

M Ű E G Y E T E M 1 7 8 2

**Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem**

# FÉMEK TECHNOLOGIÁJA

## Szerkezeti acélok

**Dr. Palotás Béla**

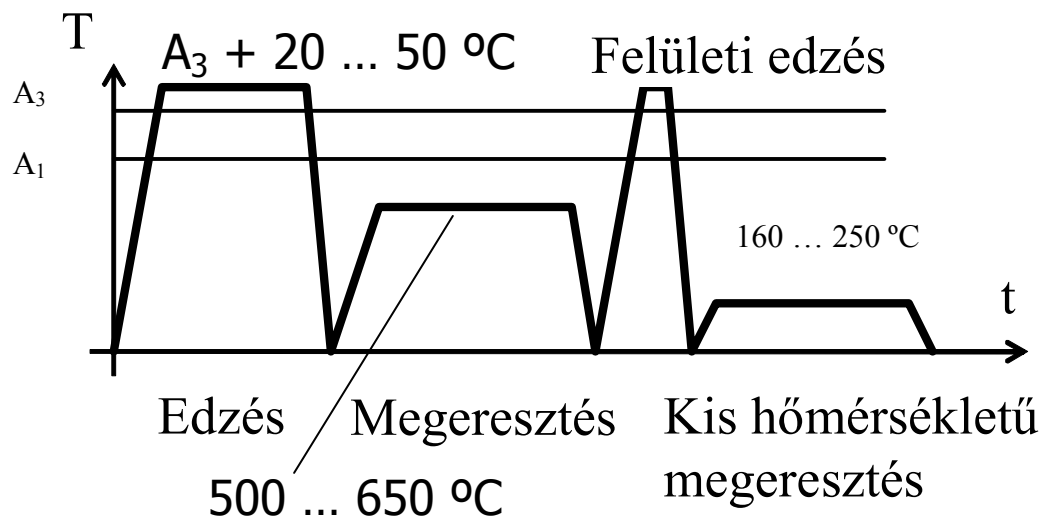


**Anyagtudomány és Technológia Tanszék**

# Hegeszthető szerkezeti acélok

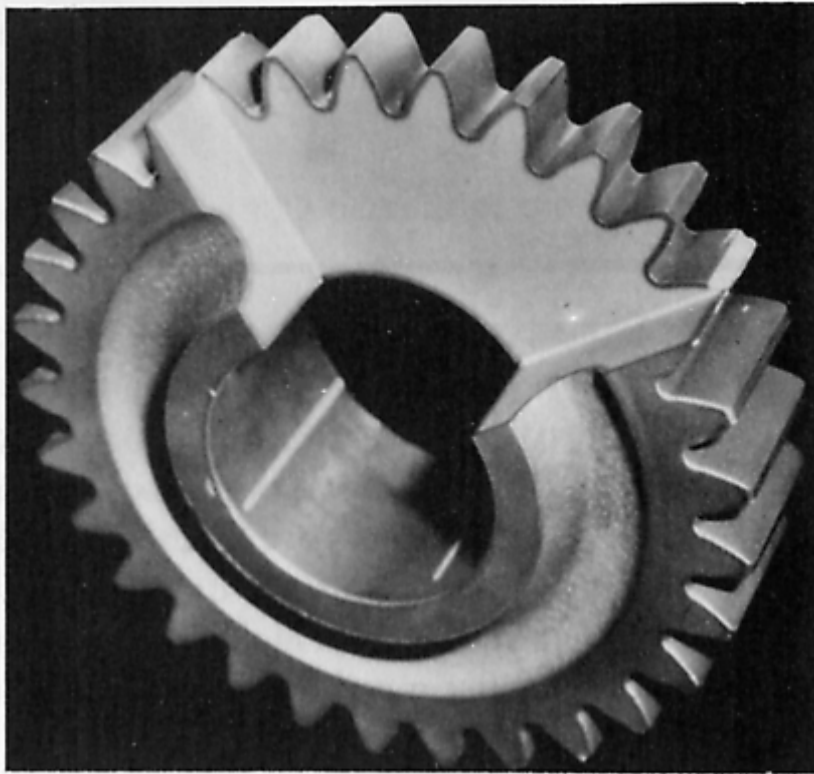
Régi jel				Új MSZ-EN jel					Gégi jel
Nem szabványos de találkozhatunk vele				SZEN1002	MSZ EN 10113		MSZ EN 10028		MSZ1741
Csoport	MSZ6280	MSZ500	ISO Kat.	EN jel	/2	/3	/2	/3	
	37B	Fe235B	B	S235JR	-	-	-	-	
"37"	37C	Fe235C	C	S235J0G3	-	-	P235GH	-	
"235"	37D	Fe235D	D	S235J2	-	Nyomástartó edényhez			
"265"	-	-	C	-	-	-	P265GH	-	KL2
	45B	Fe275B	B	S275JR	Normalizált	Termomech. heng.		-	
"45"	45C	Fe275C	C	S275J0	-	-	Alacsony hőm.-en szavatolt KV		
"275"	45D	Fe275D	D	S275N	S275N	S275M	-	P275NH	
	-	-	E	S275J4	S275NL	S275ML	-	P275NL	
"295"	-	-	C	-	-	-	P295GH	-	KL7
	-	(Fe355B)	B	S355KR	Kis szennyező tartalom		Kúszáshatár szavatolt		
"52"	52C	(Fe355C)	C	S355K0	-	-	(P355GH)	-	
"355"	52D	(Fe355D)	D	S355K2G3	S355N	S355M	-	-	
	52E	-	E	S355J4	S355NL	S355ML	-	P355NL	
	E420C	-	C	S420LR	-	-	-	-	
"420"	E420D	-	D		S420N	S420M	-	-	
	E420E	-	E	Kül. csillag	S420NL	S420ML	-	P420NL	
	E460C	-	C	S460K0	-	-	-	-	
"460"	E460D	-	D		S460N	S460M	-	-	
	E460E	-	E		S460NL	S460ML	-	P460NL	
ReH				Átmeneti h	KV = 27J	KV = 40J	KV = 60J	ISO	
				+ 20 C	JR	KR	LR	B	
Szerkezeti acél				0 C	J0	K0	L0	C	
				- 20 C	J2	K2	L2	D	
				- 40 C	J4	K4	L4	E	
				- 50 C	J5	K5	L5		
				- 60 C	J6	K6	L6		

# Nemesíthető acélok és hőkezelésük



C22E, C22R, C25\_, C30\_, C35\_, C40\_, C45\_, C50\_, C55\_, C60\_,  
28Mn 6, 38Cr 2, 38CrS 2, 46Cr 2, 46CrS 2, 34Cr 4, 34CrS 4, 37Cr 4, 37CrS 4,  
41Cr 4, 41CrS 4, 25CrMo 4, 25CrMoS 4, 34CrMo 4, 34CrMS 4, 42CrMo 4, 42CrMoS4,  
50CrMo 4, 36CrNiMo 4, 34CrNiMo 6, 30CrNiMO 8, 36NiCrMo 16, 51CrV 4

# Felületi hőkezelések



- Cél:
  - Kopásálló réteg
  - Szívós mag létrehozása
- Felületi hőkezelések
  - Felületi edzések
    - Lángedzés
    - Nagyfrekvenciás edzés
    - Mártó edzés
  - Termokémiai kezelés
    - Nitridálás
    - Boridálás
    - Cementálás
  - Fémbevonatok készítése



# Fémbevonatok készítése

---

## ■ Alítálás

- Hőállóság növelése, 0,3 ... 0,8 mm nagy Al tartalmú kéreg ( $850 - 1100\text{ }^{\circ}\text{C} \Rightarrow 6 - 8\text{ h}$ )

## ■ Kromálás (keménykrómozás)

- Hő- és korrózióálló, kopásálló  $\Rightarrow 0,1 \dots 0,3\text{ mm}$  ( $1000 - 1050\text{ }^{\circ}\text{C} \Rightarrow 10 \dots 20\text{ h}$ )

## ■ Szilikálás

- Hő- és savállóság, 0,5 ... 1 mm kéreg ( $1100 - 1200\text{ }^{\circ}\text{C} \Rightarrow 4 \dots 10\text{ h}$ )

## ■ Boridálás

- Jelentős felületi keménység ( $\text{HV} > 1200$ )
- Jó sav- és hőállóság is

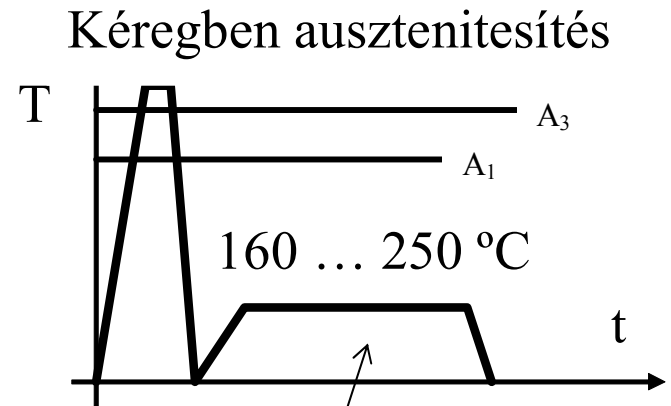
# Felületi edzések

## ■ Az edzés feltétele

- Ausztenitesítés
- Kritikus lehűtési sebességnél gyorsabb hűtés

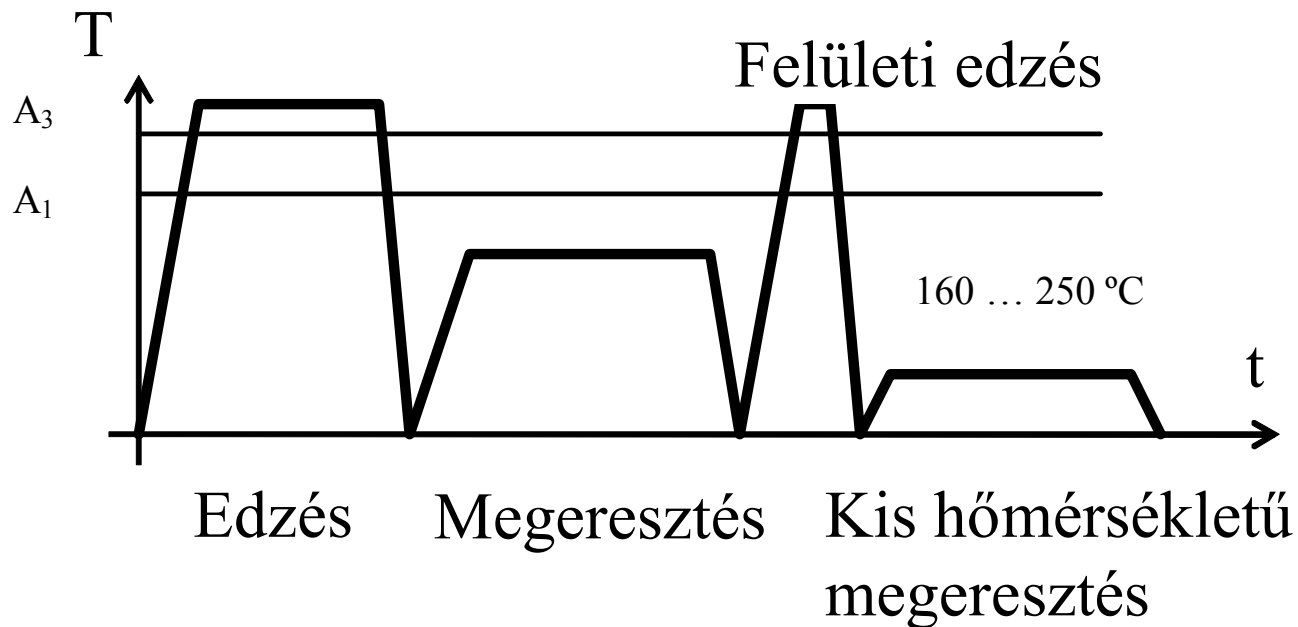
## ■ Megvalósítható

- Csak kéregben ausztenitesítés és hűtés kritikus sebességnél gyorsabban (vízben)
- Teljes keresztmetszetben ausztenitesítés kéregben hűtés a kritikusnál gyorsabban



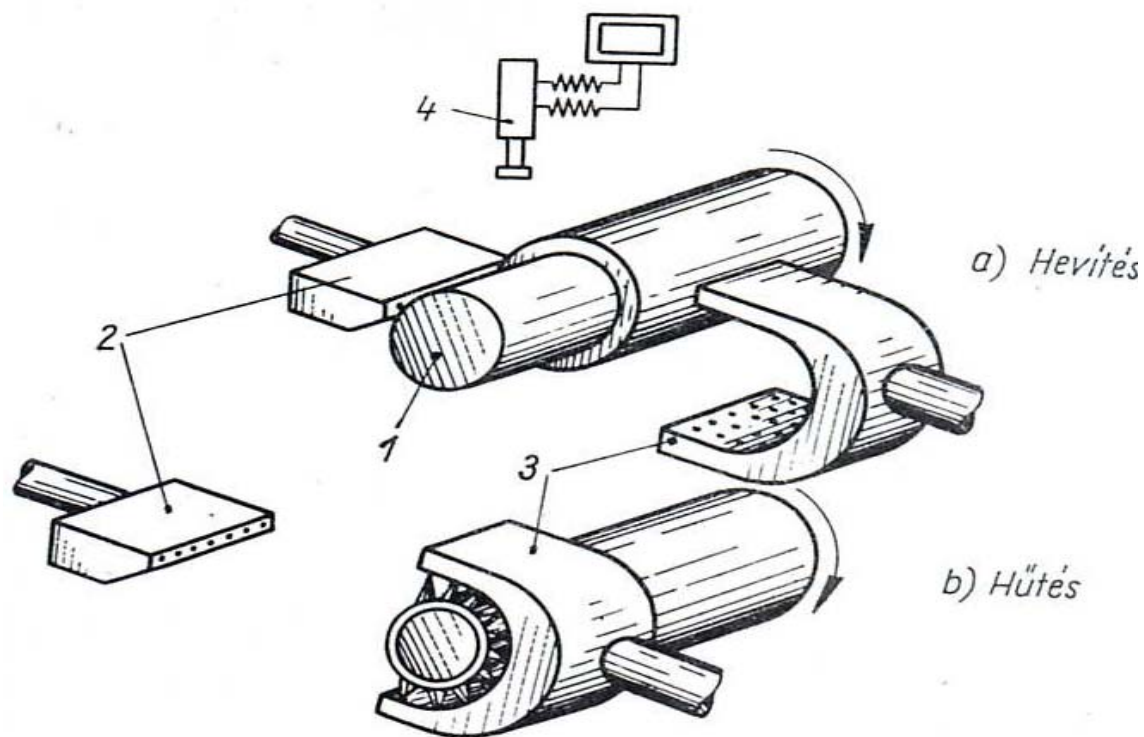
A réteg ridegségét csökkentik

# Teljes hőkezelési ciklus

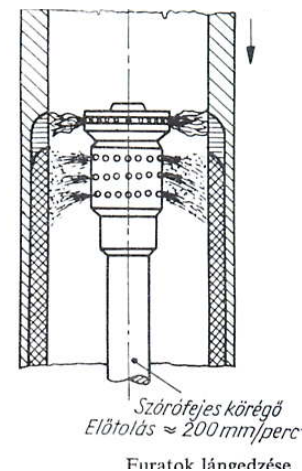
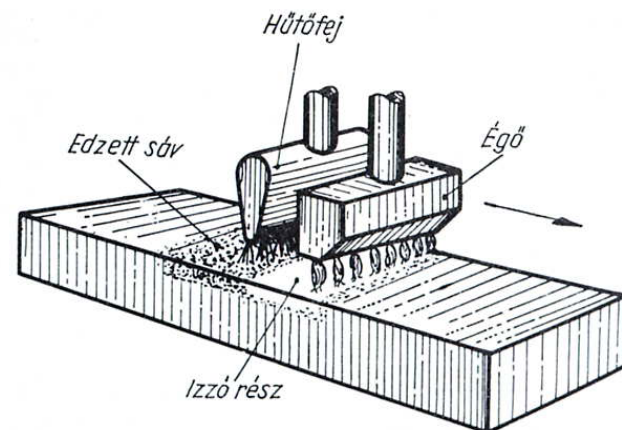


A nemesítés biztosítja a szívós magot, a felületi edzés biztosítja kopásállóságot a felületen

# Lángedzés 1.

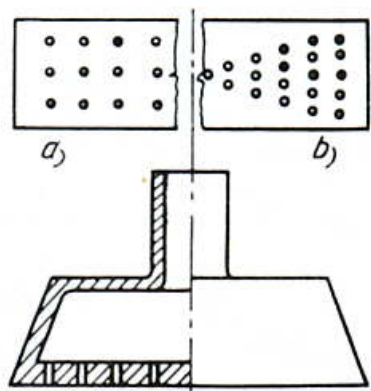


ra. Tengelycsapok forgó szakaszos edzése. 1. az edzendő csap, 2. fúvókás égő, 3. vízzuhanyos hűtőfej, 4. pirométer

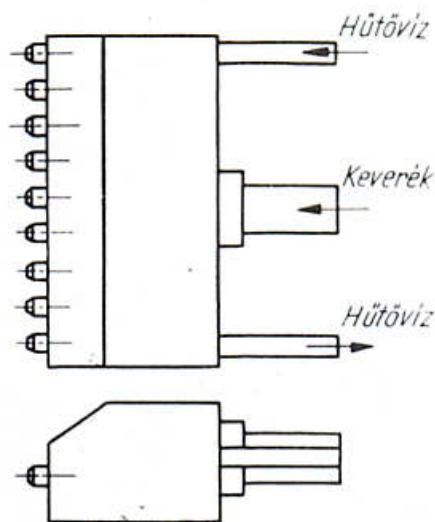




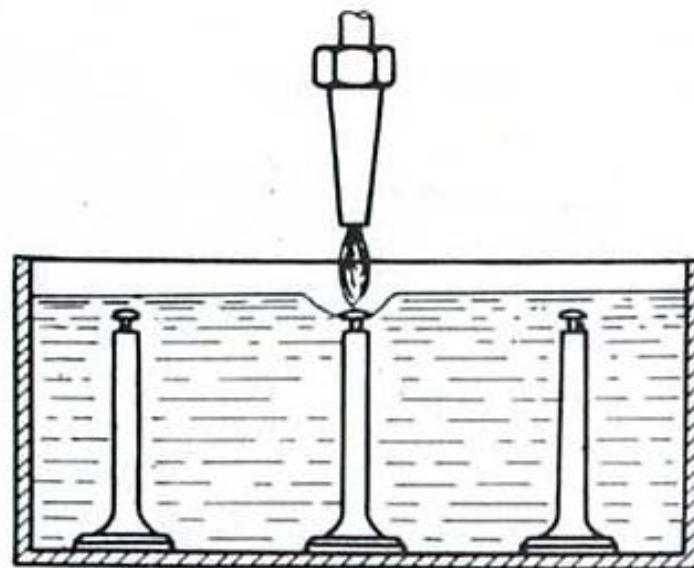
# Lángedzés 2.



Furatos égő síkfelületek  
lángedzésére. a) egyenletes, b) a  
szélek felé növekvő lángteljesít-  
ményre



Fúvókás égő



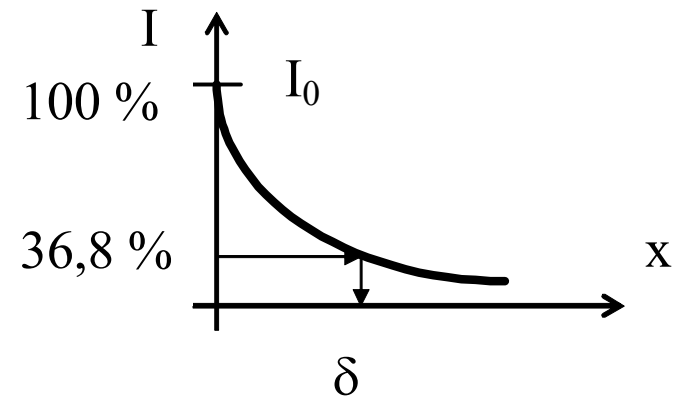
Szelepvégek álló szakaszos  
lángedzése gázhegesztőpisztollyal

# Nagyfrekvenciás edzés elve

- A darabokat a mágneses hiszterézis veszteség és az örvényáram hevíti fel  $\Rightarrow C \geq 0,45\%$  (O – pont konc.)
- Áramsűrűség a darabban  $x$  mélységben:

$$I_x = I_0 e^{-\frac{x}{\delta}}$$

- Kéregvastagság:
  - $\delta = f$  (f, erg. sűr., t ...)
  - Frekvencia nő vékonyabb kéreg



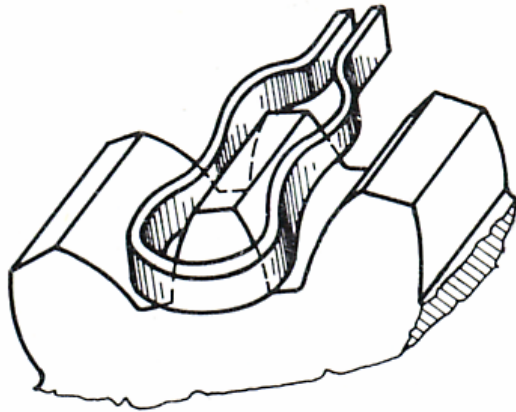
$\rho$  : Fajlagos ellenállás

$$\delta = 503 \sqrt{\frac{\rho}{\mu f}}$$

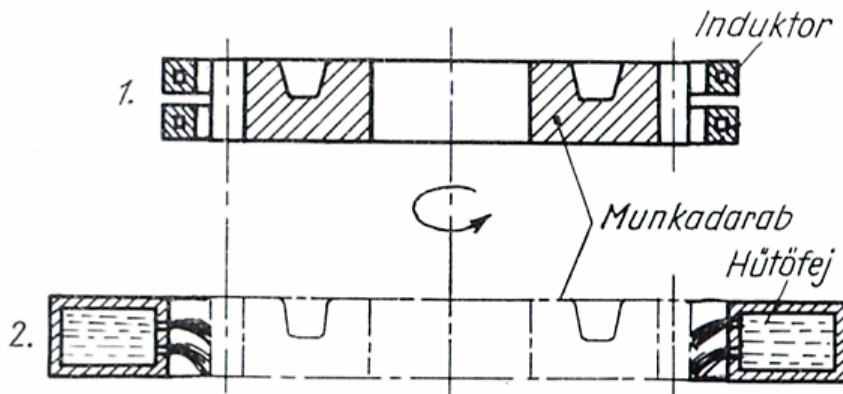
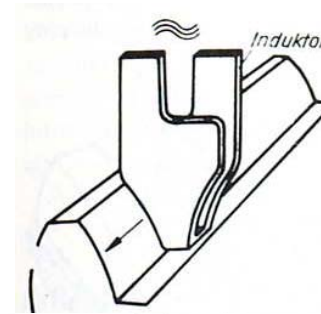
$\mu$  : Mágneses permeabilitás

$f$  : Frekvencia

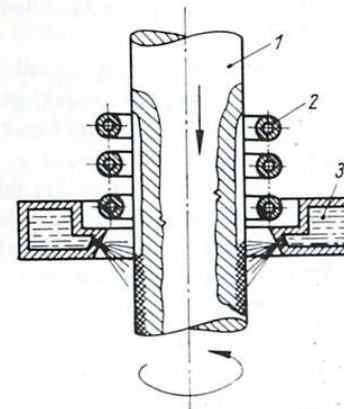
# Nagyfrekvenciás edzés



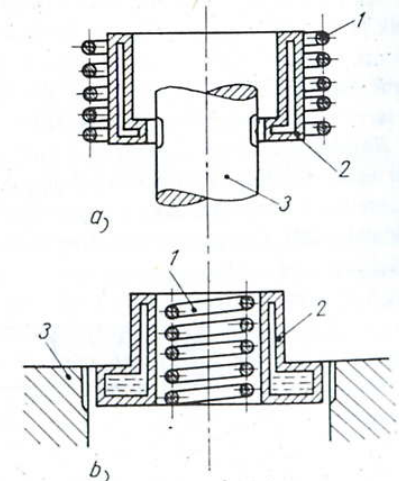
Nagy modulú fogaskerék fogainak álló szakaszos edzése



Fogaskerék forgó szakaszos indukciós edzése: 1. hevítés, 2. hűtés szakasz:



Haladó-forgó folyamatos indukciós edzés. 1. munkadarab, 2. induktor, 3. hűtőfej



Nagyfrekvenciás hevítő koncentrátorok: a) tengelyek, b) furatok edzésére. 1. primer tekercs, 2. szekunder egyengetű tekercs, 3. munkadarab

# Termokémiai kezelések

## ■ Nitridálás

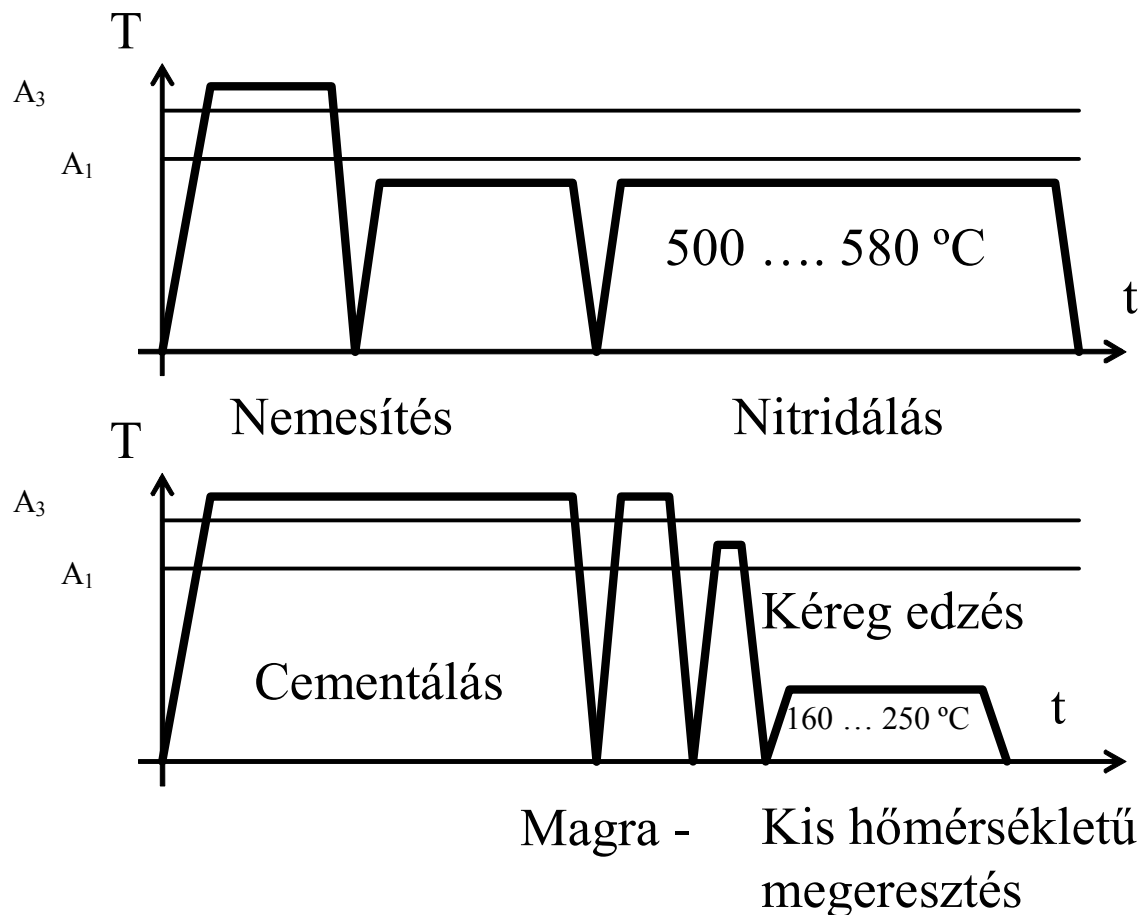
- $HV_{\text{nitrid}} > HV_{\text{martenzit}}$
  - Korrózióállóság nő
  - Kifáradási határ nő
- Gázközegben  
Folyadékban

- Karbonitridálás

## ■ Cementálás

- Szilárd közegben
- Folyadékban
  - Nitrocementálás
- Gázközegben

Szerkezeti acélok



Szerző: dr. Palotás Béla

# Nitridálás

## Nitridálás

- Gázközegben
- Folyékony közegeben
- Ion - nitridálás

## Gázközegben

- $\text{NH}_3 \Rightarrow 3\text{H} + \text{N}$
- Nitridképző ötvözőkkel keményebb kéreg hizható  
létre: Al, Ti, V, Mo, Cr, W Al adja a legkeményebb nitridet

- Nitridek magas hőmérsékletig (1200 °C – ig) stabilak
- Méretpontos alkatrészek készíthetők (nincs allotrop átalakulás)

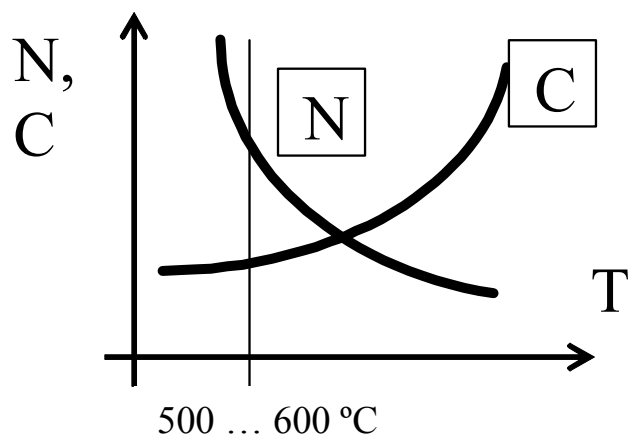


# A nitridálás további változatai

A gázközegű nitridálás hosszú ideig tart: 0,01 mm kéreg : 1 h

## ■ Folyékony közegű nitridálás (cianidálás)

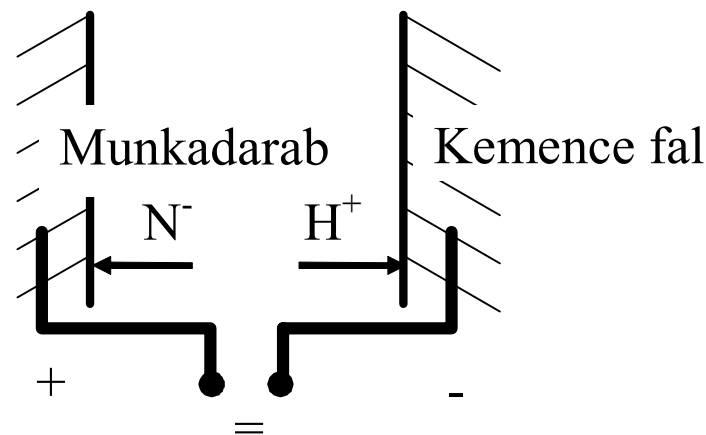
- Karbonitridálás (lágynitridálás) 0,1 mm 1 h



Szerkezeti acélok

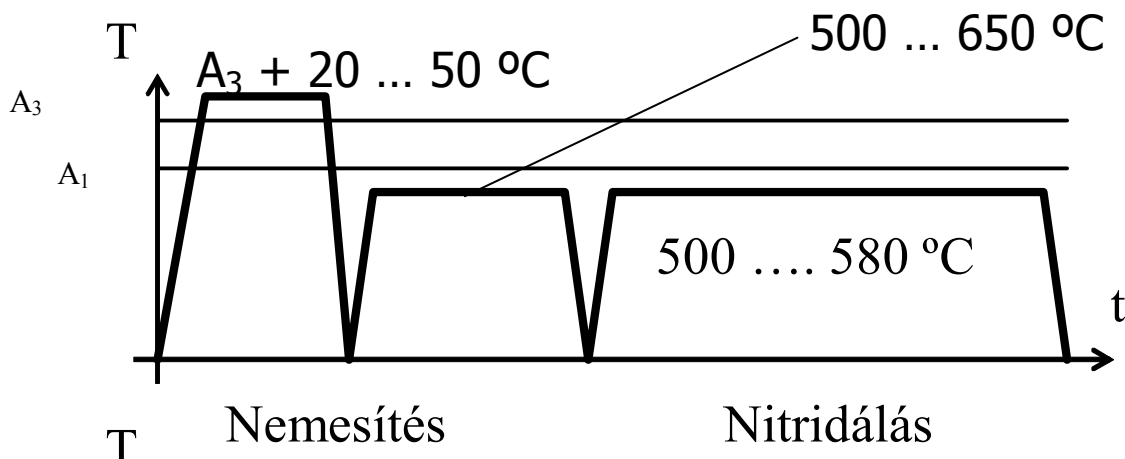
## ■ Ion nitridálás

- Gázközegben, igen gyors a nitridálás az elektromos áramnak köszönhetően



Szerző: dr. Palotás Béla

# Nitridálható acélok és hőkezelésük

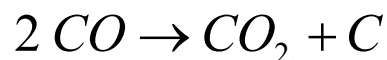
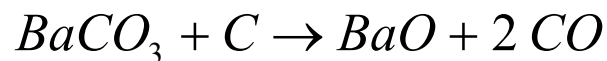


24CrMo 13-6, 31CrMo 12, 32CrAlMo 7-10, 31CrMoV 9, 32CrMoV 12-9,  
34CrAlMo 7-10, 41CrAlMo 7-10, 40CrMoV 13-9, 34CrAlMo 5-10

# Kis C – tartalmú acéloknál: Cementálás

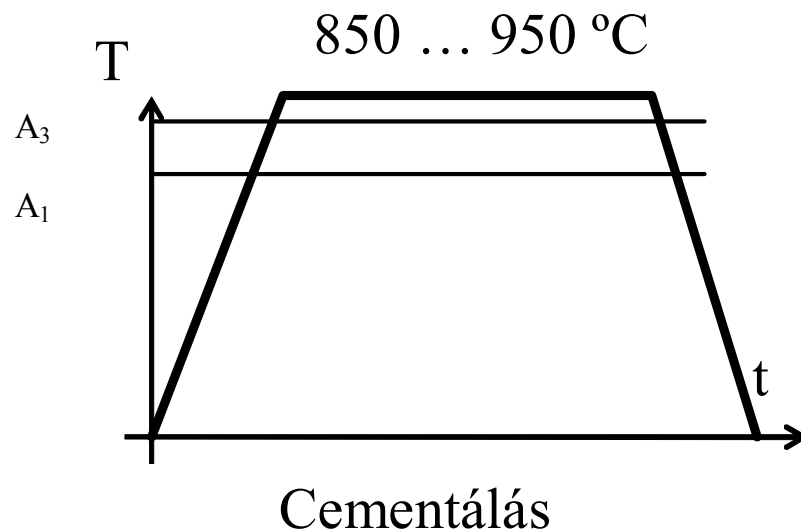
## ■ Szilárd közegben

- Faszén + csontszén +  $\text{BaCO}_3$  gyorsító



- Atomos C létrehozása
- Atomos C a felületen megtapad
- Bediffundál a felületbe

Szerkezeti acélok



0,1 mm kéreg  $\Rightarrow$  1 h

Kb. 0,7 ... 0,8 % C a kéregben

$$x = \sqrt{2Dt}$$

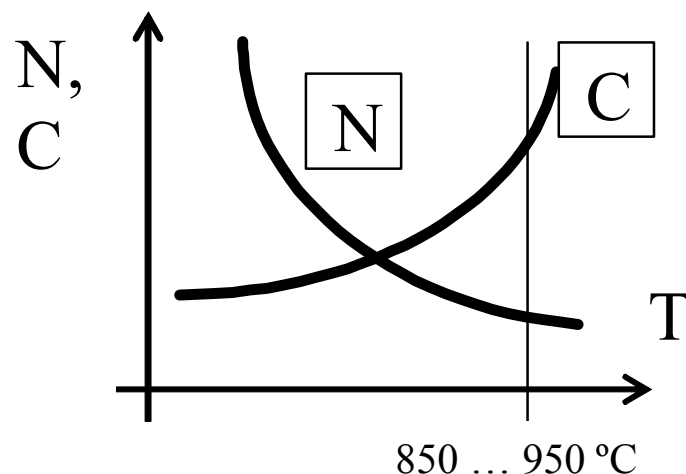
Szerző: dr. Palotás Béla

$$D = D_0 e^{\frac{-Q}{RT}}$$



# Folyékony közegű cementálás

- Sófürdőben ( cián sókat tartalmaz a fürdő, pl. nátriumcianid  $\text{NaCN}$ )
  - Nitrogén is bediffundál a felületbe
    - Nitrocementálás
    - 850 ... 870 °C – on 30 min alatt 0,2 ... 0,25 mm
    - 940 °C – on 30 min alatt 0,45 mm kéreg (itt azonban erős a só párolgása  $\Rightarrow$  mérgező a cián)



# Gázközegű cementálás

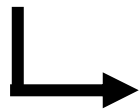
- Tömeggyártásban

- Jól szabályozható, automatizálható

- Nagy a cementálás sebessége

- Endomat gáz + szenítő gáz  $\Rightarrow$  CH<sub>4</sub>

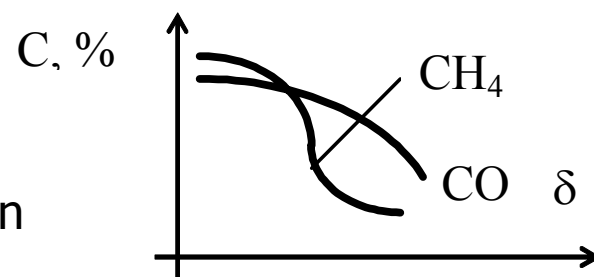
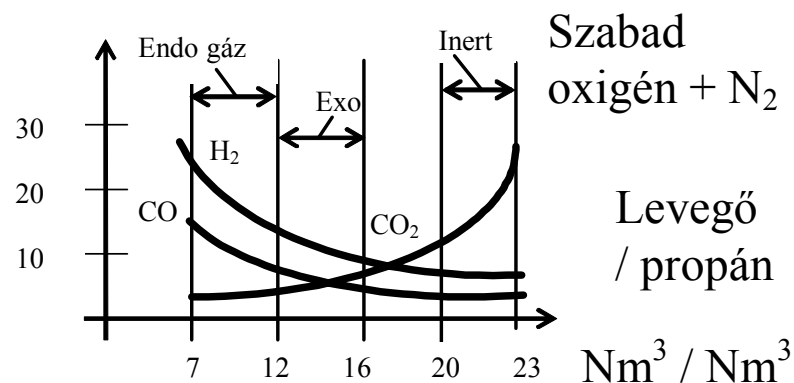
+ Hordozó gáz



$$C_{\text{potenciál}} = 0,6 \%$$

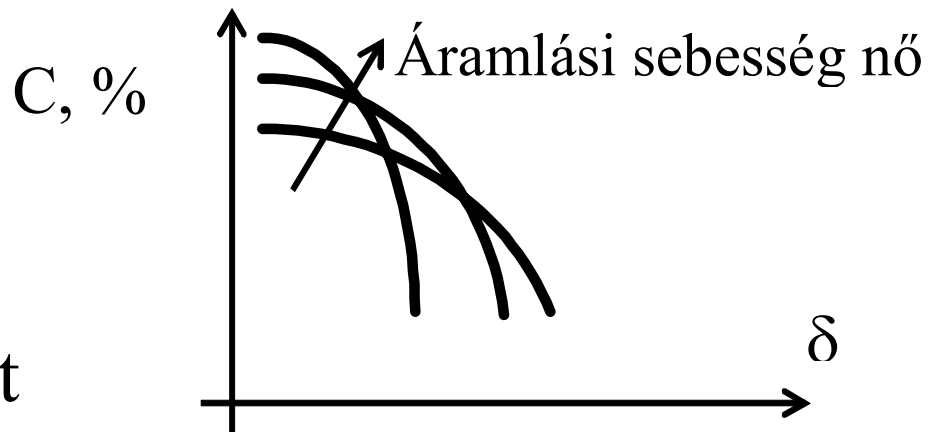
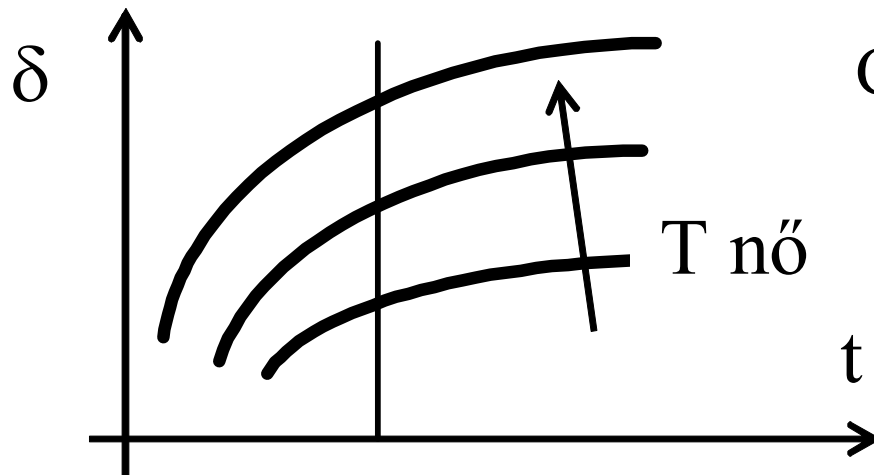
≈ 1 % Carbon  
potenciál

Száraz gáz, %



# Gázközegű cementálás jellemzői

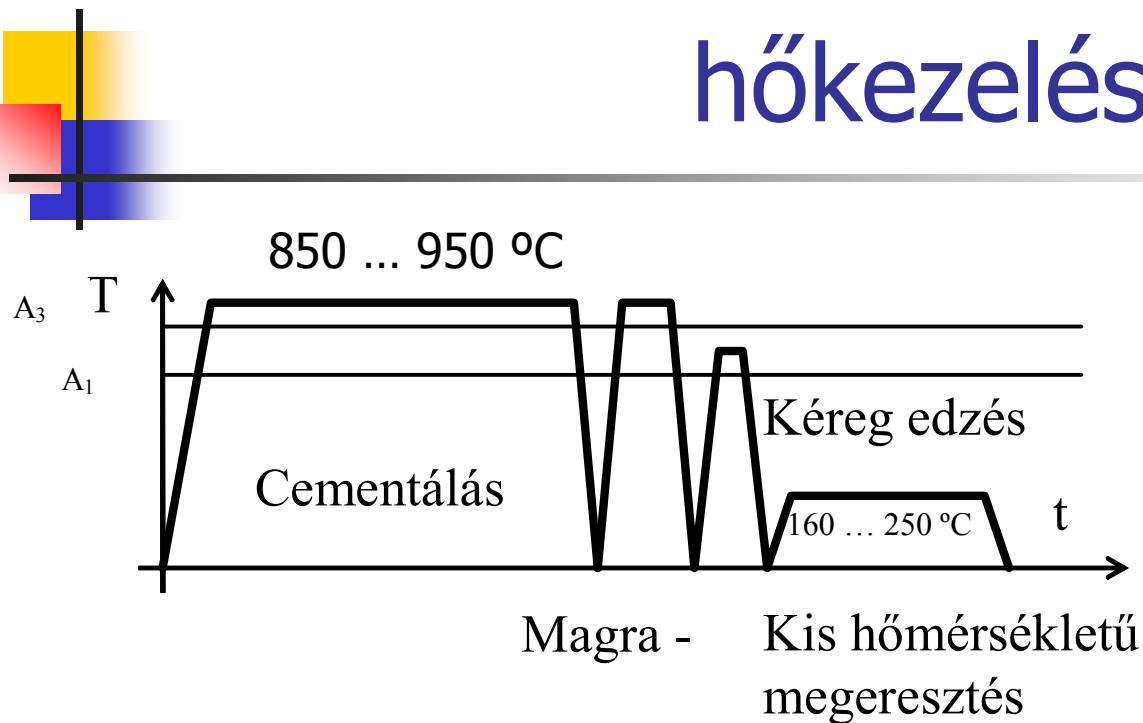
$T = 930 \dots 950 \text{ }^{\circ}\text{C}$



Finomszemcsés anyagoknál:  
 $1000 \dots 1050 \text{ }^{\circ}\text{C}$

A gázközegű cementálásnak  
legkisebb az idő szükséglete

# Betétben edzhető acélok és hőkezelésük



C10, C10E, C10R, C15\_, C16\_, 17Cr 3, 17CrS 3, 28Cr 4, 28CrS 4, 16MnCr 5, 16MnCrS 5, 16MnCrB 5, 20MnCr 5, 20MnCrS 5, 18CrMo 4, 18CrMoS 4, 22CrMoS 3-5, 20MoCr 4, 20MoCrS 4, 16NiCr 4, 16NiCrS 4, 10NiCr 5-4, 18NiCr 5-4, 17CrNi 6-6, 15NiCr 13, 20NiCrMo 2-2, 20NiCrMoS 2-2, 17NiCrMo 6-4, 17NiCrMoS 6-4, 20NiCrMoS 6-4, 18CrNiMo 7-6, 14NiCrMo 13-14