

 Anyagtudomány és Technológia Tanszék 

Az ötvözők hatása az acélok tulajdonságaira

Fémek technológiája

Dr. Orbulov Imre Norbert
Anyagtudomány és Technológia Tanszék

1

1



 Az előadás fő pontjai 

- Alapötvözők és ötvözők
- Szennyezők
- A karbon hatása
- Az ötvözők hatása a
 - Szövetszerkezetre
 - Szemcseméretre
 - Megeresztés állóságra
 - Megeresztési ridegedésre
 - Az átmeneti hőmérsékletre
 - A rekrisztallizációs hőmérsékletre
 - A ferrit mechanikai tulajdonságaira
 - A karbid- és nitridképződésre



2

2

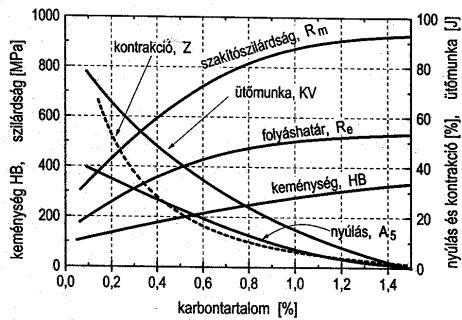
 Az acél alapötvözői és szennyezői 

- Alapötvözők
 - C – elsődleges ötvöző
 - Mn – ausztenitképző
 - Si – ferritképző
- Fő szennyezők
 - S – eutektikuma vöröstörékenységet okoz
 - P – eutektikuma vöröstörékenységet okoz
 - O – gázzárványképződést okoz (CO₂)
 - N – „öregít”, az ütőmunkát csökkenti


3

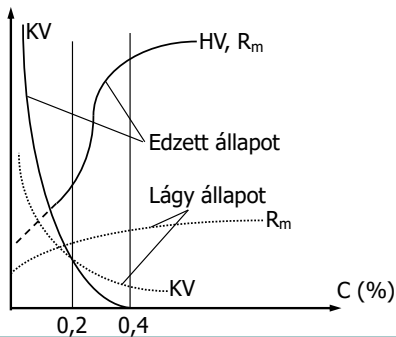
3

att A karbon hatása – lágyított állapot 



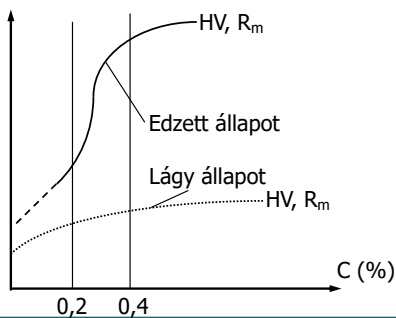
4

att A karbon hatása – edzett állapot 



5

att Az allotróp átalakulás előnyei 



6



1. Oldódás – ferrit, vagy ausztenit képző
2. A nemegyensúlyi $\gamma \rightarrow \alpha$ átalakulásra
3. Ausztenit szemcsenövekedésre
4. Megeresztésállóságra
5. Megeresztési ridegedésre
6. Képlékeny-rideg átmeneti hőmérsékletre
7. Újrakristályosodási hőmérsékletre

7

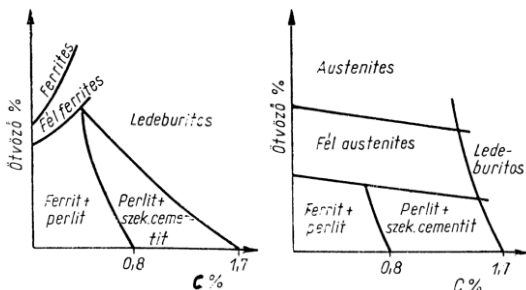
7



- Nem oldódik
 - Zárvány lesz belőle, nem kedvező
 - S, As, Pb...
- Oldódik
 - Ferritben oldódik jobban – ferritképző
 - Cr, Al, Si, W, Mo, V, Ti
 - Ausztenitben oldódik jobban – ausztenitképző
 - Ni, Mn, C, N, Cu

8

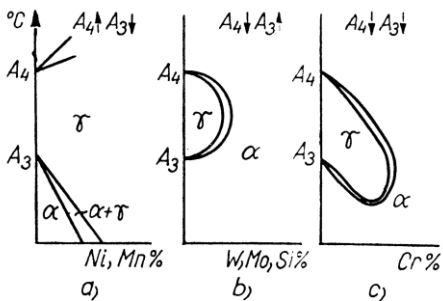
8



9


9

att Az átalakulási hőmérséklet változása 



10

10

att 2. Az ötvözők hatása a nemegyensúlyi átalakulásra 

- A Co és Al kivételével minden ötvöző csökkenti az M_s és M_f hőmérsékletet
- A visszamaradó (reszt) ausztenit mennyisége nő
 - Szükség esetén mélyhűtés
- A nemegyensúlyi átalakulási görbék jobbra és lefelé tolódnak el
 - A kritikus lehűlés sebesség csökken
- Edzhetőség – átédzhetőség (kitérő)

11

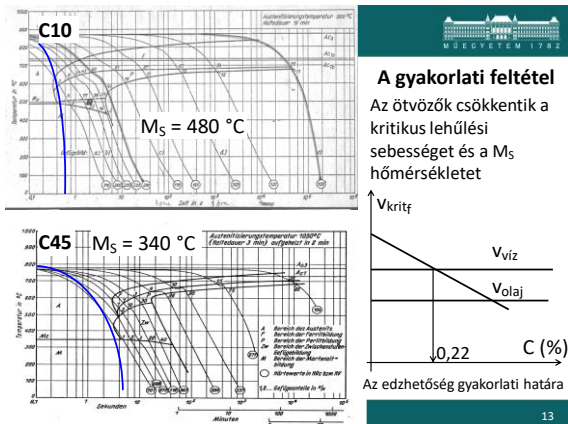
11

att Az edzés feltételei 

- Az edzés nagyon fontos, mert nemesítéssel (edzés+megeresztés), allotróp átalakulással a tulajdonságok tág határok között befolyásolhatók
- Feltételek
 - Hevítés $A_3 + \sim 50^\circ\text{C}$ hőmérsékletre
 - Hőntartás teljes ausztenitesítésig
 - Lehűtés a kritikus lehűtési sebességnél gyorsabban
 - Gyakorlati feltétel: $C > 0,2\%$

12

12



13

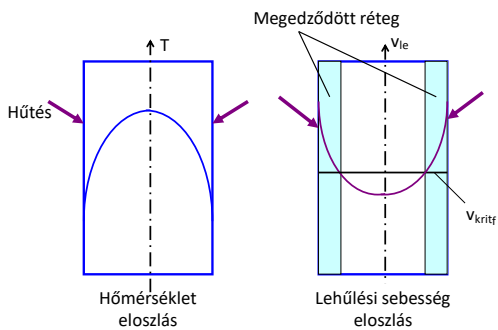
att Az átédzhető szelvényátmérő

- Fontos kérdés, hogy az acél milyen mélységben, milyen átmérőben edződik meg?
– Az eltéréseket a hővezetés jelensége okozza
- Ha a hűtési sebesség a darab minden pontjában nagyobb a kritikus hűtési sebességnél, akkor a darab teljes egészében átédződik
– Martenzit + bainit, a gyakorlatban 50% martenzit
- Mérés és számítás

14

14

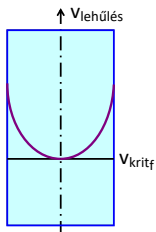
att Az átédzhető átmérő értelmezése



15

15

att Az átedzhető szelvényátmérő definíciója



- Az átedzhető szelvényátmérő az az átmérő, amelynél az adott hűtőközeg esetében, a darab legbelső pontja is legalább a kritikus (felső) lehűlési sebességgel hűl le.

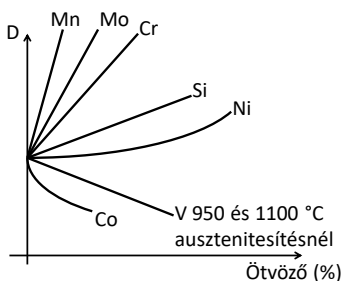
Adott hűtőközre

- $D=D$ (kémiai összetétel, hűtőközeg, szemcseméret, kívánt martenzit mennyiség)

16

16

att Az ötvözők hatása az átedzhető szelvényátmérőre



17

17

att Számítás

- Grossmann szerint az ideális átedzhető szelvényátmérő 50% martenzit tartalomnál

$$D_{id} = 8 \sqrt{C} 1,08^{8-n} \prod_{i=1}^m (1 + Me_i f_{Me_i})$$

- Ahol:

- C a korbontartalom (t%)
- n: szemcsefinomsági mérőszám
- Me_i : az i-dik fém mennyisége (t%)
- f_{Me_i} : az i-dik fém állandója

- A reális átedzhető szelvényátmérő

$$D_{re} = D_{id} \eta_{közeg}$$

- $\eta_{vz} = 0,75$
- $\eta_{olaj} = 0,5$
- $\eta_{levegő} = 0,25$

18

18

Számítási konstansok

Elem vegyjele	f_{Mei}
Mn	4,10
Cr	2,33
Si	0,64
Cu	0,27
Mo	3,14
Ti	5,70
Ni	0,52
P	2,83
V	1,73
S	-0,62

The graph plots the relationship between the actual diameter $D_{sorealis}$ (y-axis, 0 to 48 mm) and the diameter $D_{S0,1}$ (x-axis, 0 to 80 mm). Two sets of curves are shown: one for 'viz' (water) and one for 'levegő' (air). The curves show that for a given $D_{S0,1}$, the actual diameter $D_{sorealis}$ is higher when tested in water compared to air. The curves are labeled with values like 8, 16, 24, 32, 40, 48 on the y-axis and 8, 16, 24, 32, 40, 48, 56, 64, 72, 80 on the x-axis.

19

19

Mérés

- Véglapédzési próba, vagy Jominy-próba
- Szabványosított
 - Próbatest
 - Hűtési feltételek
- Menete
 - Ausztenítés
 - Hűtés véglapról
 - Keménységmérés
 - Kiértékelés

Technical drawings of two Jominy test specimens. The left specimen has a diameter of $\phi 32$ mm and a length of $100 \pm 0,5$ mm. The right specimen has a diameter of $\phi 25 \pm 0,5$ mm and a length of $100 \pm 0,5$ mm. Both specimens have a central section of length $3 \pm 0,1$ mm.

20

20

Ausztenítés

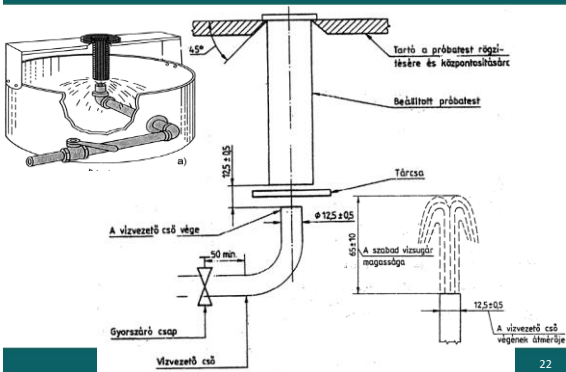
Technical drawing of a specimen for austempering. The specimen has a diameter of $\phi 27$ mm and a length of 105 mm. Labels indicate 'Lágyacél' (soft steel) and 'Grafitzemcsék vagy öntővasforgács' (graphite particles or cast iron scrap).

- Az acél szabványában előírt hőmérsékleten
- 30 perc hőtartással
- Redukáló atmoszférában

21

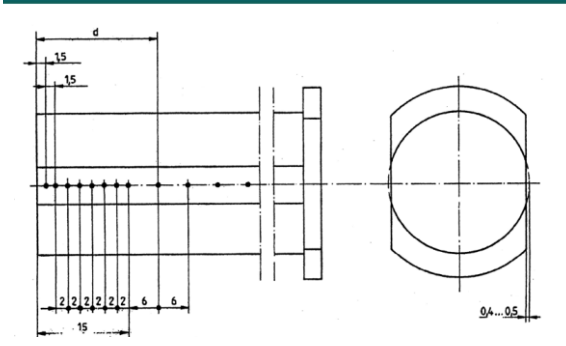
21

att Szabványos hűtési feltételek



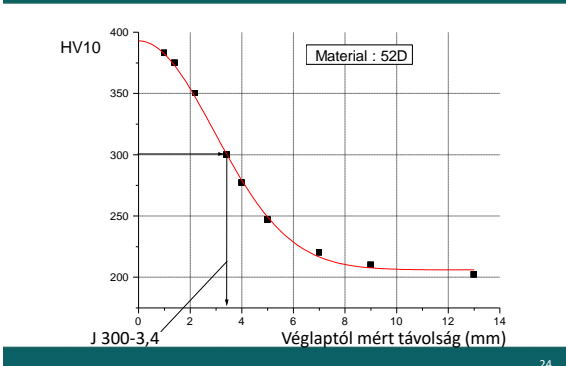
22

att Keménységmérés



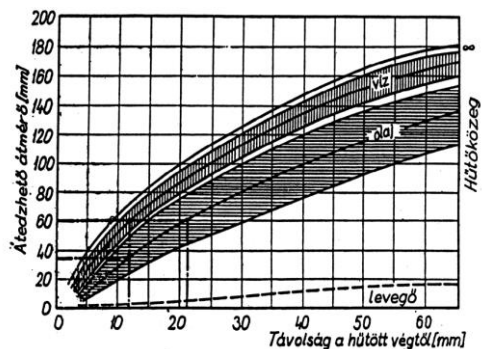
23

att Példa: mérési eredmény



24

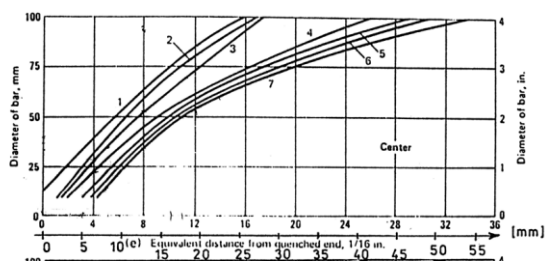
att Közeltő kiértékelés



25

25

att ASM szerinti kiértékelés



26

26

att További alkalmazások

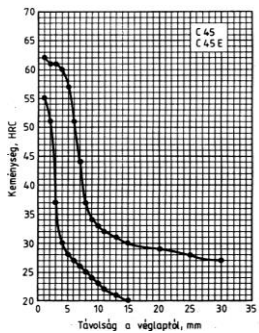
- Alapanyag ellenőrzés
 - Adott keménységnél a mért távolságnak a szabvány szerinti sávba kell esnie
 - Pl.: J45-6/18, vagy J350-6/18
 - Adott távolságnál a szabvány szerinti keménységértékek közé kell esnie a mért keménységnek
 - Pl.: J38/45-15, vagy J340/590-15
- Technológiai információk
 - Edzéssel elérhető maximális/minimális keménység
 - Keménységeloszlás a keresztmetszetben

27

27



Példa – Jominy görbék

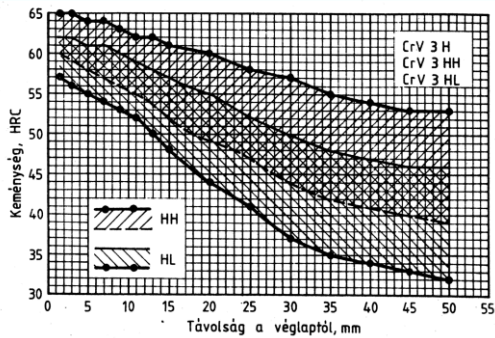


28

28



Példa – Jominy görbék



29

29



3: Ötvözők hatása az ausztenit szemcseméret növekedésre



- Mn, Si és B növeli a szemcsedurvási hajlamot
- Szemcséfinomító hatásúak a Ti, V, Nb, Al, Zr
 - Finom, egyenletes karbonitrideket alkotnak, amelyek szemcsesíráként funkcionálnak, növelik a szemcsehatár mozgás energiaigényét is
- A többi ötvöző lényegében nincs hatással a szemcsedurulásra

30

30



7: Ötvözők hatása az újrakristályosodási hőmérsékletre



- A melegszilárdságot, az újrakristályosodási hőmérsékletet az ötvözők növelik
 - W, Mo $\sim 110^\circ\text{C/at}\%$
 - V $\sim 55^\circ\text{C/at}\%$
 - Cr $\sim 30^\circ\text{C/at}\%$

34

34



Dr. Orbulov Imre Norbert – orbulov@eik.bme.hu

KÖSZÖNÖM A FIGYELMET!

35