

Felületi hőkezelések

Hőkezelés

A hőkezelés egy **tervszerűen megválasztott hőmérsékletváltoztatási folyamat**, mely **felhevítésből, hőntartásból és lehűtésből áll**, és célja a munkadarab **szövetszerkezetének** illetve **feszültségállapotának tudatos megváltoztatása**, az **előírt tulajdonságok** elérése céljából.

Felületi hőkezelések

Az elvárás a **kemény kopásálló felület**
(kéreg) és **szívós mag**

Így megkülönböztetünk:

⇒ **összetétel nem változtató felületi edzéseket**

⇒ **összetétel változtató kérgesítő eljárásokat**

A felületi hőkezelések áttekintése az edzhetőség feltételei alapján

A felületi edzések alapelve az, hogy az edzéshez szükséges 3 feltétel közül mindhárom, csak a kéregben teljesül

- ☞ 1. ausztenitesítés (hevítés $T > A_{c3}$)**
- ☞ 2. hűtés v_{kf} -nél nagyobb sebességgel**
- ☞ 3. $C > 0,2 \%$**

*Az acél összetételét nem változtató felületi
hőkezelések,*

Felületi edzések

- **A felületet meghatározott mélységig $T > A_{c3}$ hőmérsékletre hevítik, és onnan a v_{kf} -nél gyorsabban hűtik.**
- **A kéregvastagságnak megfelelő mélységű hevítéshez rendkívül nagy hevítési sebességet (500-1000 C °/sec) kell elérni**
- **Ez csak nagy felületi teljesítménnyel lehetséges (1000-10000 W/ cm²).**
- **Eközben a mag hőmérséklete és szövetszerkezete nem változik.**

Láncgedzés

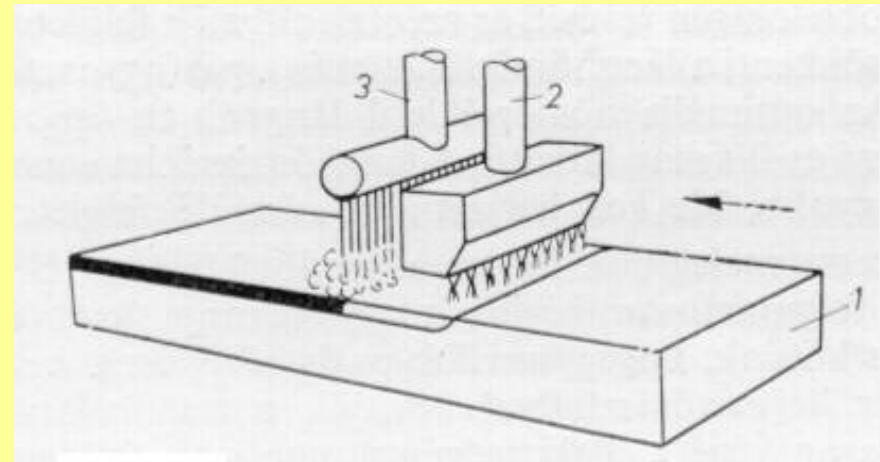
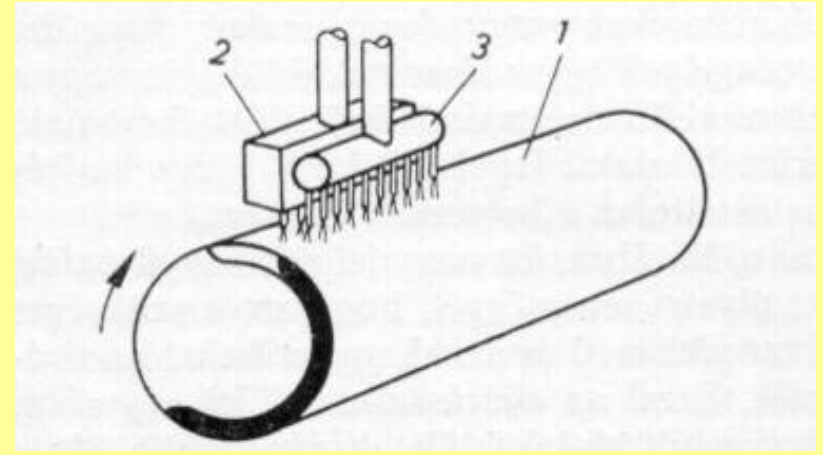
- A darab felületét nagyteljesítményű gázégőkkel hevítjük, majd vízzel hűtjük.

A kéregvastagság 1 - 5 mm

- A technológia lehet:

- szakaszos
- folyamatos

A darabot meg kell eresztetni!



- **A lánghedzés alkalmazása:** pl. nagyméretű fogas- és lánckerekek, kötélnornyok, tengelyek, eszterga szánvezetékek, csúszólapok, forgattyústengely csapok stb. A lánghedzés annál gazdaságosabb, minél kisebb az edzendő felület az összfelülethez képest.
- **Előnye,** hogy egyszerű, olcsó, így kis darabszám esetén is gazdaságos lehet.
- **Hátránya,** hogy a kéregvastagság nem lehet kisebb, mint 1 mm és nem szabályozható pontosan.

Indukciós edzés

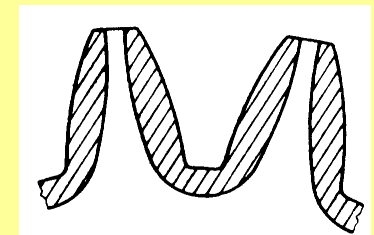
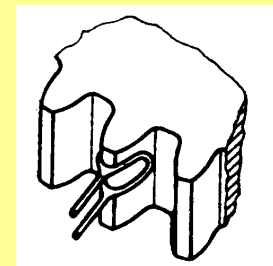
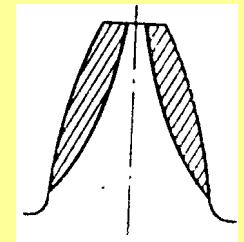
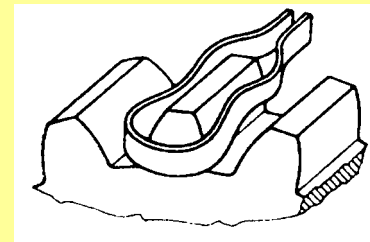
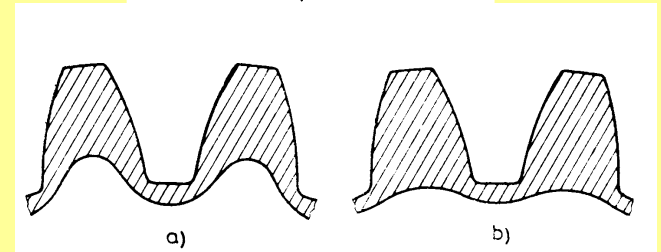
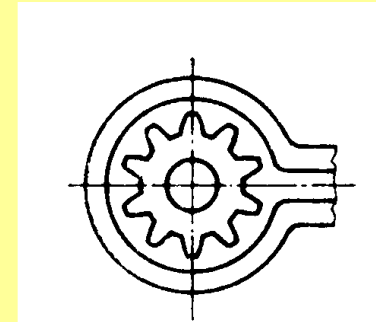
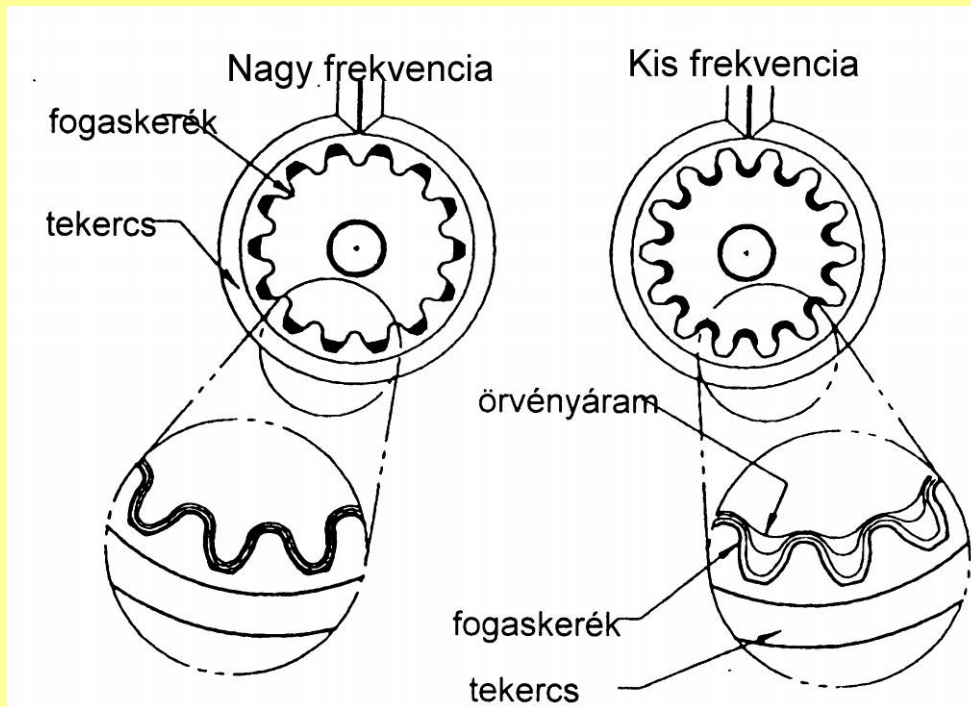
- Az indukciós hevítés elvi alapja az, hogy egy váltóárammal átjárt vezető erőterébe helyezett acél a benne fellépő **mágneses (hiszterézis) és villamos (örvényáram) veszteségek** miatt felmelegszik.
- **A hűtés vízzel, vagy vizes oldattal történik.**
- **Használatos frekvenciák:**
 - ⇒ középfrekvencia 2500 - 10000 Hz 3 mm-nél vastagabb kéreghez
 - ⇒ nagyfrekvencia 3 mm-nél vékonyabb kéreghez
- A darabokat az indukciós edzés után 150-180 C°-on **meg kell eresztetni.**

Indukciós edzés

- **Előnye:** gyors, revementes, pontosan szabályozható, automatizálható, mind a kéregvastagság, mind a kéregkifutás tekintetében.
- **Hátránya:** nagy beruházási költség, mely csak nagy darabszám esetén teszi gazdaságossá.
- **Alkalmazás:** fogaskerekek, bordástengelyek, gépjármű alkatrészek pl. vezérmű tengely bütykök , forgattyústengely csapok , kormánygömbcsapszeg stb.
- Indukciós edzésre **csak a 0,35 %-nál nagyobb karbon tartalmú acélok** alkalmasak.

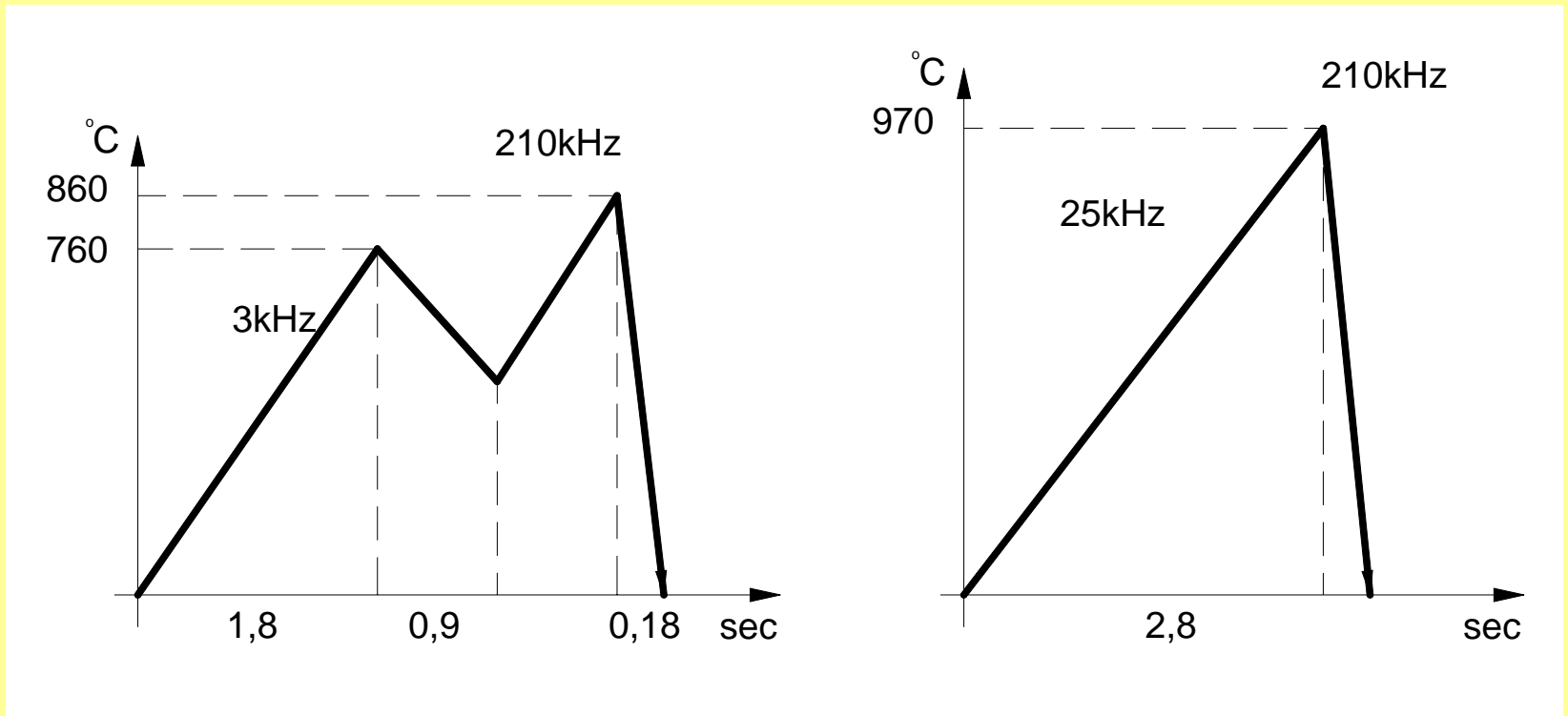
Fogaskerekek indukciós edzése

Frekvencia hatása



Indukciós edzés

Kontur edzés[5]



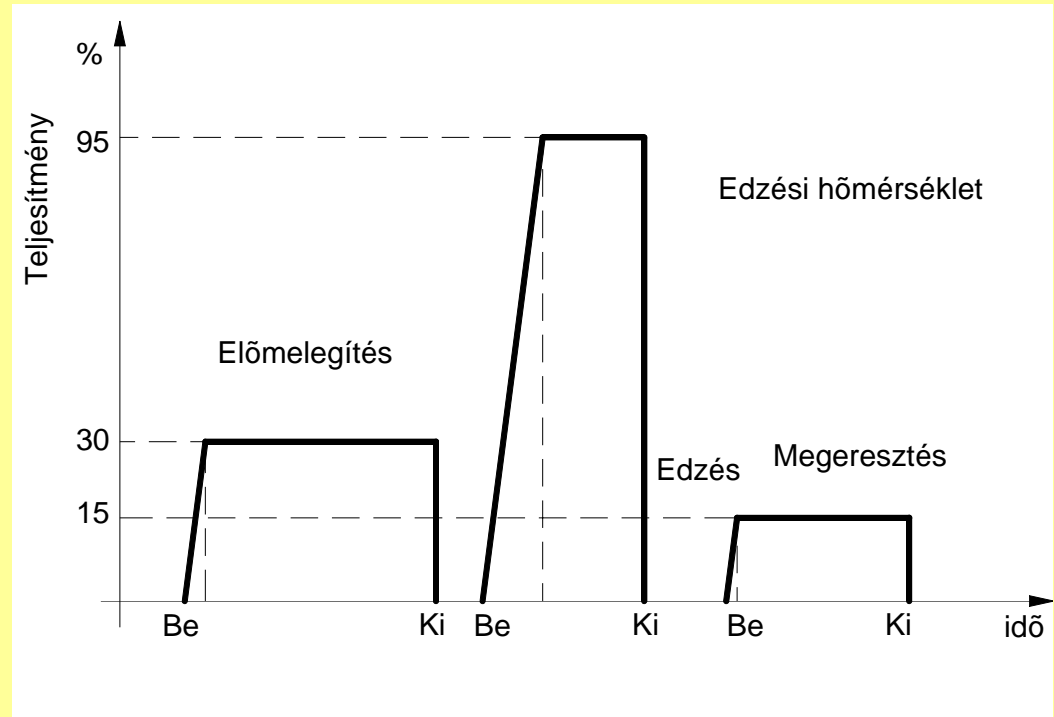
Kontur edzés

Hagyományos indukciós edzés

Indukciós edzés

Kontúr edzés

A kontúr edzés egy frekvenciával, az egyes szakaszokban a teljesítmény változtatásával is megvalósítható.



Indukciós edzés

Kontur edzés



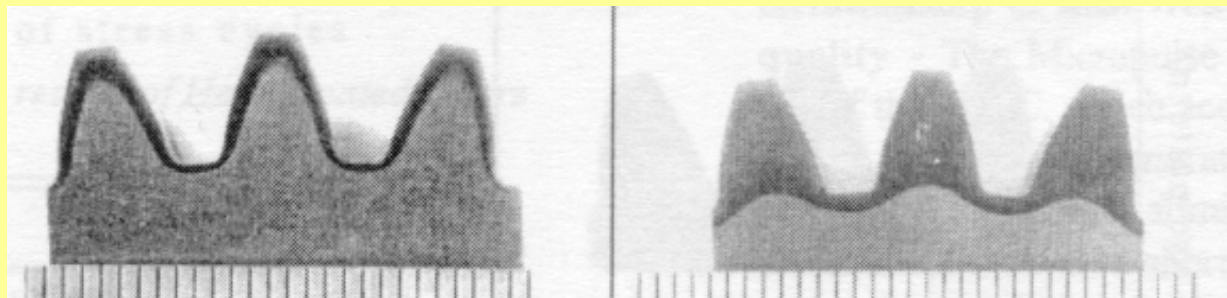
PREHEAT



FINAL HEAT



QUENCH



Megeresztés

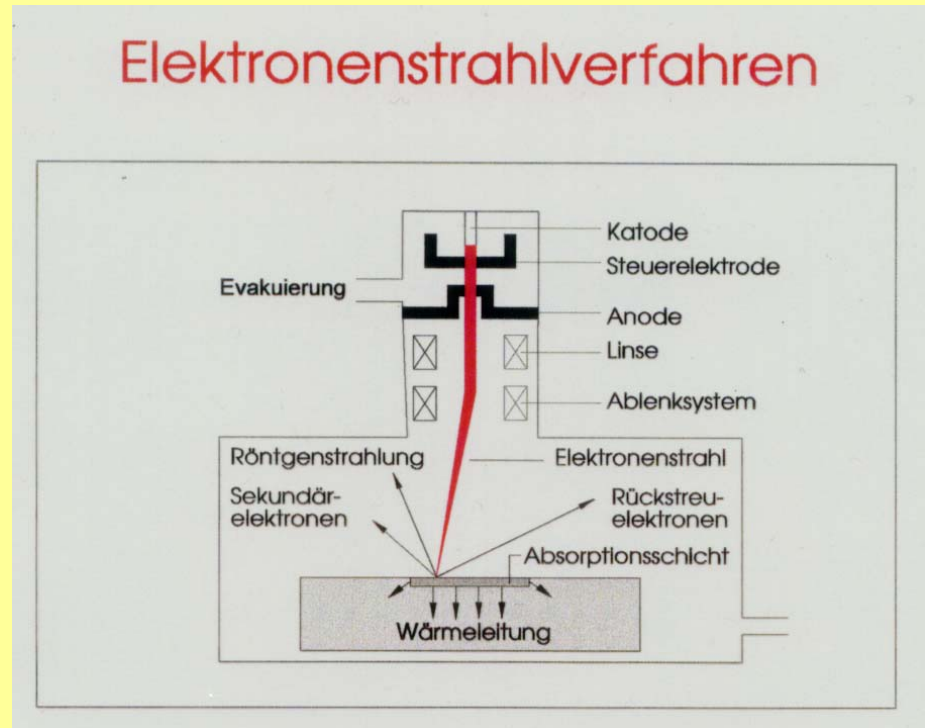
A hagyományos indukciós edzés esetében a megeresztés kemencében végzik 150-180 C°-on legalább egy órás hőntartással.

Az időigényes megeresztés kiváltására alkalmazható az indukciós megeresztés

Nagyenergiájú forrásokkal végzett kezelések

Elektronsugaras kezelés (edzés)

**Az elektronsugaras
kezelés során a
vakuumkamrában
elhelyezett darab
felületet tekercsekkel
fókuszált
elektronsugárral
kezelik.**



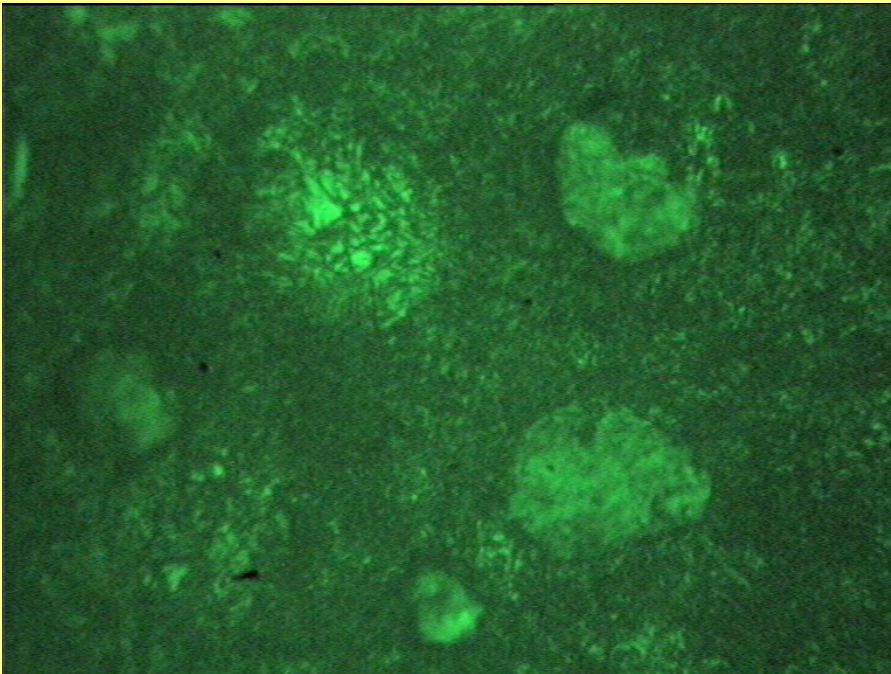
Öntött vezérműtengelyek elektronsugaras edzése

Az eljárás hasonló a felületi edzéshez, csak ebben az esetben **nincs szükség külön hűtőközegre.**

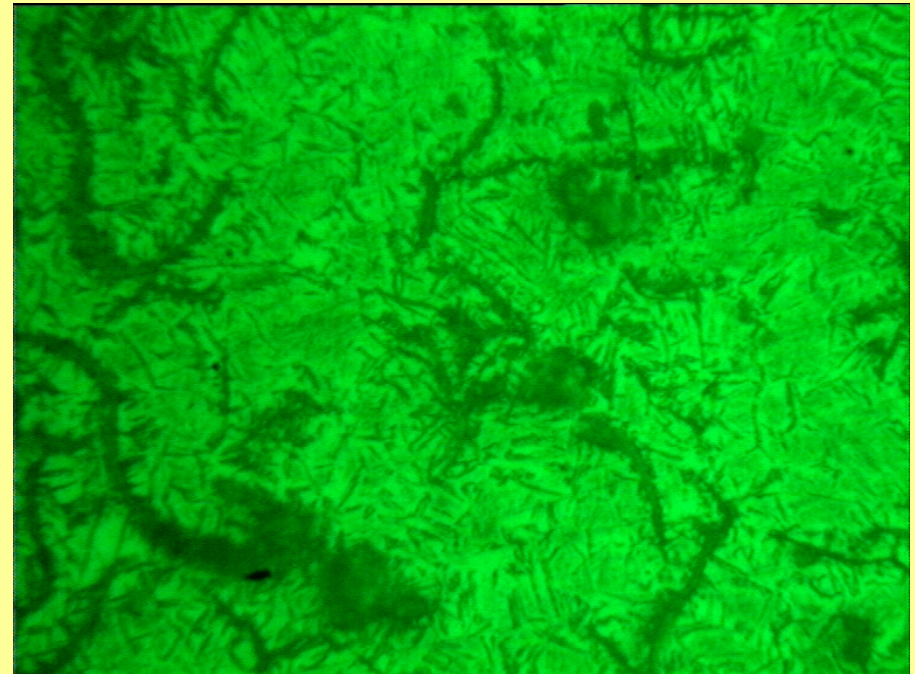
A keletkező martenzit finom, keménysége az ausztenitben oldott karbon mennyiségétől függ.

Az edzett szövet keménysége

a fém mátrix perlit tartalma befolyásolja, de a magas hőmérsékleten gyorsan bekövetkező diffúziós folyamatok eredményeként a grafitból is oldódik az ausztenitben karbon.



Gömbgrafitos öntöttvas



Lemezgrafitos öntöttvas

Összetételét változtató un. termokémiai kezelések

- **Cél:** az acél felületén meghatározott mélységig valamilyen fémes vagy nemfémes elem koncentrációját megnövelni (a felület ötvözése), és így a kéreg tulajdonságát a kívánt módon megváltoztatni.
- A legtöbb esetben a cél a felület kopásállóságának és a munkadarab kifáradással szembeni ellenállásának növelése **a kemény kéreg és szívós mag** biztosításával.
- A felület ötvözéséhez szükséges elemet a darabot körülvevő **közeg** biztosítja. A közeg feladata, hogy a felülettel kölcsönhatásba lépve, azt valamilyen elemmel feldúsítsa.

A kölcsönhatás három részfolyamatra bontható

- Az ötvöző elemet atomos állapotban kell a felületre juttatni. Ez az atomos állapotú elem rendszerint **disszociáció** eredménye.
- A közeg által atomos állapotban leadott elemnek meg kell tapadni az acél felületén. Ez a folyamat az **adszorpció**.
- Az adszorbeált elemnek a felületi rétegbe kell vándorolni. Ez a **diffúzió** révén lehetséges.

Nitridálás, karbonitridálás

- A *nitridálás* célja az acél felületébe nitrogén bejuttatása, amely a felületen kemény kopásálló, korrózióálló, a kifáradással szemben ellenálló kérget hoz létre anélkül, hogy azt edzeni kellene.
- A darabot a kezelés megkezdése előtt a legtöbb esetben nemesítik
- A *karbonitridálás* esetében a nitrogénnel egyidejűleg karbon is diffundál a felületbe, aminek hatására a nitrideken kívül kemény karbonitridek is keletkeznek.

Nitridálás, karbonitridálás

- A nitridáló közeg általában **ammónia**, és mivel a nitrogén a ferritben jobban oldódik
- a kezelés hőmérséklete **500-600 C°**. A kemencetérbe bevezetett ammónia az acél felületén alkotóira bomlik.
- A kezelési idő **30-40 óra**
- A darabot nitridálás előtt nemesítik

Nitridálás, karbonitridálás

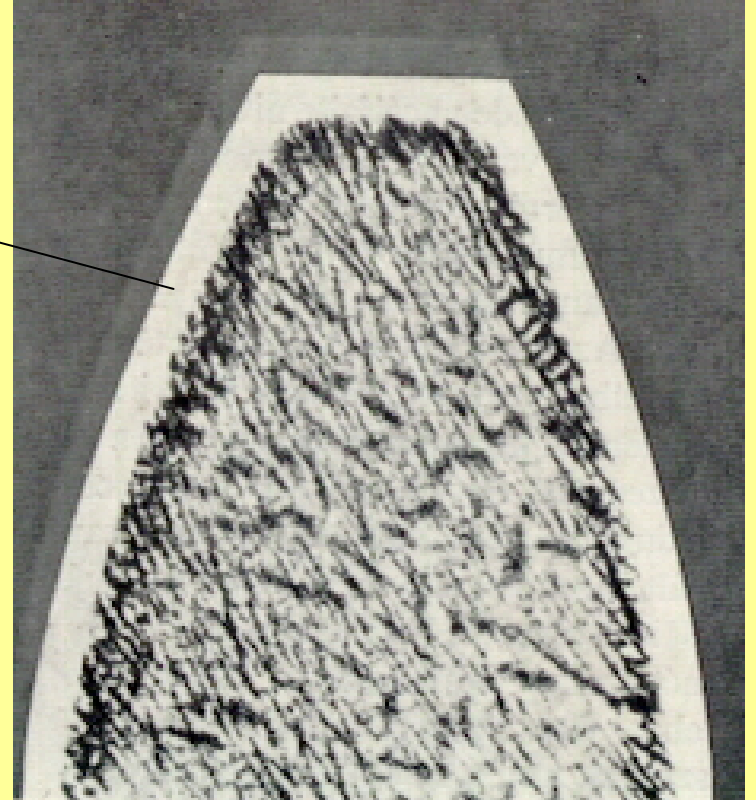
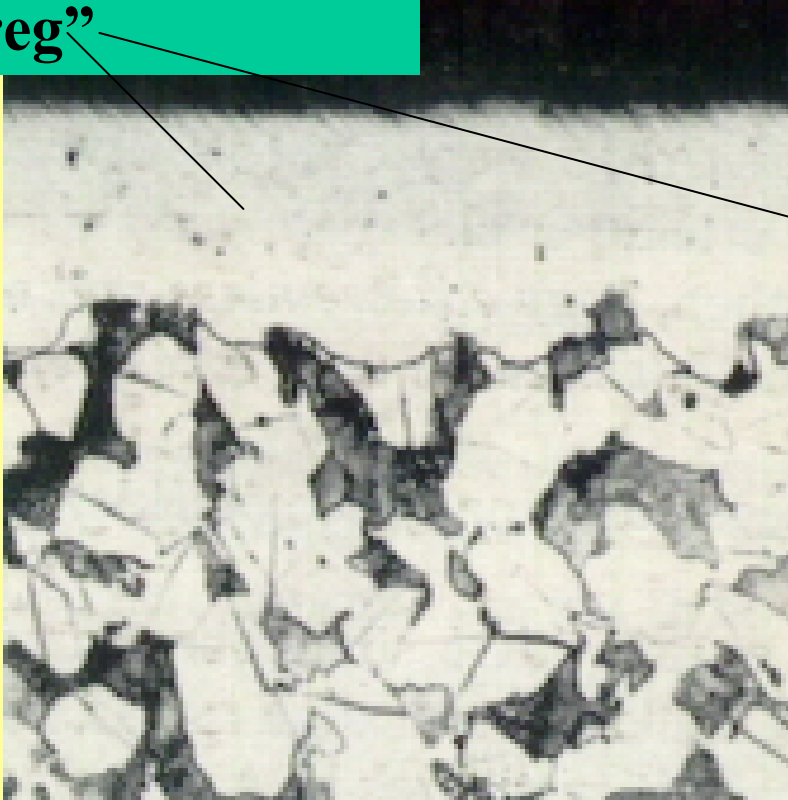
- Gáznitridálásra nitridképző ötvözőkkel **ötvözött acélokat** használunk.

Ilyen ötvözők a Cr, az Al a Mo és a V

- Az elérhető felületi keménysége **62-67 HRC**.

**Nitridekből álló
vegyületi „fehér
kéreg”**

Nitridálás



**Nitridált kéreg ötvözetlen
acélon**

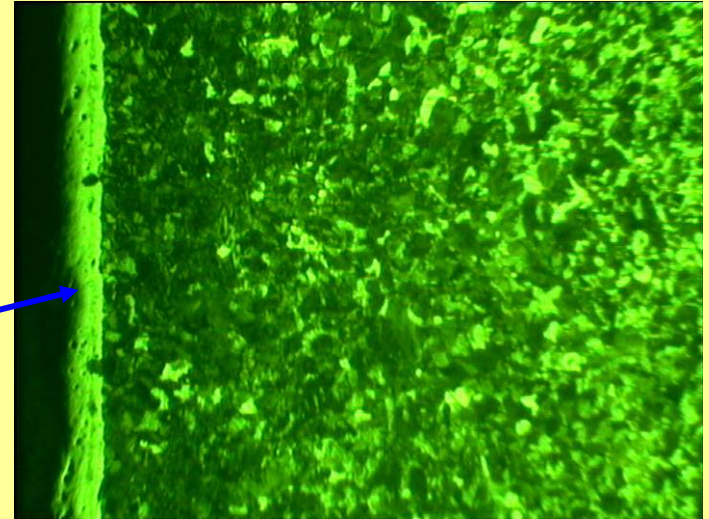
**Nitridált fogaskerék
Marószer: Oberhoffer**

Karbonitridálás, nikotralás

- a közeg 50 % ammónia és 50 % cementáló gáz.
- A kezelés hőmérséklete 570 C° ideje 3-4 óra.
- A kéreg két részből áll: 10-20 μ m vastagságú vegyületi kéreg (nitridek), alatta 0,3-0,5 mm nitrogénben dús diffúziós zóna.

Nitridált kéreg

- A nitridált kéreg vastagsága 0,2-0,8 mm
- A kéreg szerkezete nem egységes. A felületen egy néhány mikron vastagságú vegyületi réteg "**fehér kéreg**" található. Ezt a vegyületi réteget vas és ötvöző nitridek alkotják. Alatta a befelé haladó nitrogén diffúziós frontnak megfelelően, élesen elválasztva a diffúziós zóna van



Betétedzés

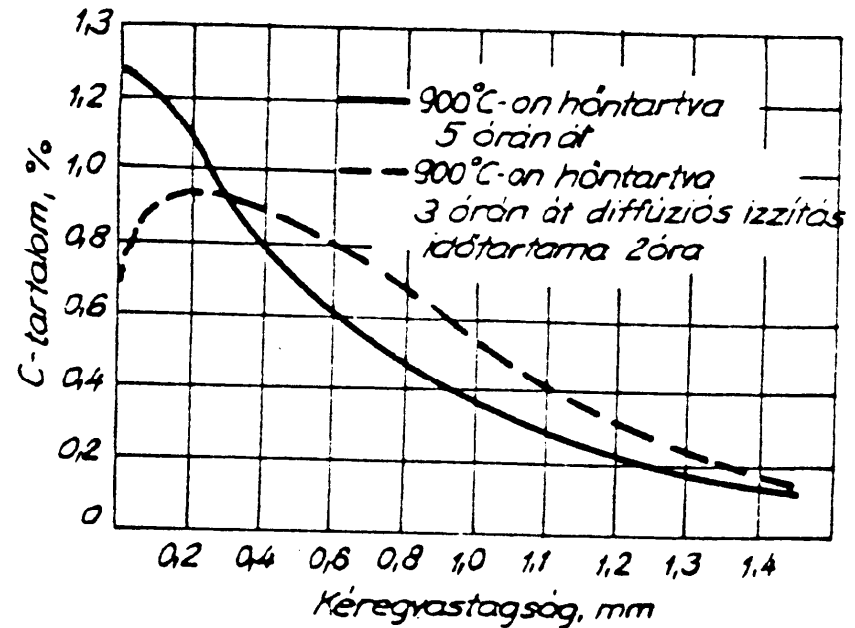
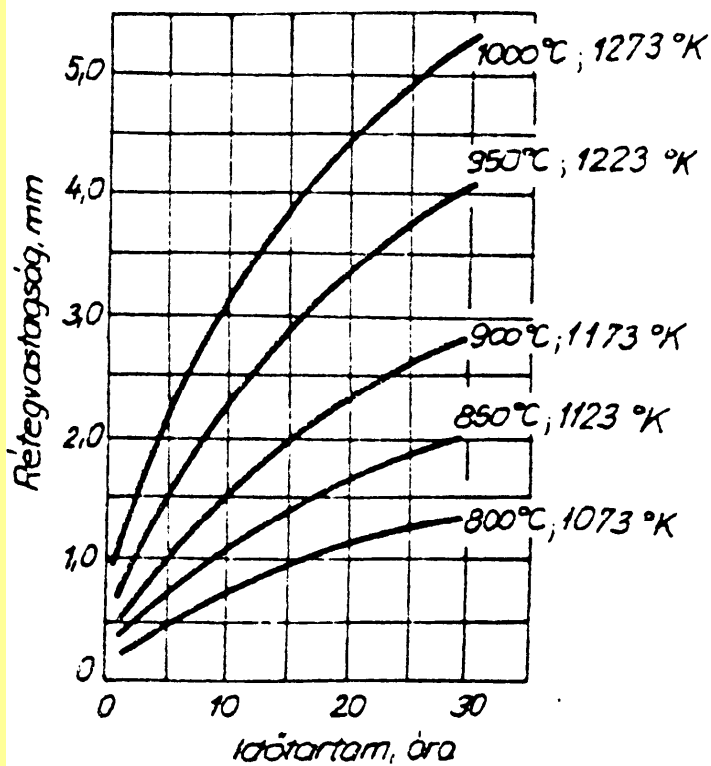
A betétedzés lényege, hogy a kis C tartalmú, nagyon szívós acélok felületi rétegét karbonnal dúsítják, majd az ily módon a kérgében edzhetővé vált darabot edzik.

A betétedzés = cementálás + edzés

Cementálás

- A cementálás során az alkatrészt karbont leadó közegben 850-930 C°, ma egyre magasabb gyakran 950-970 C°-on izzítjuk.
- A cementáló közeg lehet :szilárd (faszén, csontszén, koks), folyékony (sófürdő + karbont leadó anyag) vagy **gáz**. Ipari körülmények között már csak a **gázcementálásnak** van jelentősége.

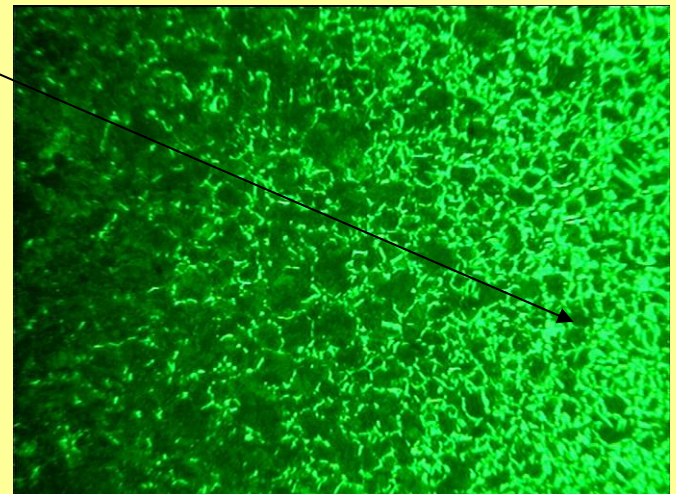
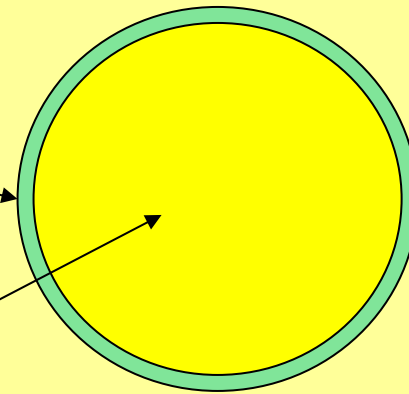
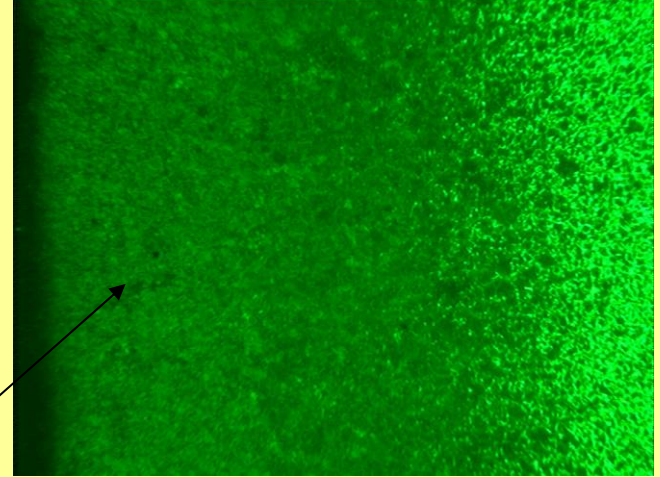
Cementálás



A kéregvastagság függ: a hőmérséklettől, az időtől, és a C leadó közegtől

Cementálást követő hőkezelések

- A cementálást követő edzésnél további gond, hogy a **kéreg 0,7-0,9 % C** tartalmú,
- míg a **mag kisebb 0,2 %C** és így edzési hőmérsékletük eltérő.
- Korábban alkalmazták a **kettős edzést**



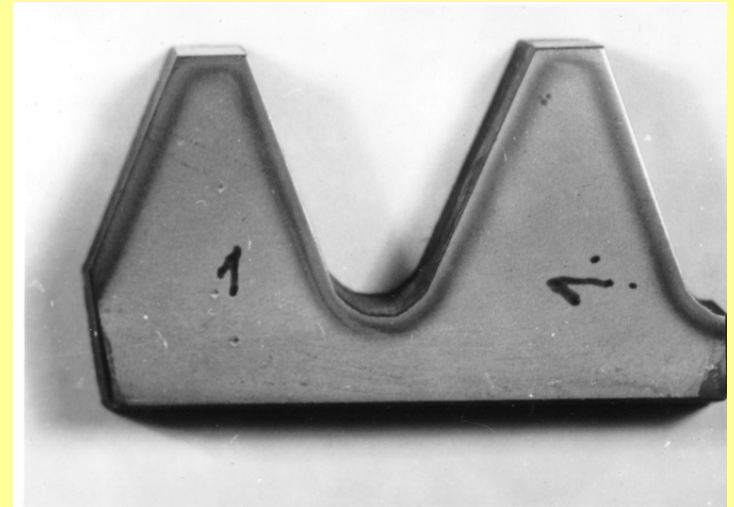
Cementálást követő hőkezelések

- **Ha az acél szemcsedurvulásra nem hajlamos, az edzés a cementálást követően elvégezhető (direkt edzés).**
- **Az edzés az acél összetételétől függően - ötvözetlen acélt vízben , ötvözöttet olajban vagy emulzióban - történik.**
- **Az edzést 170-180 C°-os megeresztés követi**

Betétedzés (cementálás+edzés)



Betétedzett bolygókerék

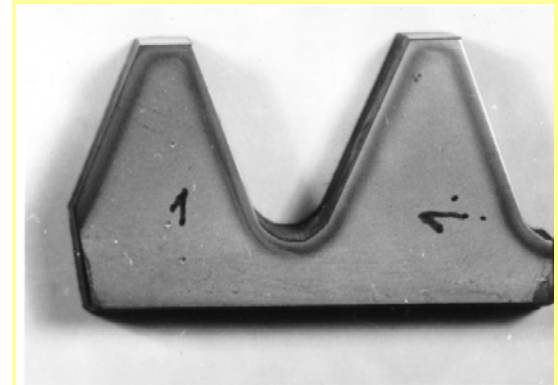
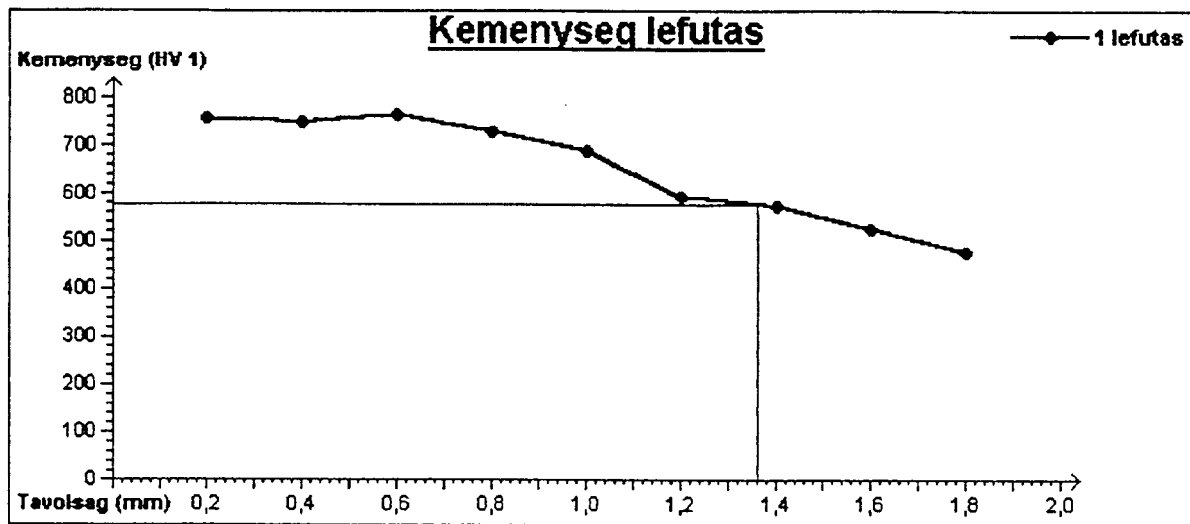


Betétedzett tányérkerék

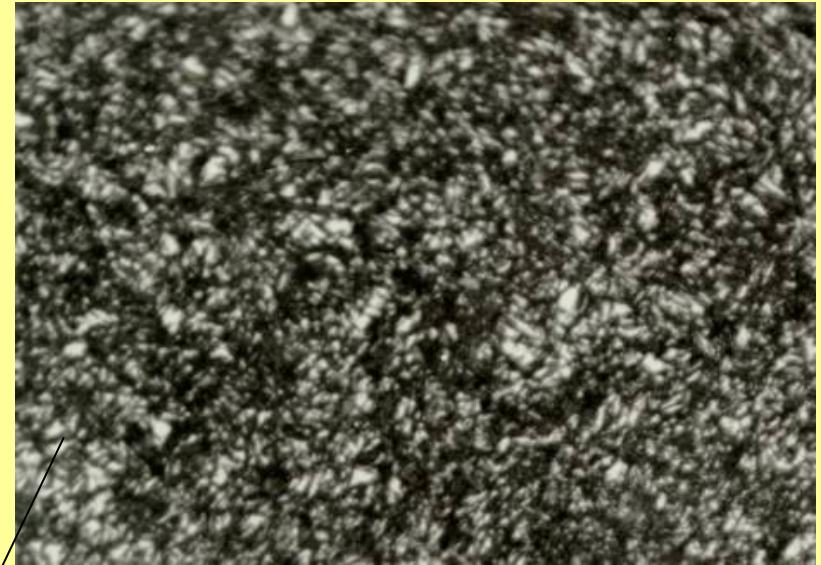
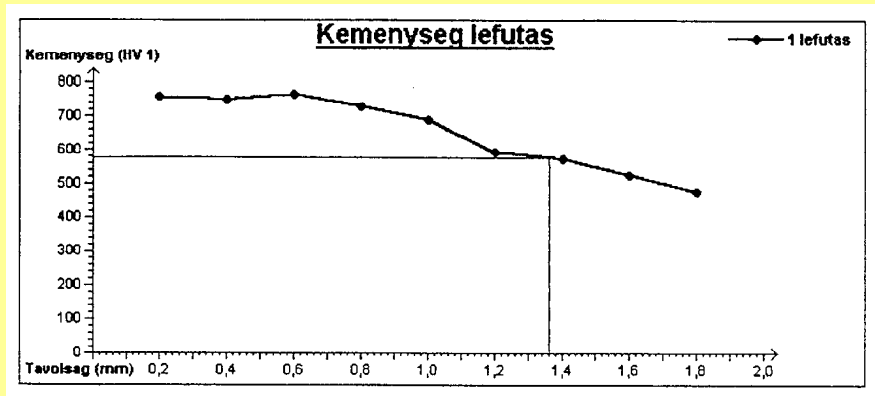
Betétedzett darabok

tányérkerék

- betétedzés : gázcementálás, edzés edzőprésben és megeresztés



Tányérkerék (Cr, Ni, Mo ötvözésű)



**Kéregszövet: Martenzit +
maradék ausztenit**

Magszövet: bainit



Fogaskerekek hőkezelése

Megvalósítható:

- kisnyomású vagy vákuum cementálás, nagy nyomású nitrogén edzés

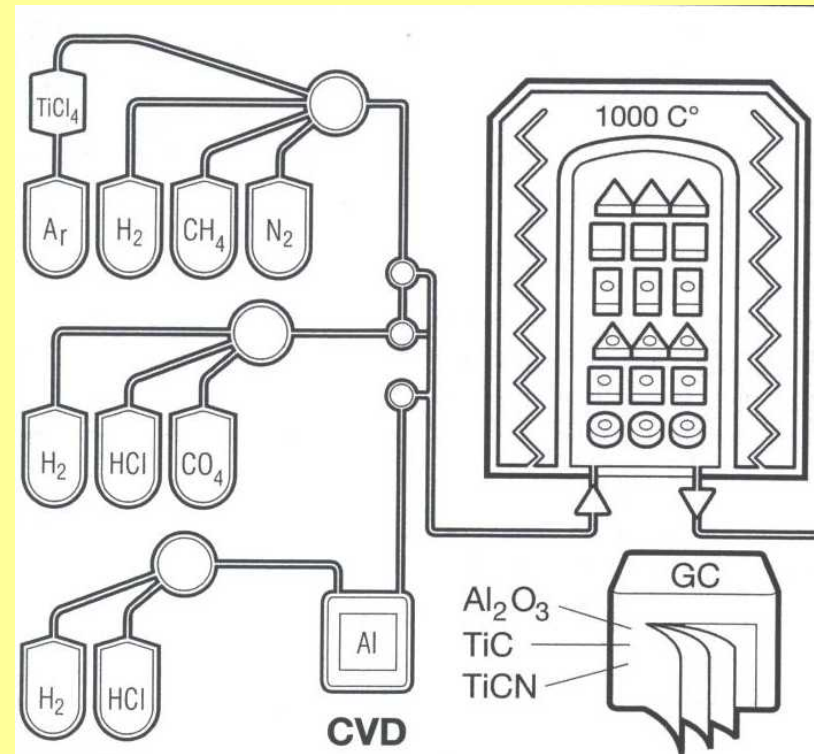


Felületi kezelések

Gőzfázisú bevonatképző eljárások

Kémiai gőzfázisú bevonatolás CVD

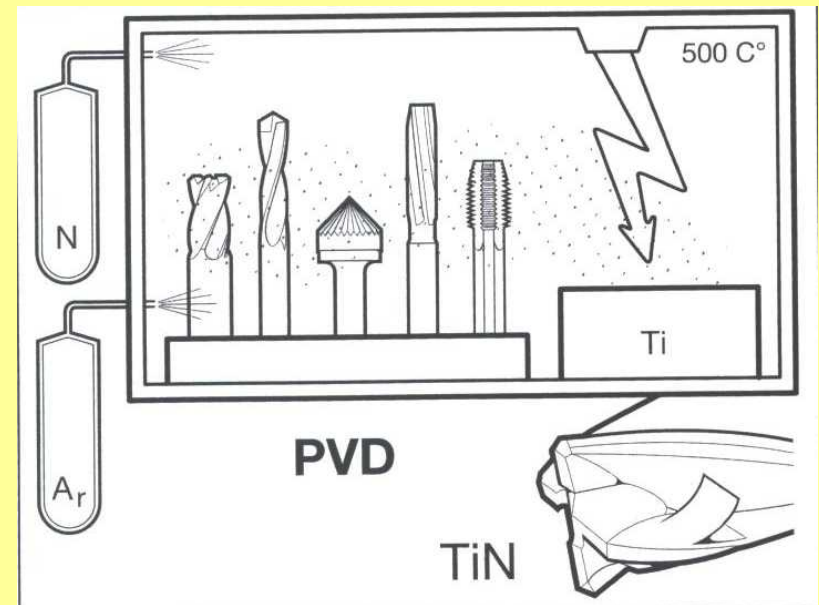
- Keményfémlapok és kerámiák felületi kezelésére
- 900-1000 C°on
- 3-10 μm vastag,
- keménysége 2500 HV körüli
- gyémántbevonat is készíthető



Fizikai gőzfázisú bevonatolás

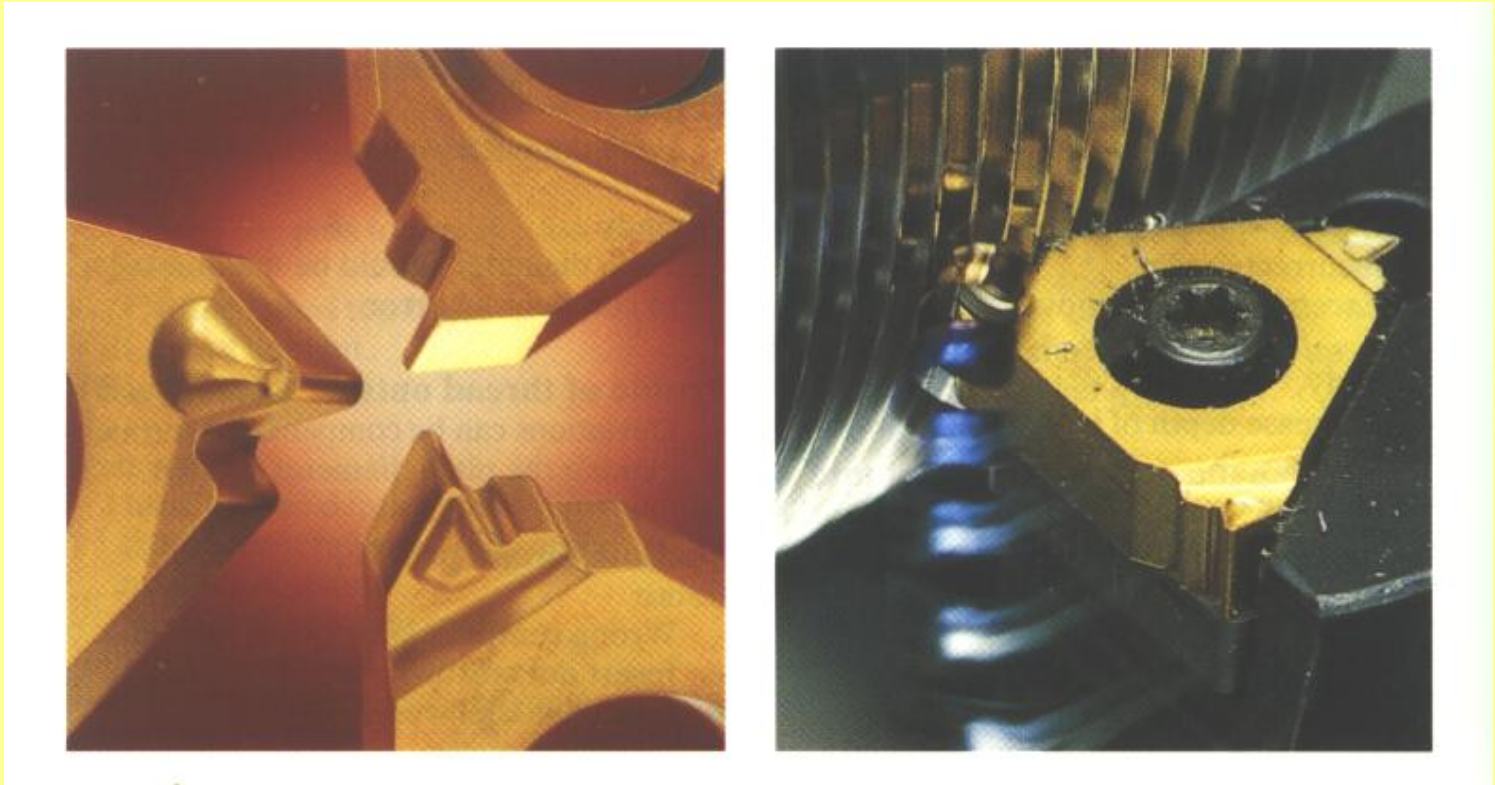
PVD

- a bevonat nem nagy hőmérsékleten vegyi reakció, hanem alacsony 150-550 C°-on fizikai elvek alapján keletkezik
- TiN keménysége 2000-2500 HV, kopásálló



Kémiai gőzfázisú bevonatolás

PVD



Öntöttvasak átolvasztása

A z energia forrás:

- **Wolfram elektróda és a munkadarab között húzott ív (WIG)**
- **Elektronsugár (ES)**

Öntöttvasak átolvasztása

Nagyenergiájú hőforrásokkal (nagyobb, mint 10^4 W/m² felületi teljesítmény) a szürkén kristályosodott vasöntvény kis térfogatban (csak néhány cm³) történő helyi megolvasztásával a szabad kARBONT oldatba viszik.

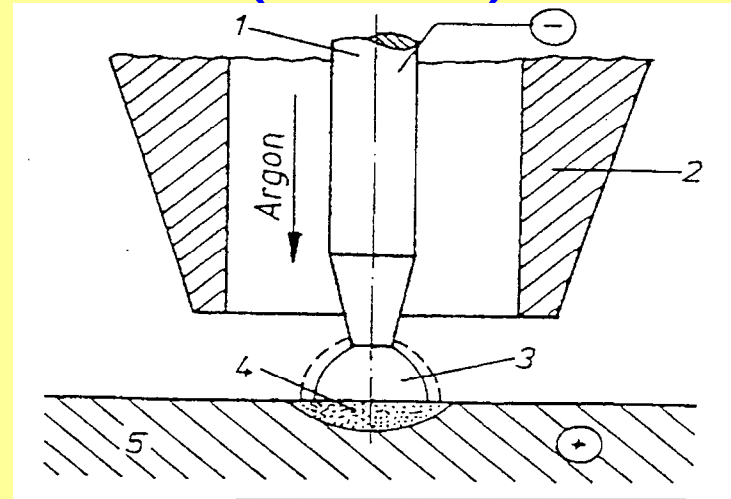
Az átolvasztott anyagrész ledeburitosan kristályosodik, mert az olvadékfürdőből a maradék hideg szelvénybe való hőelvezetés az olvadéktérfogat és a darab tömegének viszonyától függően akár 10^4 K/s hűtési sebességet is eredményezhet.

Wolfram elektróda és a munkadarab között húzott ív (WIG)

Az eljárás elve:

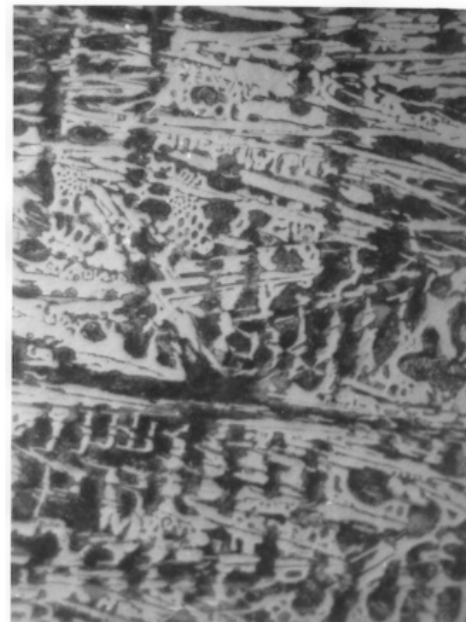
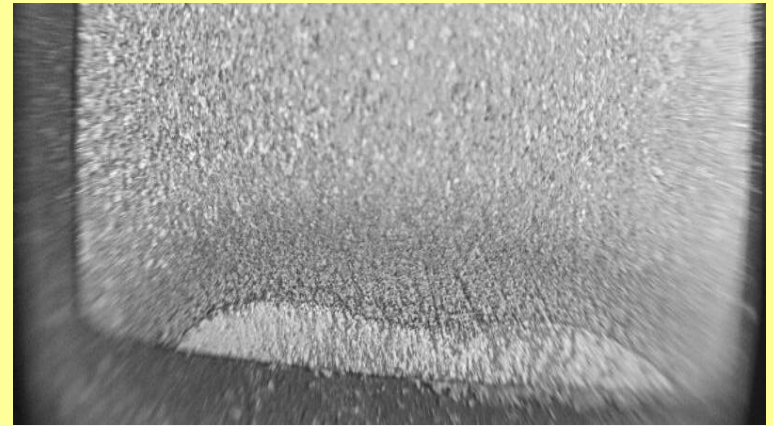
az Az energia forrás a munkadarab és egy megfelelően kialakított 1,8-2,2, % cériumoxid (CeO_2) adalékkal készült wolfram elektróda közötti ív.

A megolvasztott fémet a környezet oxidáló hatásától argon védőgáz védi.

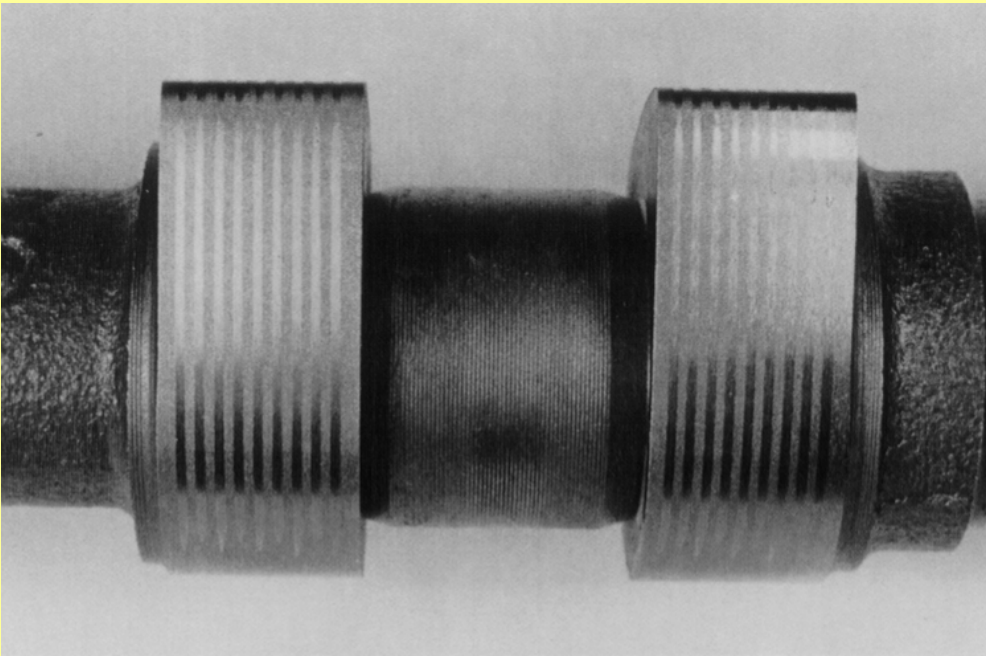


Wolfram elektróda és a munkadarab között húzott ív (WIG)

Az átolvasztott zónát úgy kell kialakítani, hogy az olvadt fém megtartására megfelelő lágy szél alakuljon ki.

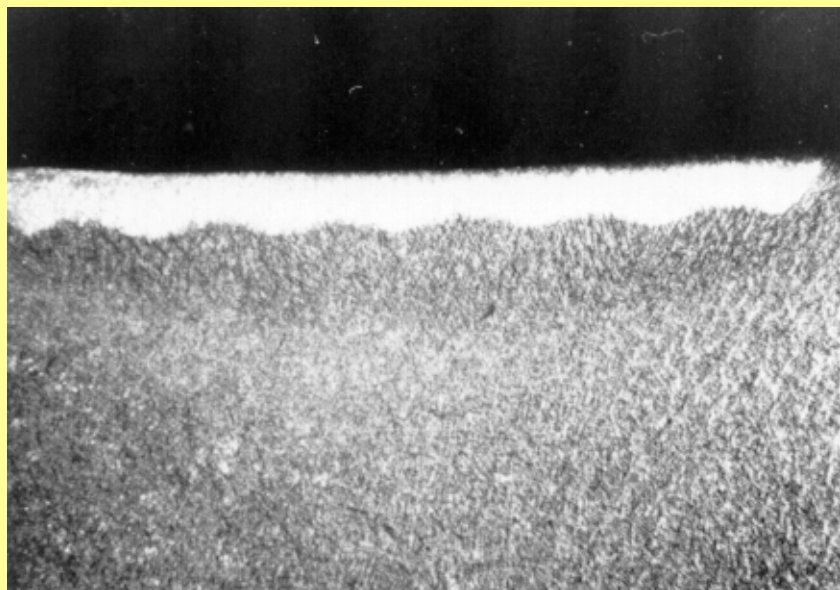


Elektronsugaras átolvasztás [3]

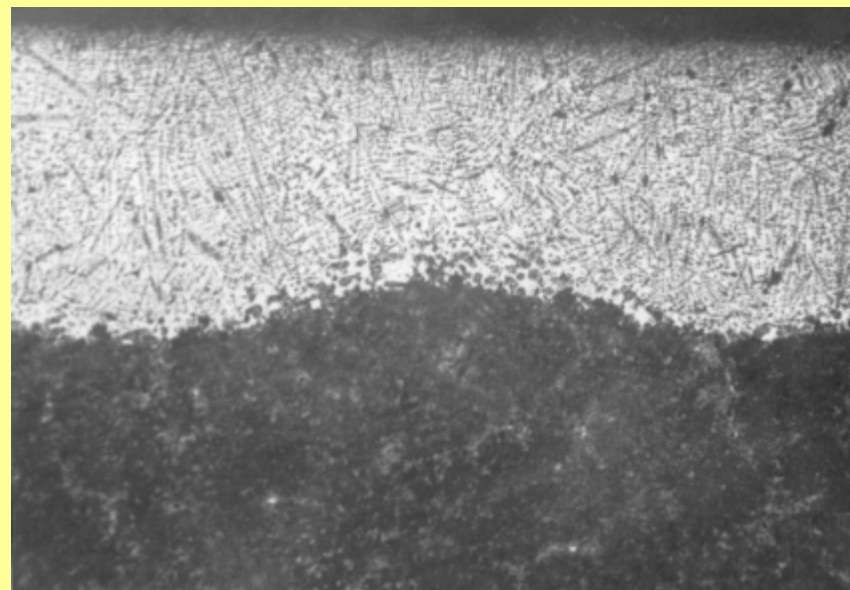


Egy kezelt bűtyök metszete

ES eljárás a zóna alakja



N 12x



N 60x