

## Hőkezelés 10.07:

### Acellok teljes edzése:

- cél: teljes keresztmetszetben martenzitessé vagy túlnyomórészt martenzitessé tegyük a növetet.

### 1. ötvöztelen acellak forgámatos hűtésű edzése $\Rightarrow$ "Edzés"

#### edzés menete:

1. hevítés edzési hőmérsékletre
2. Hőntartás  $\alpha$ - $\gamma$  átalakulás befejezéséig
3. Hűtés  $V_{krit}$  sebességgel
4. Azonnali megerejtés  $M_s$  alatt

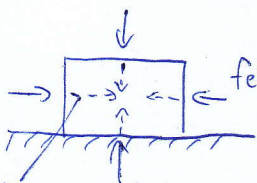
Ezen adatok meghatározása fontos, egy optimum meghatározása

### Hevítés:

- lehető leggyorsabban (szén kiegészének elkerülése miatt)
- hb.  $300^\circ\text{C}$  lassan (nagy a repedés veszély)
- hb.  $600^\circ\text{C}$ -tól viszont nagyon gyorsan (nagy a C kiegész veszélye)



### hevítés problémái:

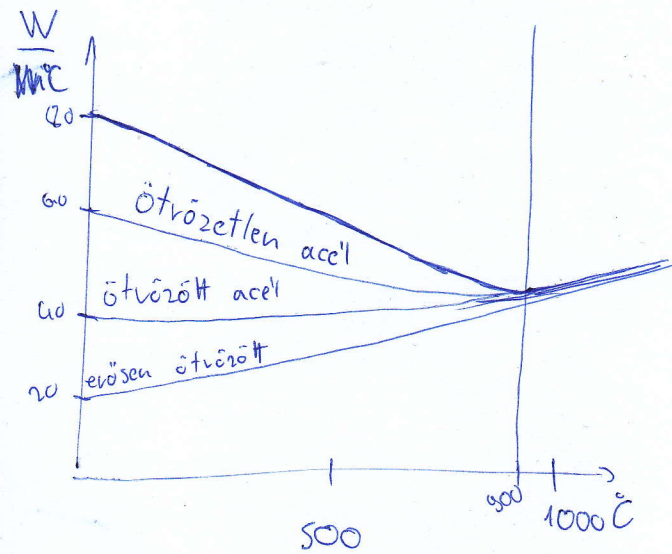


felületi hűtés: nagyobb hőmérséklet különbség esetén, nagyobb érték

hővezetési tényező: kémia összetétel elsősorban, kismértékben az anyag hőmérséklete határozza meg. Az adott érték nem befolyásolható.

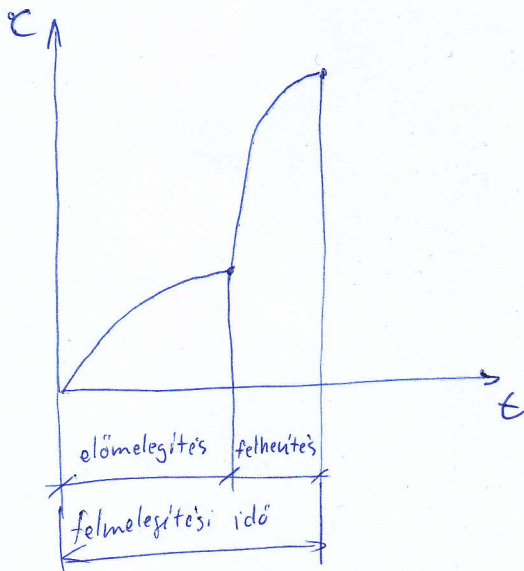
erő: a molb. hevítésokor hőfeszültség jön létre  $\rightarrow$  repedést okozhat

## Hővezetési tényező:



'X'-el kezdődő anyagot különleges elbárást kapnak. Ma's hogy viselkednek.  
Különleges anyagok

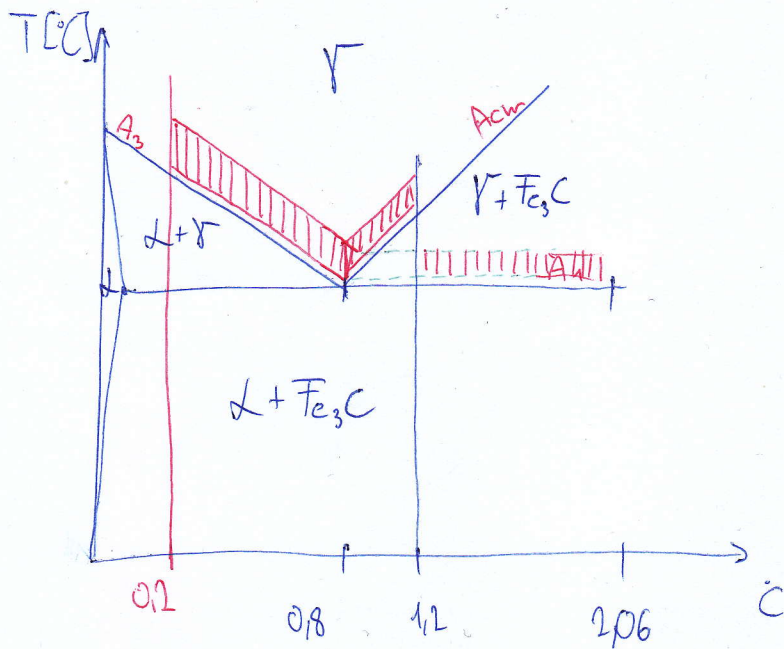
Hőfeszültség csökkentése: előmelegítő kemencevel



- Hűtési javaslatok:
- Nagy méretű mdb-nál  $\rightarrow$  lassú hűtés
  - Ötözött mdb-nál  $\rightarrow$  lassú hűtés
  - Területi kiterjedése egyenlőtlen  $\rightarrow$  az elhúzóda's miatt lassú hűtés  
PL: kétirányú (lemez), hosszú tengely
  - Rideg szövétű mdb-nál (edzett)  $\rightarrow$  lassú hűtés

\* Minden más esetben az előmelegített kemencebe bevágható.

## Edzési hőmérséklet választása:



• 0,2 - 0,8 %-nál  $\rightarrow A_3 + (30-50)^\circ\text{C}$   
 Azért kell pontosan betartani, mert az ausztenitnek itt a legfinomabb a szemcsémelete.

• 0,8 - 2 %-nál két lehetőség

1.  $A_1 + (30+50)^\circ\text{C}$

2.  $0,8 - 1,2\% \rightarrow A_{cm} + (30+50)^\circ\text{C}$

2b.  $1,2 - 2\% \rightarrow A_1 + (30-50)^\circ\text{C}$

2: Ezen a hőfokon homogén ausztenit jön létre amiből edzés után homogén martenzit lesz (szerszámmal jó)

2b:  $A_1 + (30-50)^\circ\text{C}$ -ről edzünk, akkor előtte a másodlagos  $\text{Fe}_3\text{C}$  hálót hőkezeléssel el kell bontani, be kell gömbösíteni. Ezután jöhet a md. edzése. Edzés utáni szövetszerkezet a martenzitbe a  $\text{II Fe}_3\text{C}$  gömbök tovább emelik a martenzit keménységét.

P/1: 1,2 %-nál 93% perlit és 7%  $\text{II Fe}_3\text{C}$  van.

2 %-nál 80% perlit és 20%  $\text{II Fe}_3\text{C}$  van

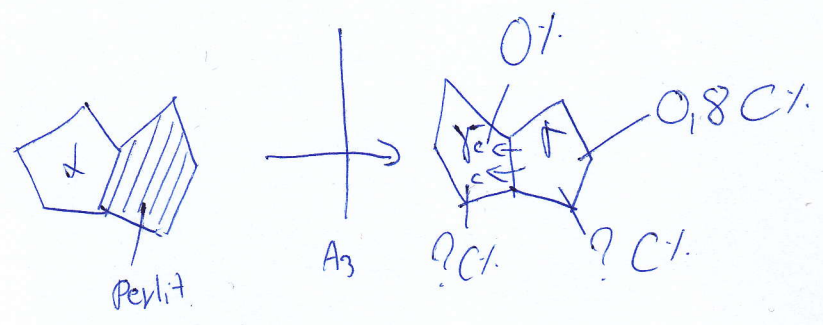
\* Szabrány szerint járunk el. ~~forrás~~

## Hőntartási idő:

mi történik?

Akkor kezdődik a hőntartási idő amikor a teljes km. egy hőfokon van. és a diffúziós folyamatok lejártnak.

Pf.



Optimum keresztm. mennyi a legkevesebb idő amíg lejátszódik a folyamatok

## Tapasztalati adatok:

• Hipo-eutektoidos acéloknál

$$t = 10 + \frac{a}{2} \text{ [perc]}$$

$$K_b = 10 \sim 30$$

a: a mdb. jellemző mérete mm-ben

• Hiper-eutektoidos acéloknál

$$t = 30 + \frac{a}{2} \text{ [perc]}$$

A carbid elbontás miatt több idő.

Hűtés: A legkritikusabb része a hűtésnek

Hűtőközegek:

- levegő
- olaj
- polimerek
- sófürdő, fémfürdő
- víz
- kezelt víz

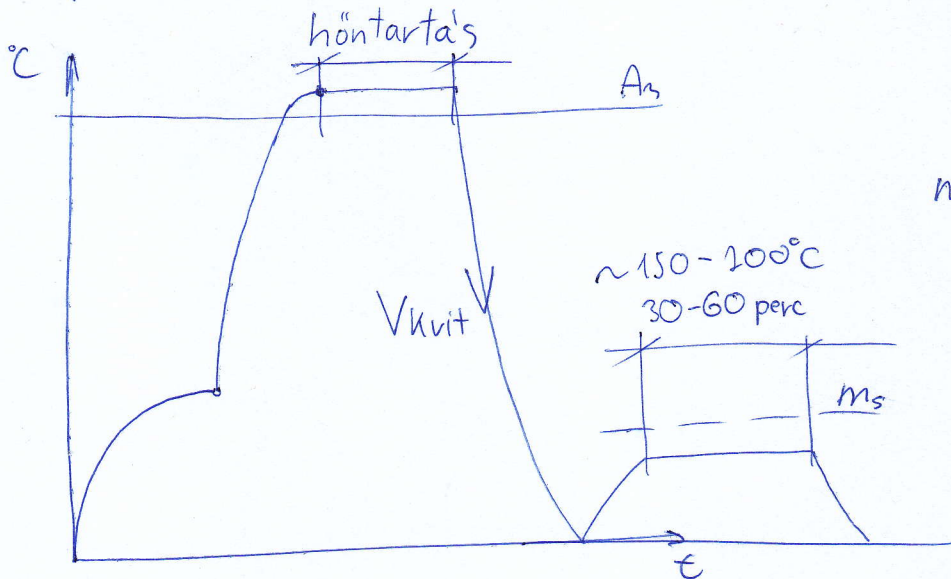
A lehető leggyorsabban, de úgy, hogy repedés ne következzen be.

Azonnali megeresztés:

$M_s$  alatt! előző óra anyagga

Hőkezelési diagramm:

Hipoeutektoidos



Pl: edzésnél HRC 62-63  
megeresztés után HRC 58 $\pm$ 2

## Maradék ausztenit, mélyhűtés:

↳ edzésnél át nem alakult ausztenit

menyisége: változó

- ötvözetlen acélokban 1-4%
- ötvözött acélokban 5-10%
- erősen ötvözött acélokban 30% is elérhető

okai: 1.  $M_f$  hőmérséklet negatív hőfokon van

2. A lemezes martenzit tartományokban megmarad

jelenléte: • káros

- keménysege alacsony  $\sim 500$  HV (edzett acél 800-900 HV)
- később átalakulásakor méretváltozást okoz

martenzit fajtérfogat > ausztenit

eltüntetése: mélyhűtéssel, edzés után azonnal

## Edzési feszültségek és elhárítása:

### 1. Kristálysírkészítés

- C feszíti a rácsot  $\rightarrow$  martenzit tetragonális

• C bent rekedése hasznos feszültség

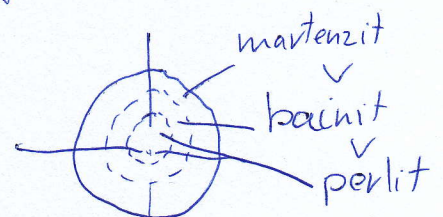
• A tetragonális rácsot és a túlfeszültséget  $M_s$  alatti megeresztéssel meg kell szüntetni.

### 2. Fajtérfogat miatti különbségek:

- a martenzit fajtérfogata nagyobb mint a perlité'

• martenzit > bainit > perlit

csökkentés: azonnali megeresztéssel

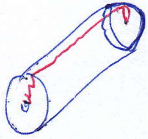
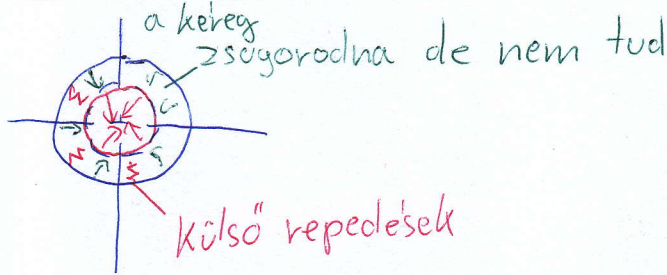


Irányított húzó feszültség lép fel.  
(martenzit tárgulna, de nem tud)

### 3. Zsugorodási feszültségek:

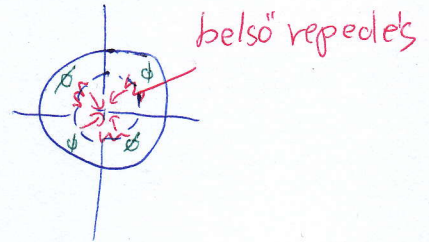
Hűtésnél hőtágulásból, hűtésnél zsugorodás miatt.

#### Hűtés első fázisa:



- felületre merőleges repedés
- megröntetése azonnali megerősítés Ms alatt!

#### Második fázis:



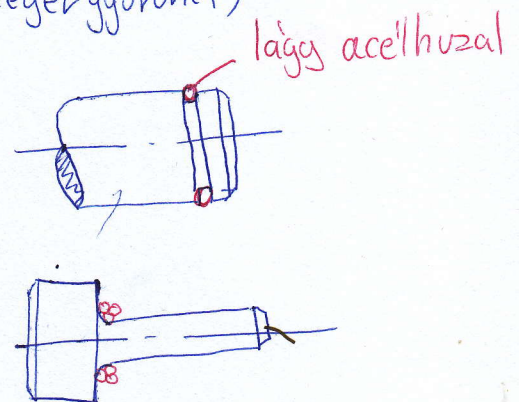
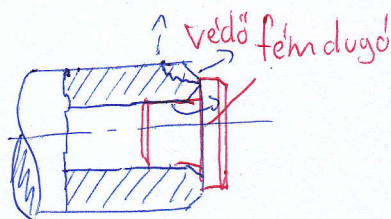
- A kéreg rögzült
- A mag zsugorodna, de a kéreg ezt korlátozza.

### 4. Helyi feszültség csúcsok:

Bemetszések, hornyok, lyukak, Km. változások fokozott repedés veszélyt jelentenek.

- rádiuszos átmenetek
- éles bemetszések elkerülése
- ha nem kerülhető el, akkor hőkezeléskor „árnyékolás”

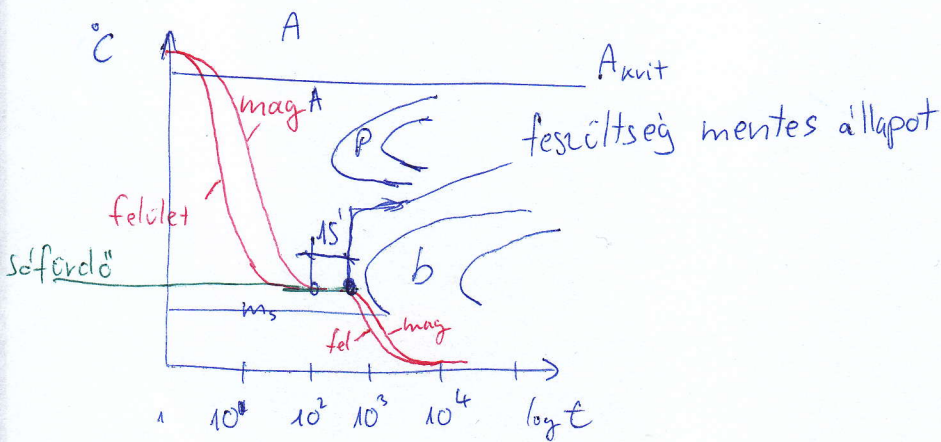
árnyékolás; túlzott hűtés elkerülése (pl: zégergyűrűnél)



## Lépcsős edzés (martemperaálás): izotermás C görbe alapján

- A<sub>2</sub> edzés minimális feszültség bevitelével történjen.  
Többnyire nagy ötvöző tartalmú acéloknaál használják.

2% C ; 12% Cr (nagy méretű szerszámoknaál)



- egy ~~fé~~ fajta feszültség jelenik meg a nagy mérete miatt.

folgamat: 1. Hevítés edzési hőfokra

2. Hőtartás

3. Hűtés M<sub>s</sub> feletti sáfordóban (hőkiegyenlítődés)

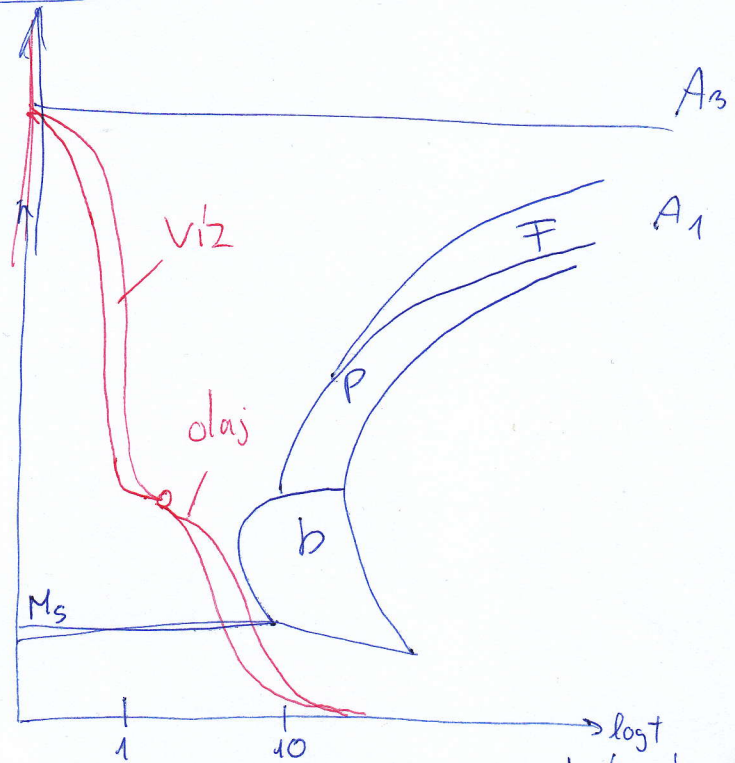
4 M<sub>s</sub> átlépése nyugvó levegőn

- A legkritikusabb az M<sub>s</sub> átlépése, ha ez nyugvó levegőn történik akkor csak a kristályrács feszültség lép fel, a többi nem.  
Repedés mentes áll.

A1



Kombinált edzés:



- Azért kezdünk vízhűtéssel, mert a b/p bomlást elkerüljük
- Ms átlépése enyhébb hűtőközeggel (olaj)

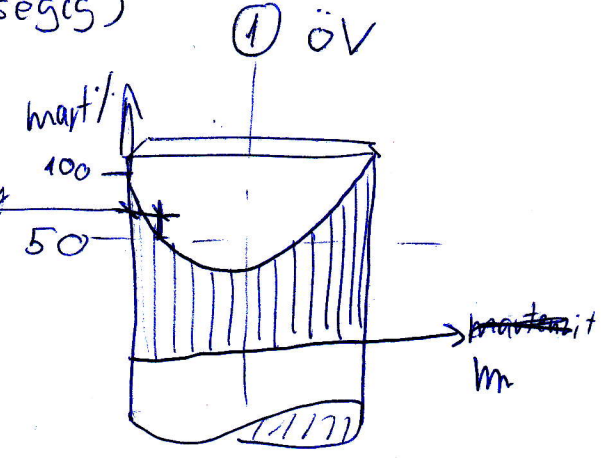
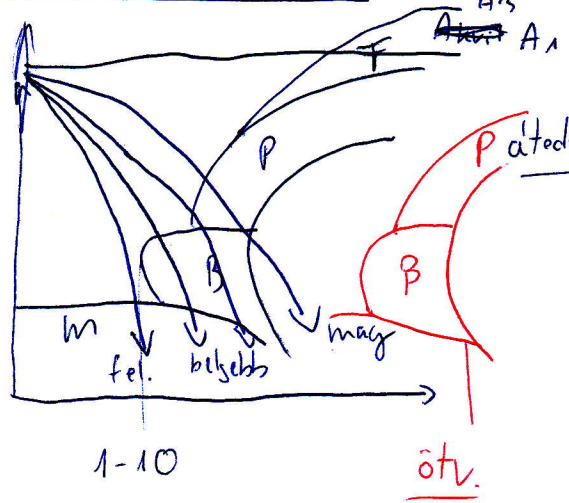




Diagram illustrating the relationship between the variables  $x$  and  $y$ . The curve shows that as  $x$  increases,  $y$  also increases, but at a decreasing rate. The red lines represent the values of  $y$  for specific values of  $x$ .

$x$	$y$
0	0
1	1
2	4
3	9
4	16
5	25

Acélok átvezethetősége: (melyen mélységig)



nem elegendő át teljes km.-ben

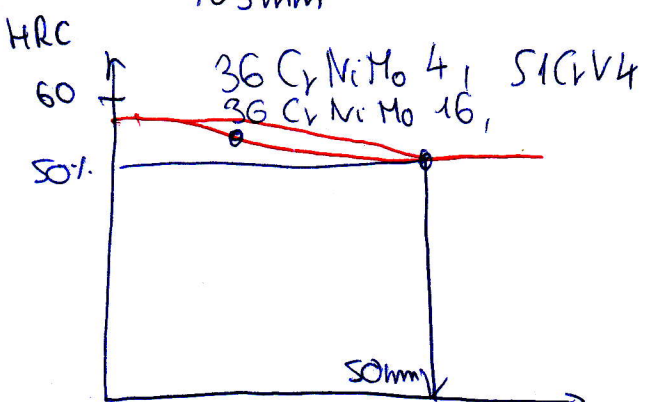
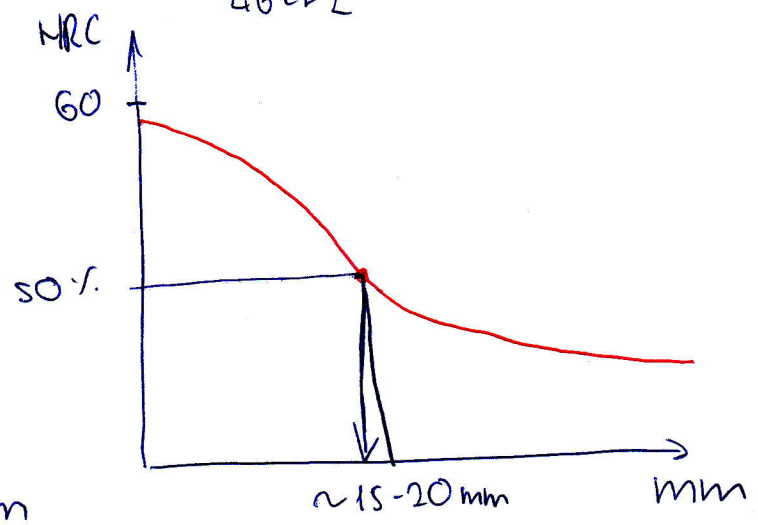
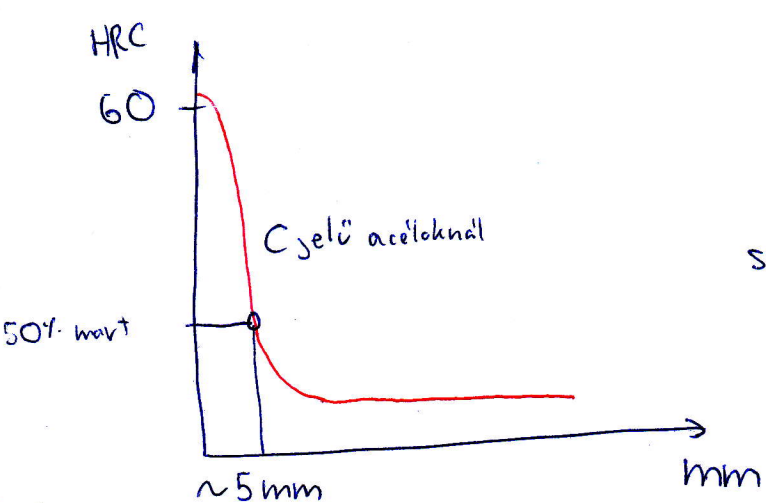
Várhatóan teljes km.-ben átveződik, ebben az esetben.

Jellemző:

- ötvözetlen szerkezeti acélok csak kis keresztmetszetben edzhetők át (C35, C45, C50)
- kisebb ötvözött acéloknál az átvezethető keresztmetszet nő/nagyobb.
- nagy ötvözeti tartalomnál akár 100-300 mm is átvezethető

PL: 28Ma6 kisebb ötv.  
38Cr2  
46Cr2

Jellemző Jominy-görbe:



10083 m

nagy ötvözött tart.

Ace'lok kiválasztásos keménységese: nagy ötvöző tartalmú anyagoknál (20-30% ötvöző)

Edzés után az  $\alpha$  vasban oldott szén és egyéb fém atomok utólagos felhevítés után kioldódnak, karbidokat és fémes vegy. hoznak létre.

Az edzett darab keménysége tovább fokozható ezzel a művelettel.

Pl: gyorsace'lok

Gyorsace'l: C, Cr, W, V, Mo, Co

R3-as rapid ace'l: 18% W, 4% Cr, 1% V (1906 Taylor)

• 550-600°C-on is megtartja a szerszám a keménységét

Ötvözők: szén feladata

C:  
• C: 0,7 - 1,5%  
• martenzites edzéshez, karbid képzéshez

Cr: ~ 4%  
• C görbét jobbra tolja, kedvező edzés  
• szilárdság növelés  
• karbid képző  
• hőszilárdságot növeli  
• reverzibilitást csökkenti

Mo: ~ 0 - 1%  
• hasonló hatása a W-hoz  
• ~~kezd~~ helgettesíti, de nehezebb edzés.

W: ~ 18%  
• karbid képző  
• megeresztés állóság növelése  
• hőszilárdság biztosítása

Co: ~ 0 - 12%  
• megeresztés állóság emelés  
• hőszilárdság javítás

V ~ 1-4%  
• karbid képző  
• W-t helgettesíti (1% V  $\leftrightarrow$  3% W)

Gyorsacélokn edzése: izotermás C-görbe alapján történi

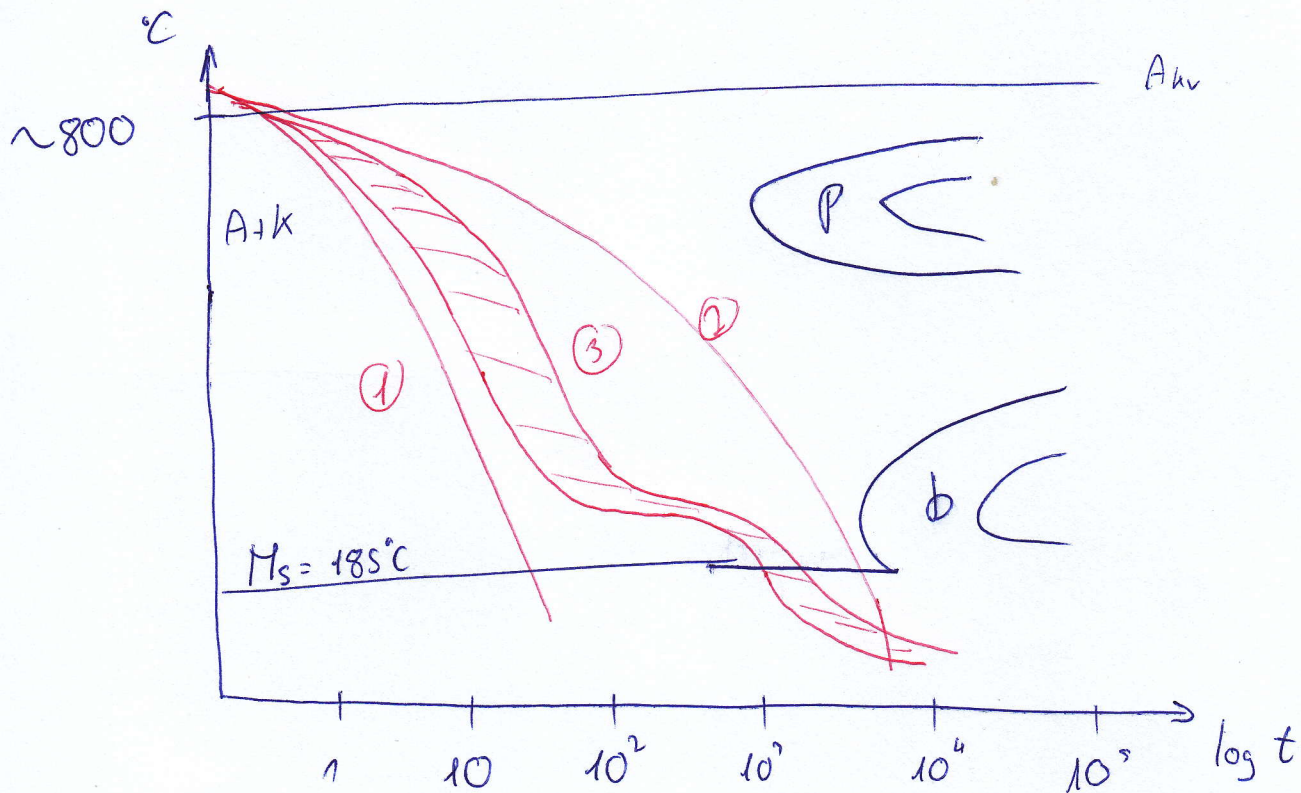
edzési hőmérséklet: nagyon magas 1230-1320°C → karbidok oldódásának

nevelés: • 0-500°C-ig lassan (rossz hővezetés miatt) \* repedés veszély

• 500-900°C-ig gyorsan

• 900°C-tól nagyon gyorsan, sófördőben

hőntartás: nincs



1: olajhűtés: kisebb méretű szerszámmoknál

2: léghűtés: nagy méretű egyszerű szerszámmoknál  
(fűt levegő)

3: lépcsős: • nagy méretű, bonyolult szerszámmoknál  
edzés

• eredménye 57-62 HRC

- ez a keménység alacsony, mert kb 30% ausztenitet tart.

- A2 & es a maradék ausztenit tartalmazza a karbidokat oldott állapotban

## Kikeményítő hőkezelés:

célja: a, kiválóabb edzés

b, maradék ausztenit átalakítása martenzitte'

Edzés után 2-3 x kb: 500-600 °C -va melegítik, ott hőtartsák és lassan hűtik

## folgamatok:

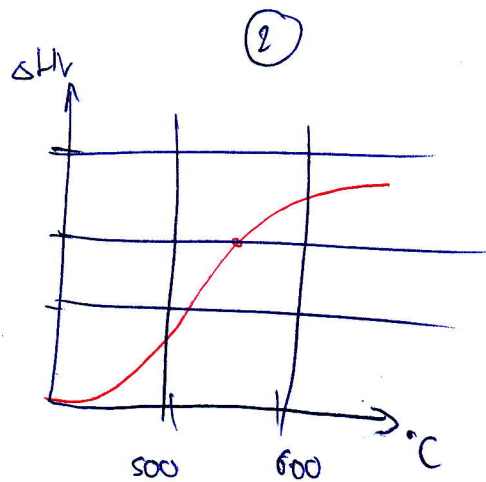
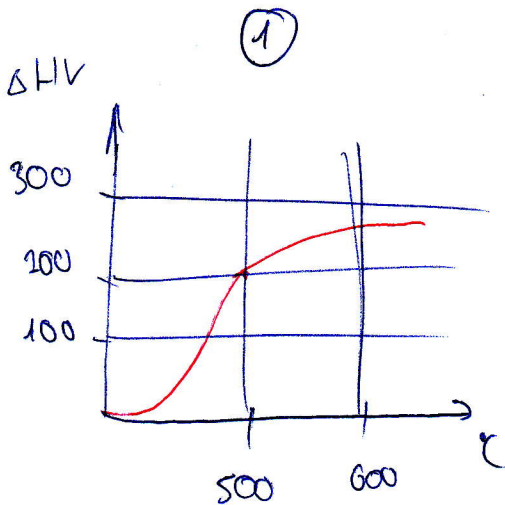
1. - a szekunder karbidok kiválnak finom diszperz állapotban  
• keménység növelő hatású

2. - a maradék ausztenit az oldott elemek távozása után már nem olyan stabil, a kikeményítés után hűtéskor martenzitte' alakul. ~~☞~~ a

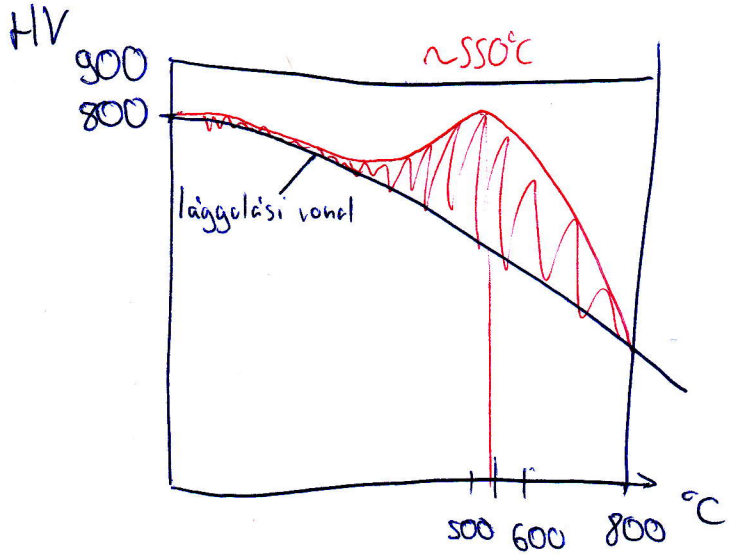
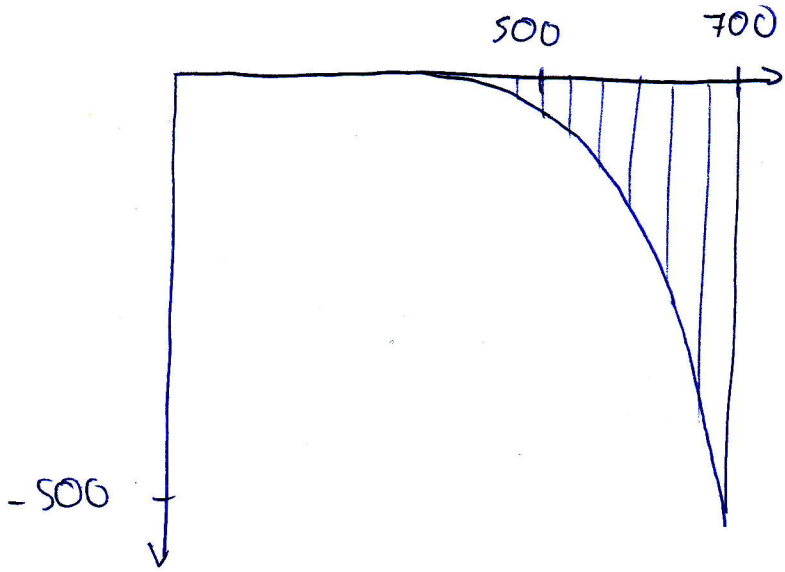
• keménység növelő hatású

3. - De! A martenzit egy része ~~☞~~ szferoiditte' alakul } . lágyító hatás

4. - A szekunder karbidok szemcse'sednek



3-4

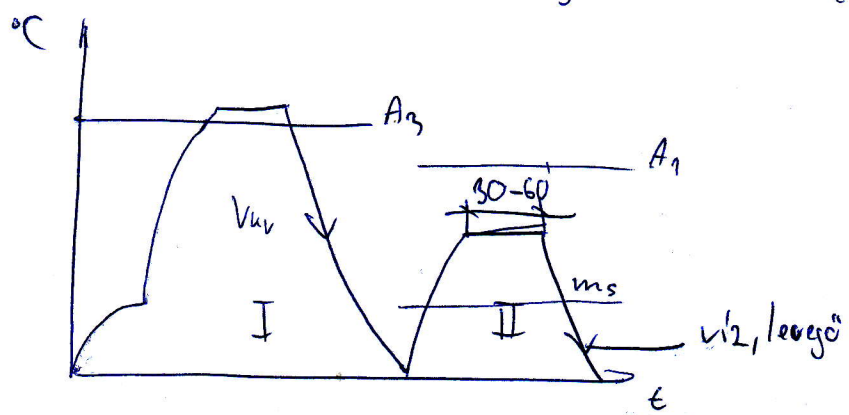


Acelemek szívósság fokozó hőkezelése:

szívósabb, ha több munkával terhethető el. [KvS KvJ KcV KcU  $\frac{J}{cm^2}$ ]

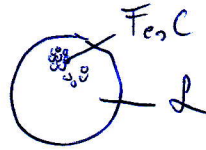
nemesítés: két lépésben végzett hőkezelő eljárás

- I. martemítés edzés
- II. célnevein választott magas hőmérsékletű ( $M_s$  feletti) megemelés



## M<sub>s</sub> feletti megeresztés:

- éggőn létre a szferocidit
- $\alpha$ -ban nagyon finom eloszlású  $Fe_3C$  korongok
- 10000x-es nagyításban látható



## I. lépés: martenzites edzés

- az edzésnél tanultak alapján

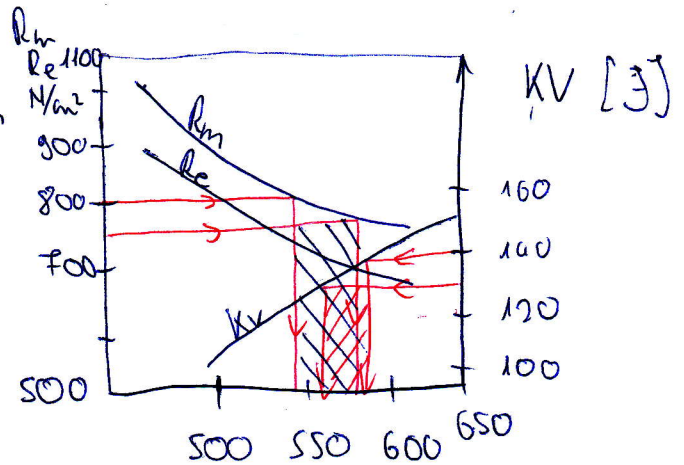
## II. megeresztés:

- hűtési diagram alapján

hőmérséklet megválasztása:

1.  $R_m$  ( $R_e$ ) alapján PL:

előírt érték megadja a hőfoktartományt



2. Ütőmunka ( $KV$ ) minimális értéke alapján

\* tervezői/mérnöki döntés

## Megeresztési elvhidegedés:

- ha a  $Mn, Cr, Cr-Mn, Cr-Ni$  összetételű acélokat megeresztés után lassan hűtjük, bizonyos szegregációk miatt az ütőmunka csökken.

PL: 28Mn6, 38Cr2, 41Cr4

- Az elvhidegedés 450-600°C között jelenik meg.



## Elkerülése:

1. Megerevítés után gyors hűtéssel (víz)

2. Molibden és Vanádium ötvözésű acélok választása ferritikor.

Mo

V

pl: 2SCrMo4 ; 36CrNiMo4 ; 51CrV4

• Megerevítés után levegőn hűthetők