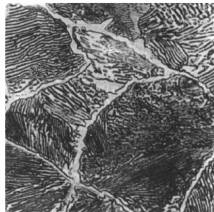


Auszenit 1050 °C-ról vízben hutve N ≈ 375

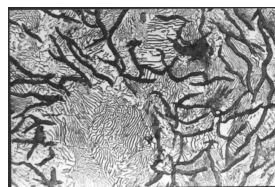
27



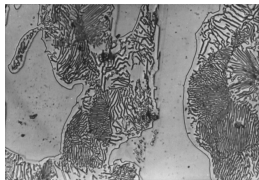
## Egyensúlyi szövetszerkezetek 2.



Perlit + szekunder cemetit N ≈ 300



Perlit + lemezes grafitos öntöttvas N = 400



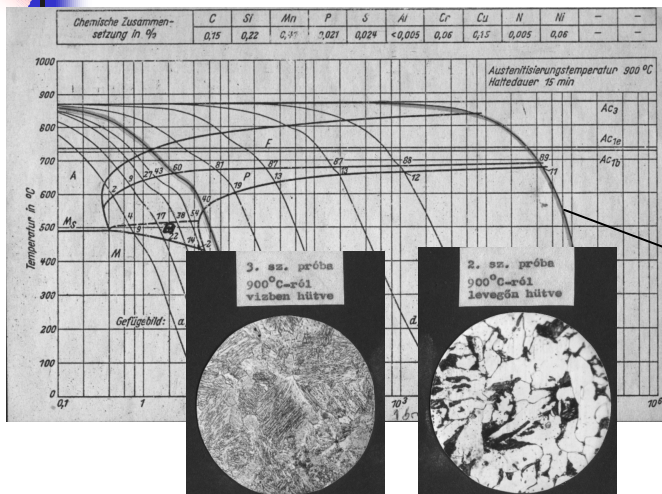
Ledeburitos öntöttvas N = 400



Eutektikum + primér cemetit N ≈ 300

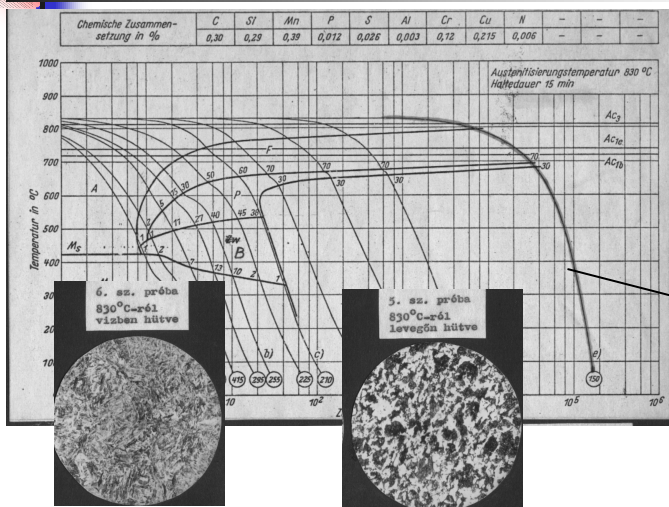
28

# C15 hokezelésénél kapott szövetek



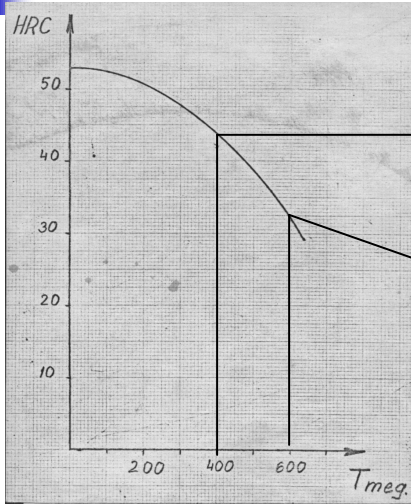
29

# C30 hokezelésénél kapott szövetek

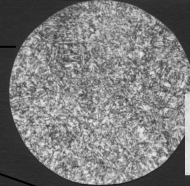


30

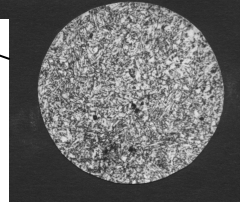
# Megeresztés során kapott szövetszerkezetek C30



Edzés után  
400°C-on  
megeresztve  
N = 500 x

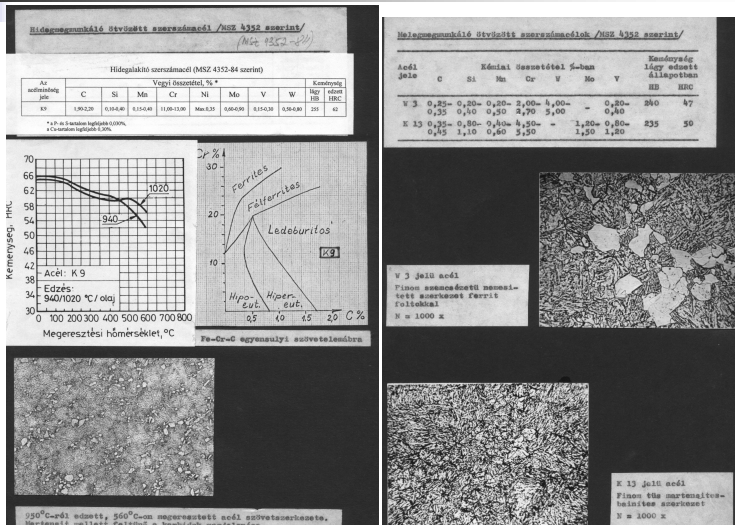


Edzés után  
600°C-on  
megeresztve  
N = 500 x



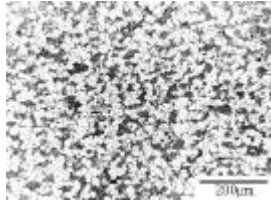
31

# Szerszámacélok szövetszerkezete

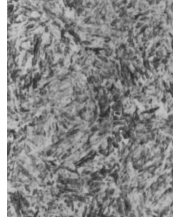




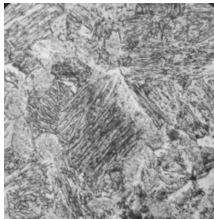
## Nem egyensúlyi szövetek



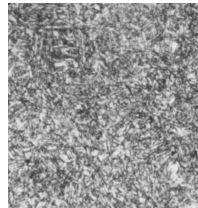
Ferrit - bénit



Martenzit N ≈ 600



Martenzit + bénit N ≈ 625



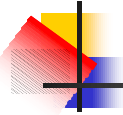
Szferoidit N ≈ 600

33

## Felhasználás szerinti csoportosítás

- Szerkezeti acélok
  - Általános rendeltetésű acélok
  - Kis C – tartalmú acélok
    - Betétben edzhető acélok
    - Hegeszthető acélok
    - Hidegen alakítható acélok
    - Melegszilárd acélok
    - Hidegszívós acélok
  - Automata acélok
  - Nemesíthető acélok
    - Nemesíthető szerkezeti acélok
    - Nitridálható acélok
    - Rugó acélok
    - Gördülőcsapágy acélok

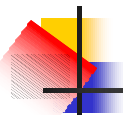
34



## Szerszámacélok

- Ötvözetlen szerszámacélok
- Hidegalakító szerszámacélok
- Melegalakító szerszámacélok
- Forgácsoló szerszám acélok
  - Gyorsacélok
  - Keményfémek
    - Bevonatos keményfém lapok

35



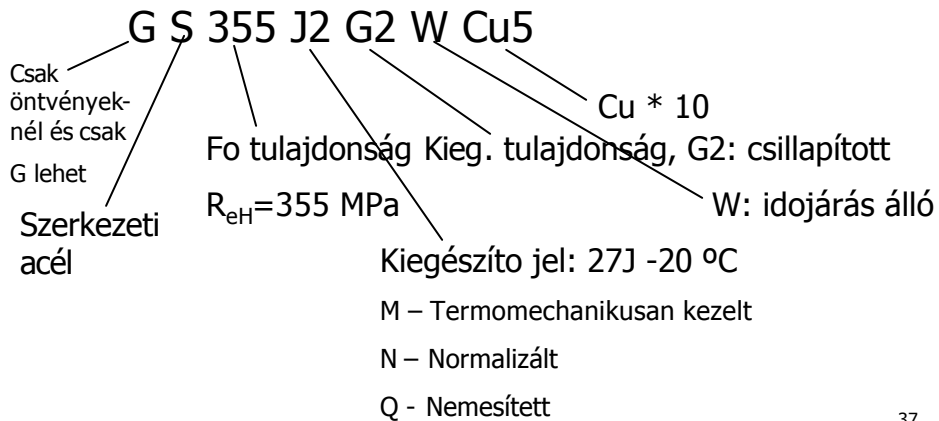
## Különleges szerkezeti acélok

- Hoálló acélok
  - Ferrites korrózióálló acélok
  - Ausztenites korrózióálló acélok
  - Félausztenites (félferrites acélok)
- Korrózióálló acélok
  - Ferrites korrózióálló acélok
  - Ausztenites korrózióálló acélok
  - Martenzites korrózióálló acélok
  - Különleges korrózióálló acélok
- Speciális felhasználású acélok
  - Mágnesezhető acélok
  - Nem mágnesezhető acélok
  - Szelepacélok stb.

36

# Acélok jelölése 1. (MSZEN 10027 -1)

## ■ Felhasználás szerinti jelölés:



37

# Acélok jelölése 2.

## ■ Kémiai összetétel szerint kódolt acélok

### ■ Ötvöztelen acélok:

- Ha Mn < 1 % középtétkben (automataacélokat kivéve)

**C45** ————— C = 0,45 % középtétkben

- Ötvöztelen acél, ha Mn ≥ 1 % és minden ötvöző < 5 % -nál (gyorsacélokat kivéve) és automata acélok

**37 Cr Mo 4** ————— Ötvöző tartalom: Cr \* 4

0,37 % C : C \* 100 % ————— Ötvöző elemek, sorrendben Mo \* 10

38

## Acélok jelölése 3.

- Kémiai összetétel szerinti jelölés: szorzók

Cr, Co, Mn, Ni, Si, W	Al, Be, Cu, Mo, Nb, Pb, Ta, Ti, V, Zr	Ce, N, P, S	B
4	10	100	1000

- Ötvözött acélok: Ha egy ötvöző legalább > 5%

C\*100 %  $\frac{X}{8}$  Cr Ni  $\frac{18}{10}$

- Gyorsacélok

HS 6 - 5 - 2 - 5

W - Mo - V - Co %

39

## Acélok számjele (MSZEN 10027 -2)

Anyagcsoport

Acélcsoport száma

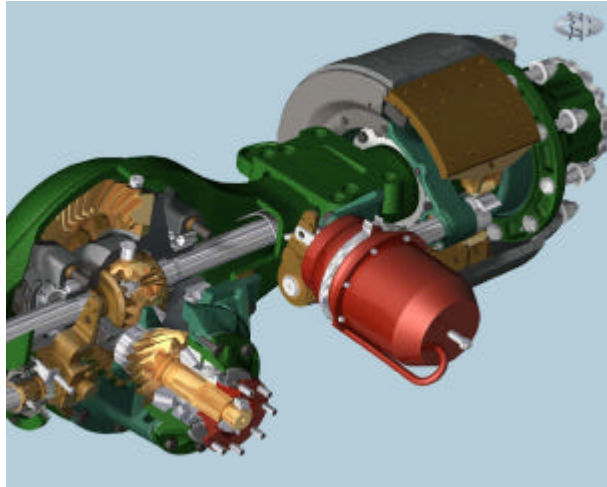
1. 43 01xx

Sorszám

1	2	3	4 ... 8	9
Acélok	Nehézfémek	Könnyűfémek	Különböző nemfémes anyagok	Tartalék

40

## Alkalmazási példa 1.



41

## Alkalmazási példák 2. Szerkezeti acélok

Hajtókar



Forgattyús tengely



- Nemesíthető szerkezeti acél
  - Kis méret lehet szénacél (Jellemző méret < 20 mm)
  - Nagyobb méret ötvözött acél (átedzhető átméreno)
- Süllyesztékes kovácsolással készített elagyártmány
  - A csapok felületén kopásálló kell legyen
    - Kérgesítés

42

## Nemesíthető szerkezeti acélok: Méret és szilárdság összefüggése

100	38 HRC	38 HRC	38 HRC	38 HRC	38 HRC
150	38 HRC	38 HRC	38 HRC	38 HRC	38 HRC
200	38 HRC	38 HRC	38 HRC	38 HRC	38 HRC
250	38 HRC	38 HRC	38 HRC	38 HRC	38 HRC
300	38 HRC	38 HRC	38 HRC	38 HRC	38 HRC
350	38 HRC	38 HRC	38 HRC	38 HRC	38 HRC
400	38 HRC	38 HRC	38 HRC	38 HRC	38 HRC
450	38 HRC	38 HRC	38 HRC	38 HRC	38 HRC
500	38 HRC	38 HRC	38 HRC	38 HRC	38 HRC
550	38 HRC	38 HRC	38 HRC	38 HRC	38 HRC
600	38 HRC	38 HRC	38 HRC	38 HRC	38 HRC
650	38 HRC	38 HRC	38 HRC	38 HRC	38 HRC
700	38 HRC	38 HRC	38 HRC	38 HRC	38 HRC
750	38 HRC	38 HRC	38 HRC	38 HRC	38 HRC
800	38 HRC	38 HRC	38 HRC	38 HRC	38 HRC
850	38 HRC	38 HRC	38 HRC	38 HRC	38 HRC
900	38 HRC	38 HRC	38 HRC	38 HRC	38 HRC
950	38 HRC	38 HRC	38 HRC	38 HRC	38 HRC
1000	38 HRC	38 HRC	38 HRC	38 HRC	38 HRC

43

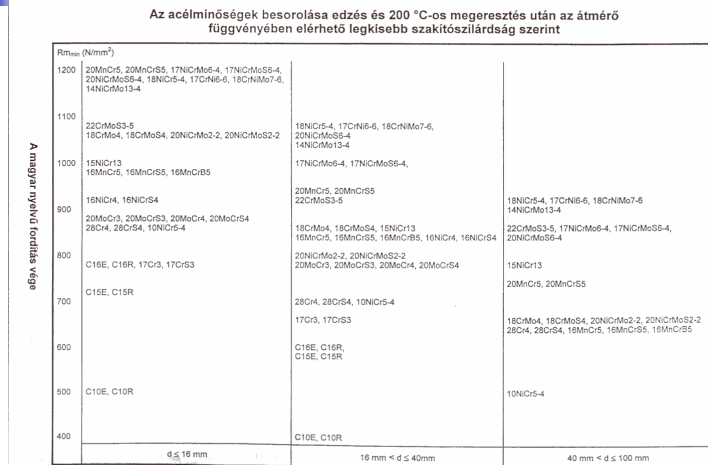
## Alkalmazási példák 3. Betétben edzhető szerkezeti acélok



- Nagy szívósság
- Kisebb szilárdság a nemesíthető acélokhoz képest
- Sok esetben alkalmazható nemesíthető- és betétben edzhető acél is ugyanarra a feladatra

44

# Betétben edzhető acélok: Méret és szilárdság összefüggése



45

## Alkalmazási példa 4. Nitridálható acélok



- Magas hőmérsékleten is kopásálló
  - Martenzit 500 °C felett megeresztodik
- Méret pontos alkatrészek készíthetők
  - A<sub>1</sub> hőmérséklet felett méretváltozás jön létre az allotrop átalakulásnak köszönhetően

46

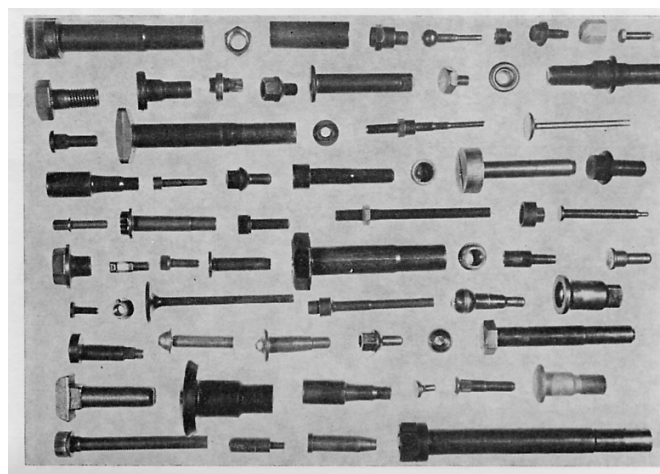
# Nitridálható acélok: Méret és szilárdság összefüggése

Table 6 - Mechanical properties in the quenched and tempered condition (+QT)<sup>a</sup>

Designation	Steel number	16 ≤ d ≤ 40 mm				40 < d ≤ 100 mm				100 < d ≤ 160 mm				160 < d ≤ 250 mm				HV1 <sup>b</sup>
		R <sub>m</sub> MPa <sup>c</sup>	Re MPa <sup>c</sup>	A % min.	KV J min.	R <sub>m</sub> MPa <sup>c</sup>	Re MPa <sup>c</sup>	A % min.	KV J min.	R <sub>m</sub> MPa <sup>c</sup>	Re MPa <sup>c</sup>	A % min.	KV J min.	R <sub>m</sub> MPa <sup>c</sup>	Re MPa <sup>c</sup>	A % min.	KV J min.	
24CrMo13-6	1.8516	1000 to 1200	800	10	25	905 to 1150	750	11	30	900 to 1100	700	12	30	850 to 1050	650	13	30	-
31CrMo12	1.8515	1030 to 1230	835	10	25	980 to 1180	785	11	30	930 to 1130	735	12	30	880 to 1080	675	12	30	800
32CrAlMo7-10	1.8505	1030 to 1230	835	10	25	980 to 1180	835	10	25	930 to 1130	735	12	30	880 to 1080	675	12	30	-
31CrMoV9	1.8519	1100 to 1300	900	9	25	1000 to 1200	800	10	30	900 to 1100	700	11	35	850 to 1050	650	12	40	800
33CrMoV12-9	1.8522	1150 to 1350	950	11	30	1050 to 1250	850	12	35	950 to 1150	750	12	40	900 to 1100	700	13	45	-
34CrAlNi7-10	1.8550	900 to 1100	680	10	30	850 to 1050	650	12	30	800 to 1000	600	13	35	800 to 1000	600	13	35	950
41CrAlMo7-10	1.8509	950 to 1150	750	11	25	900 to 1100	720	13	25	850 to 1050	670	14	30	800 to 1000	625	15	30	950
40CrMoV13-9	1.8523 <sup>d</sup>	950 to 1150	750	11	25	900 to 1100	720	13	25	870 to 1070	700	14	30	800 to 1000	625	15	30	-
34CrAlMo5-10 <sup>e</sup>	1.8507	800 to 1000	600	14	35	800 to 1000	600	14	35	-	-	-	-	-	-	-	-	950

<sup>a</sup> R<sub>m</sub> = Tensile strength; Re = Yield strength (0.2 % proof stress); A = Elongation after fracture; KV = Impact strength for V-notch test pieces.  
<sup>b</sup> HV = Hardness for nitrided surface. Values for information/guidance only. Actual surface hardness may vary with nitriding treatment and initial quenched and tempered condition.  
<sup>c</sup> Available for thicknesses d < 70 mm.  
<sup>d</sup> 1 MPa = 1 N/mm<sup>2</sup>

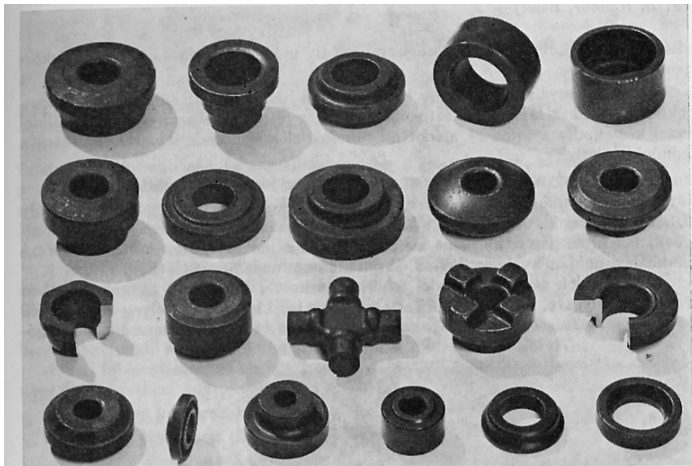
# Hidegen alakított alkatrészek







## Melegen alakított alkatrészek

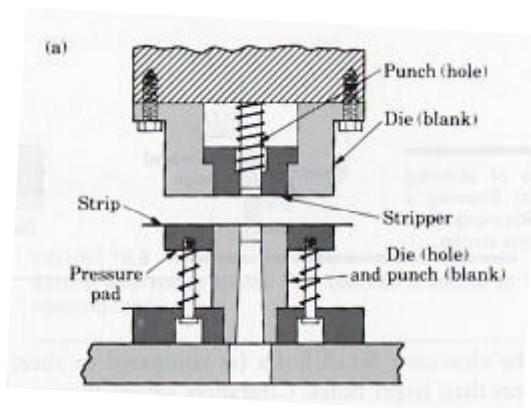


3-41. ábra. Példák meleg csavaranyasajton gyártható munkadarabokra (F. B. Hatebur, 1966)

49



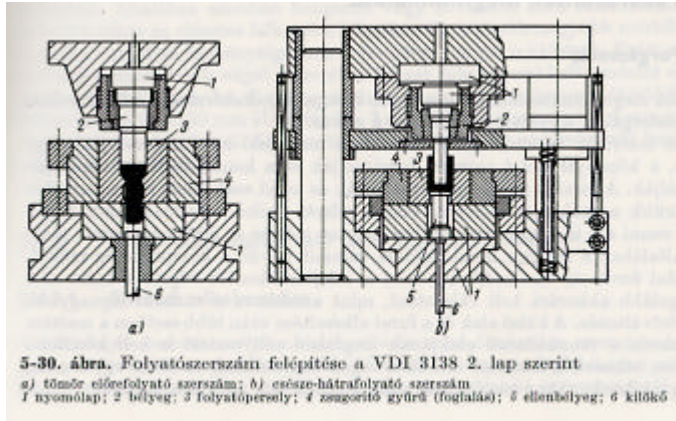
## Szerszámacélok – Alakító szerszámok 1.



Kivágó szerszám

50

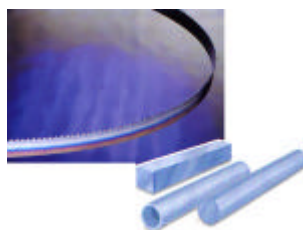
## Szerszámacélok – Alakító szerszámok 2.



Folyató szerzám

51

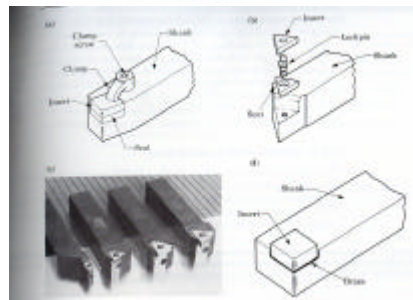
## Szerszámacélok – Forgácsoló szerszámok



Szalagfurész



PROFIL  
MARÓ



Esztergakés

52



## Gyakorlati feladatok

---

- Különböző szövetszerkezetek megismerése
- Különböző szövetszerkezetek felismerése
- A szövetszerkezetek és a tulajdonságok kapcsolatának meghatározása
- Alkalmazási példák megtekintése.