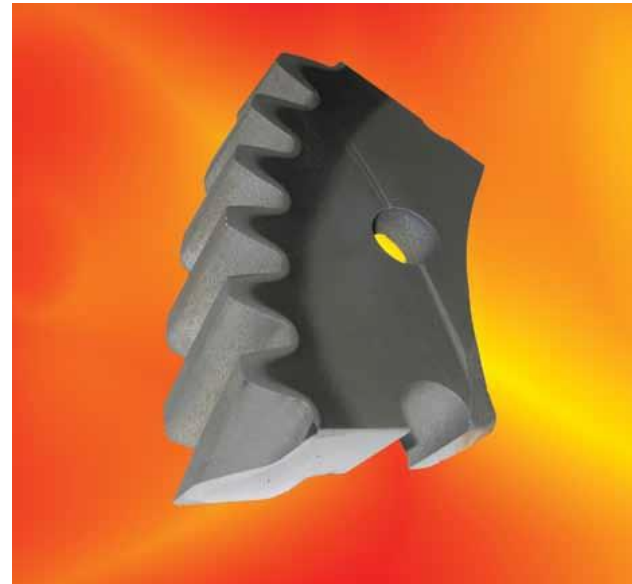


Felületi hőkezelések



Dr. Hargitai Hajnalka, 2015. február 18.

(Csizmazia Ferencné dr. előadásanyagai alapján)

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

Az elvárás a **kemény kopásállófelület** (kéreg) és **szívós mag**

Így megkülönböztetünk:

⇒összetételt nem változtató felületi edzéseket

⇒összetételt 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 vkf-nélnagyobb sebességgel
3. $C > 0,2 \%$

A felületet meghatározott mélységig $T > A_{c_3}$ 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.**

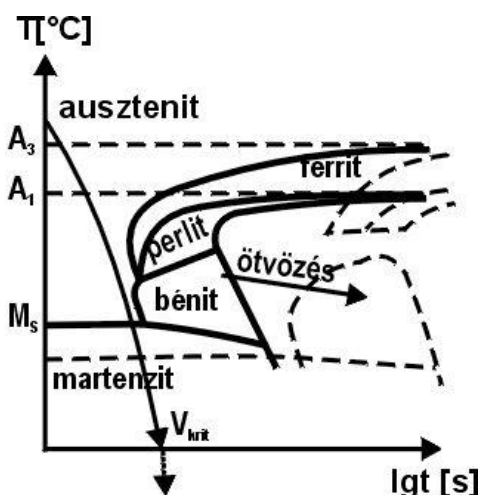
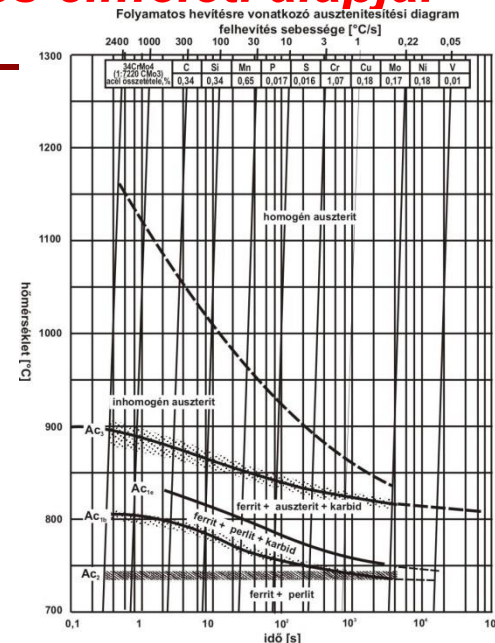
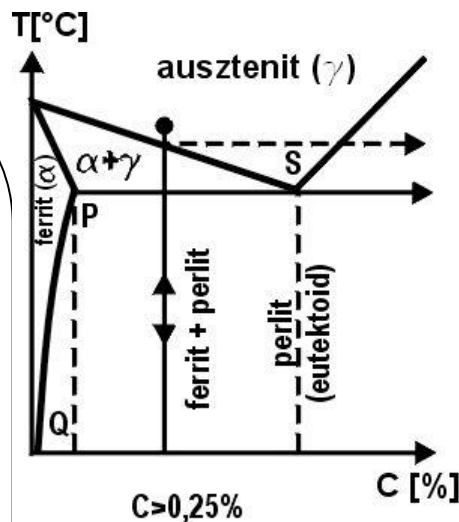
Az acélok edzésekor végbemenő folyamatok:

- Hevítés az ausztenit mezőbe
- Gyors hűtés martenzites szerkezet eléréséhez
- Megeresztés

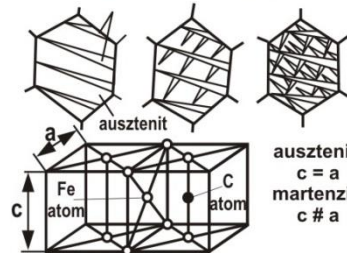
Mindezek a folyamatok csak a kéregre terjedjenek ki!!!

A folyamatot magyarázó ábrák:

- Vas-szén állapotábra egyensúlyi hűtésre
- Ausztenitesedési diagram
- Folyamatos hűtésre vonatkozó átalakulási diagram
- Ausztenit → martenzit átalakulás



Martenzit tűk, első hullám Martenzit tűk, későbbi hullámok



tűs martenzit kialakulása gyorsan lehűlő ausztenitből

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

A kéreg felhevítését nagy hőmérsékletű láng végzi (rendszerint oxigén-acetilén gázkeverék)

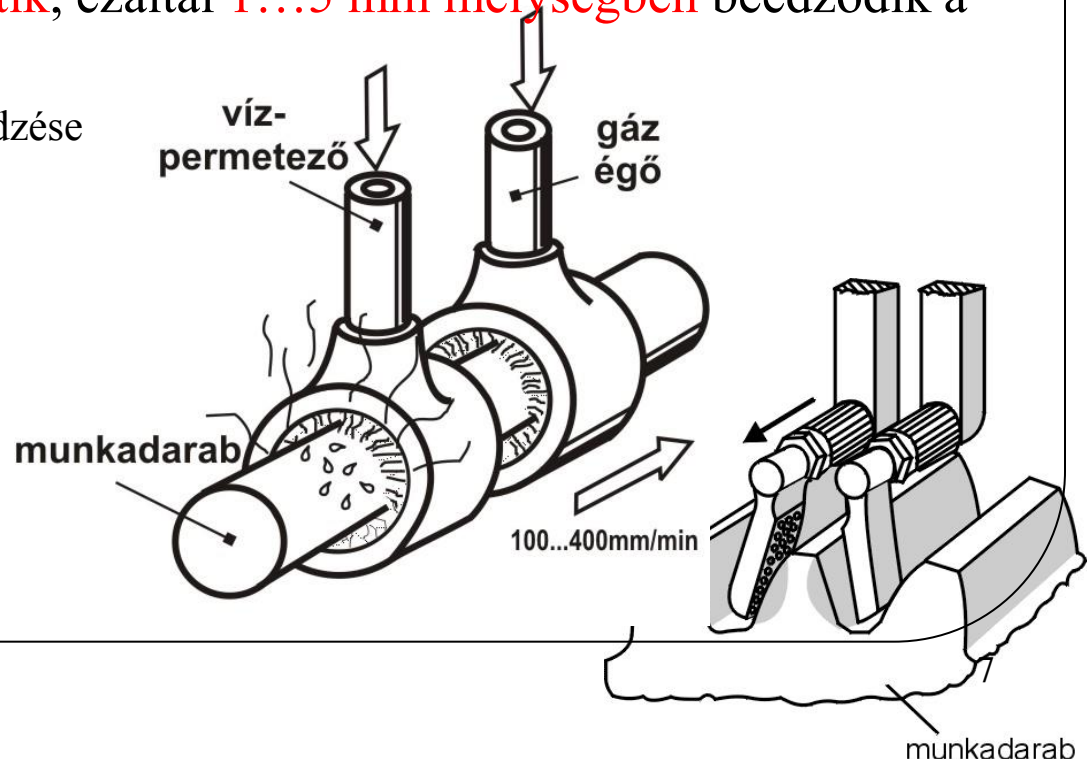
A felhevített **kérget vízzel hűtik**, ezáltal **1...5 mm mélységben** beedződik a felület

Példák: fogaskerék és tengely láncgedzése

A technológia lehet:

- szakaszos
- folyamatos

A darabot meg kell eresztelni!



A lángedzés alkalmazása:

pl. nagyméretűfogas-és lánckerekek, kötélnyomók,
tengelyek, eszterga szánvezetékek, csúszólapok,
forgattyústengely csapok stb.

A lángedzés **annál gazdaságosabb, minél kisebb az edzendő felület az össz felülethez 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.

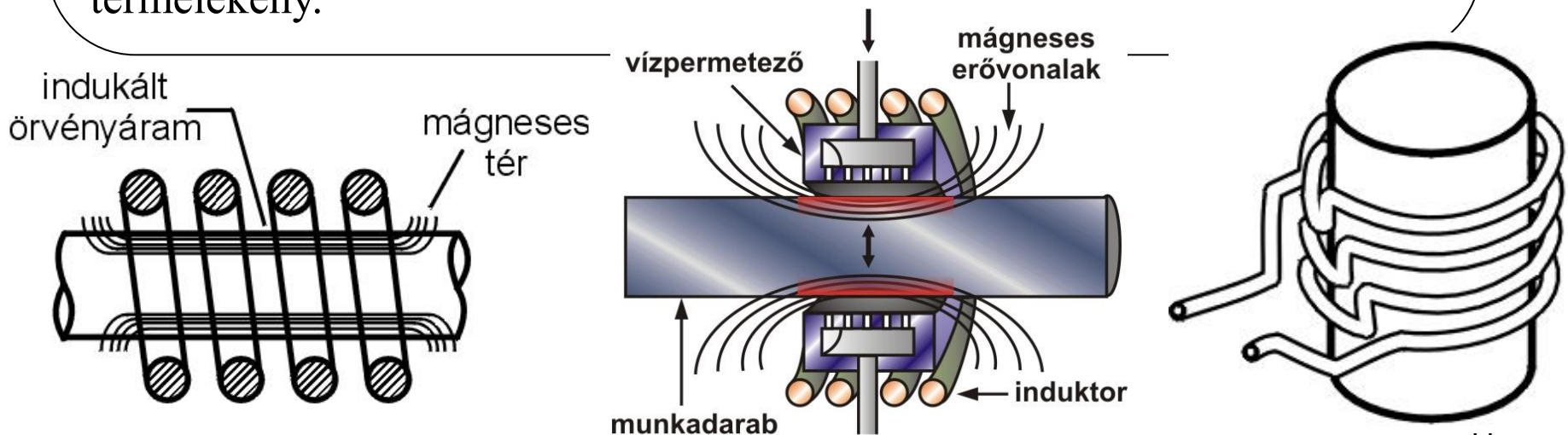




Az indukciós hevítés elvi alapja az, hogy egy váltóárammal átjárt vezető erőterébe helyezett acél a benne fellépő mágneses (hiszterézis) és villamos (örvényáram) veszteségek miatt felmelegszik.

Indukciós edzéskor a **felületi réteget induktorral hevítik fel** (primer tekercs az induktor, a szekunder tekercs a **munkadarab**, amelyet az **örvényáramok melegítenek fel**.

Hengeres, sík és alakos felületek edzhetők, az eljárás jól szabályozható, termelékeny.



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..

Előnye: gyors, revementes, pontosan szabályozható, automatizálható, mind a kéregvastagság, mind a kéregkifutás tekintetében.

Hátránya: nagy beruházási költség, mely csak nagy darabszám esetén teszi gazdaságossá.

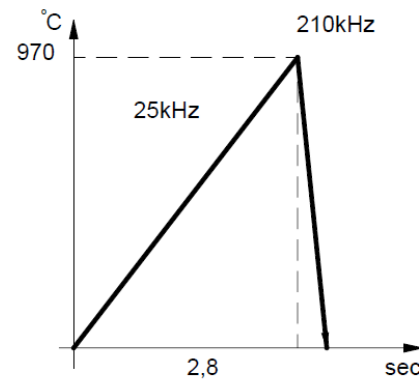
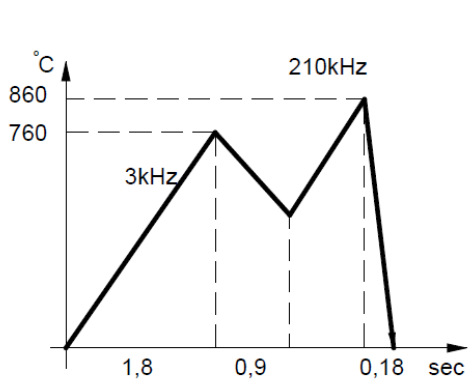
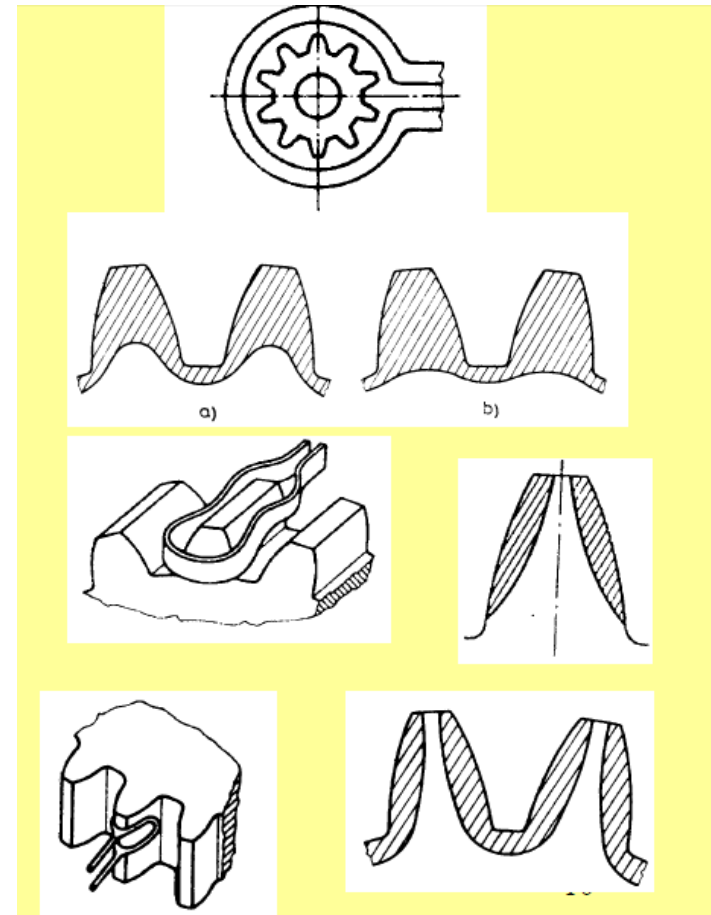
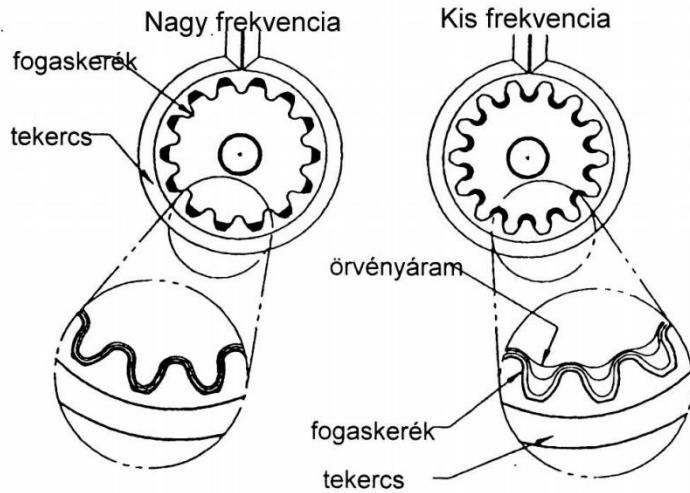
Alkalmazás: fogaskerekek, bordástengelyek, gépjárműalkatrészek pl. vezérműtengely bütykök , forgattyústengelycsapok , kormánygömbcsapszegstb.

Indukciós edzésre csak a 0,35 %-nál nagyobb karbontartalmú acélok alkalmasak.



Fogaskerek indukciós edzése

Konturedzés



Kontur edzés

Hagyományos indukciós edzés

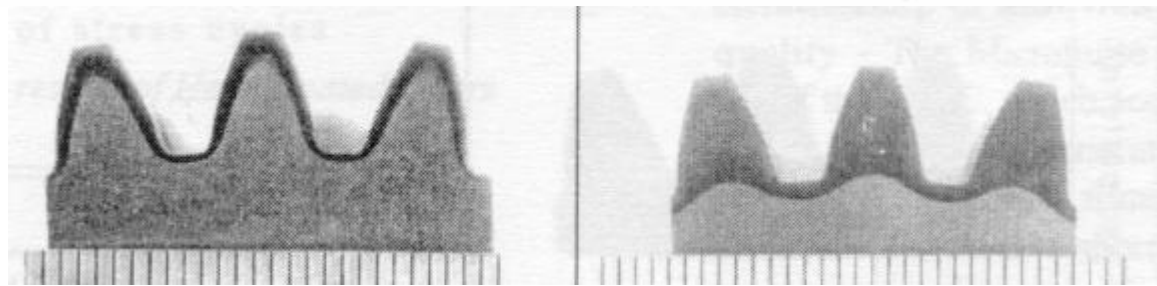




PREHEAT

FINAL HEAT

QUENCH



Megeresztés

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

Az időigényes megeresztés kiváltására alkalmazható az indukciós megeresztés

Nagyenergiájúforrásokkal végzett kezelések: **Lézeres edzés**

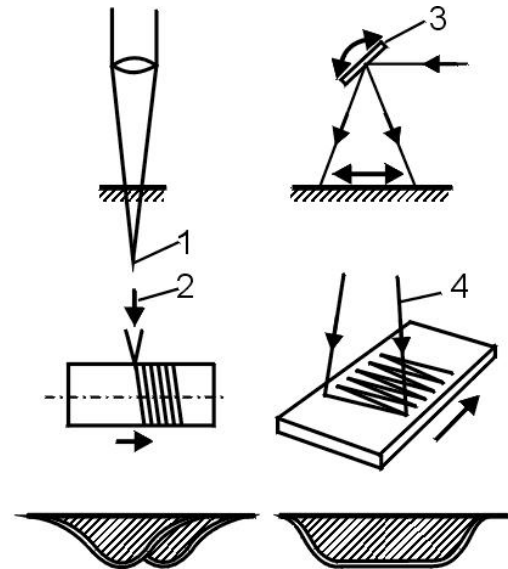
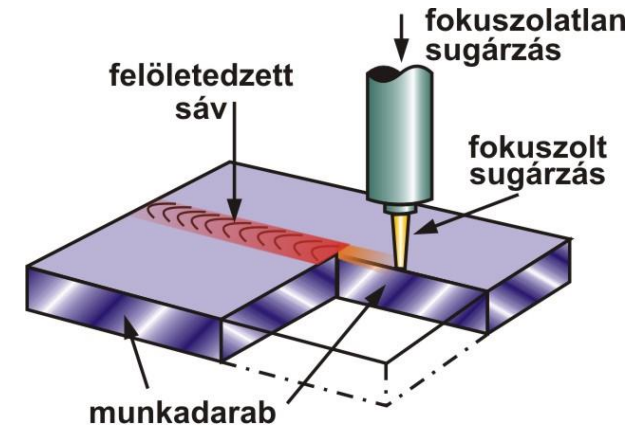
A lézeres edzés **lézersugárral végzett hevítésből és azt követő hűtésből áll.**

Célszerű alkalmazásai a következők:

- **nagyméretű alkatrészek**, amelyeknek csak **néhány kritikus pontjában** szükséges a keményítés;
- nagy kiterjedésű felületek **rasztermintás** kezelése;
- **kisméretű alkatrészek**, melyek **lokálisan** és **torzulásmentesen** más módszerrel nem kezelhetők.

A felületi edzés csak akkor lehet gazdaságos lézerrel, ha azt más, hagyományos módszerekkel nem, vagy csak káros kompromisszumok árán lehet megvalósítani.

A lézersugár foltja vándorol a kezelendő felszínen, tehát összefüggő homogén hőkezelt réteg többnyire nem érhető el. Az egymás mellett futó, lézerrel edzett sávok között mindig van valamilyen mértékben megeresztődött rész.



A lézeres edzés három szakaszra bontható:

- Az első szakasz a hevítés Ac1 illetve Ac3 hőmérséklet fölé,
- A második egy hőntartási szakasz, amelynek során az alapszövet lehető legnagyobb részének ausztenitté kell alakulnia.
- A befejező hűtési szakaszban – megfelelően nagy hűtési sebesség esetén – martenzites szövetszerkezet alakul ki.

A lézeres edzéskor a **hevítés sebessége $10^3 \div 10^7$ K/s** között változik.

Ez jelentősen meghaladja a hagyományos hőkezelő eljárásoknál szokásos értékeket, ezért itt az **ausztenitesítési hőmérséklet is feljebb tolódik.**

A magasabb hőmérséklet kedvező az ausztenit kialakulása szempontjából, mivel az diffúziós folyamat eredménye és a diffúziós folyamatok sebessége exponenciális összefüggésben van a hőmérséklettel.

Ezért **lézeres edzéskor az ausztenites átalakulás időszükséglete jelentősen lecsökken, kicsi lehet a hőntartási idő.**

A külön hűtőközeg nélküli önedződésre jellemző hűlési sebesség 10^3 - 10^5 K/s között változhat.

Lézeres hőkezeléssel **$0,05 \div 1$ mm mélységű edzett kéreg** állítható elő, melynek **keménysége meghalad(hat)ja a hagyományos eljárásokkal előállítható értéket.** Ez megfelel annak a fejlődési iránynak, mely szerint az edzett rétegek vékonyak, de a lehető legnagyobb keménységűek legyenek.

Nagyenergiájúforrásokkal végzett kezelések: **Lézeres edzés**



Nagyenergiájúforrásokkal végzett kezelések: **Elektronsugaras edzés**

A lézersugárhoz hasonlóan az elektronsugár is alkalmas felületi edzésre

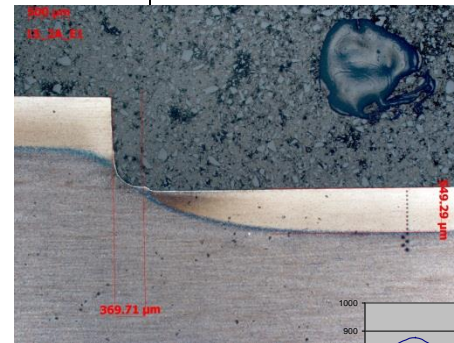
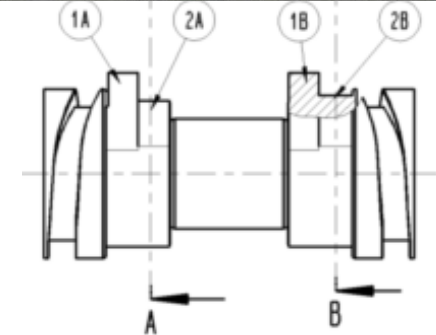
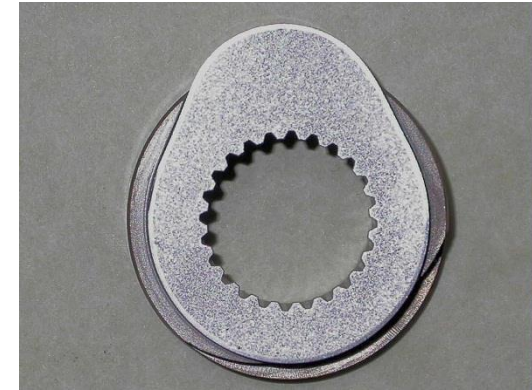
Sajátosságok:

- A munkadarabot vákuum kamrába kell helyezni
- A sugárnyaláb intenzitása jól szabályozható, a felület pásztázható
- Tiszta, egzakt technológiai körülmények hozhatók létre

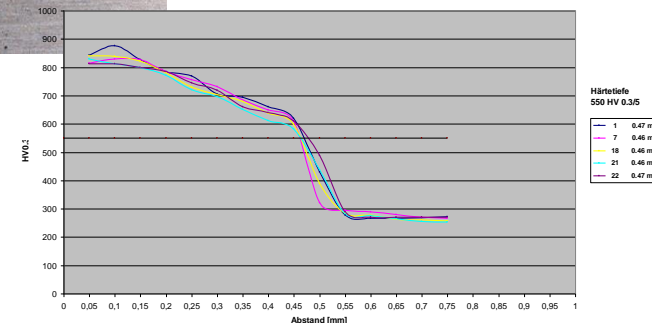
A két eljárás részben konkurens egymásnak

Példa: vezérműtengely elektronsugaras edzése (edzés előtt a kéreg nitridálva)

nincs szükség külön hűtőközre



1B_C_Härteablauf_CCL2_PTR2_P



Összetéelt 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 magbiztosításával.
- A felület ötvözéséhez szükséges elemet a darabot körülvevő közeg biztosítja. A közeg feladata, hogy a felülettel kölcsönhatásba lépve, azt valamilyen elemmel feldúsítsa.

Összetélt változtató un. termokémiai kezelések

A kölcsönhatás három részfolyamatra bontható:

1. Az ötvözőelemet atomos állapotban kell a felületre juttatni. Ez az atomos állapotú elem rendszerint disszociáció eredménye.
2. A közeg által atomos állapotban leadott elemnek meg kell tapadni az acél felületén. Ez a folyamat az adszorpció.
3. Az adszorbeált elemnek a felületi rétegbe kell vándorolni. Ez a diffúziórévén lehetséges.

Nitridálás, karbonitridálás

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

Nitridálás, karbonitridálás

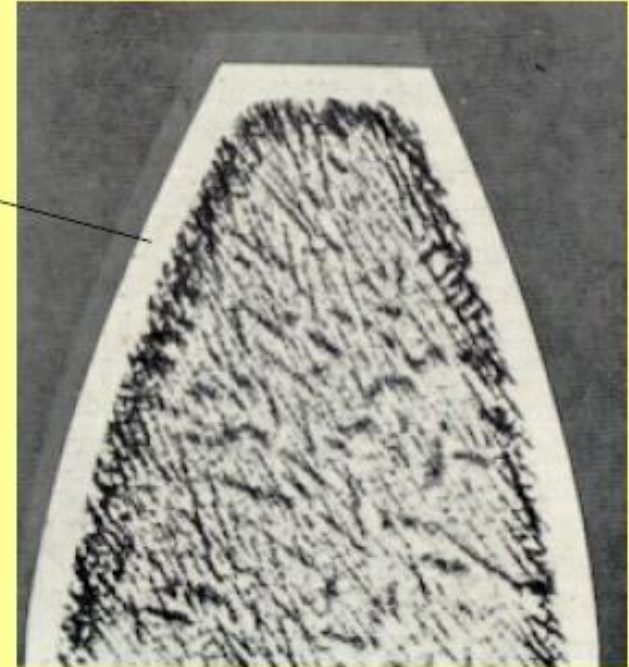
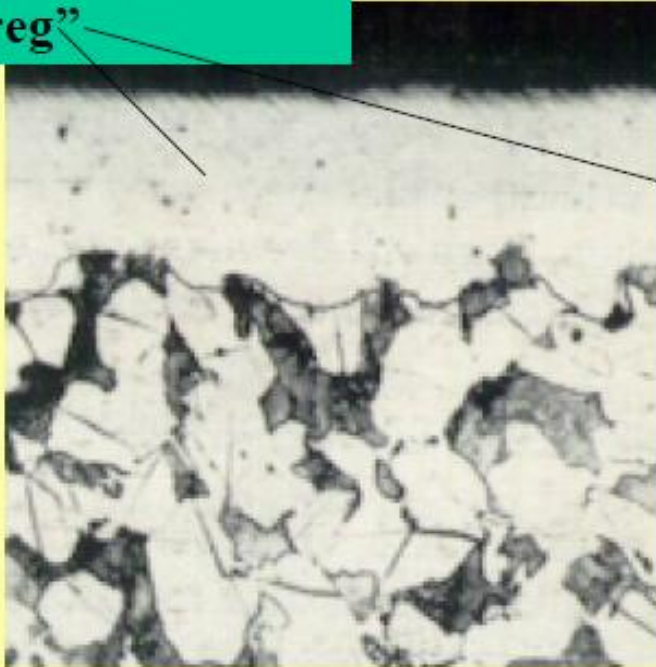
1. A nitridáló közeg általában **ammónia**, és mivel a nitrogén a ferritben jobban oldódik
2. a kezelés hőmérséklete **500-600 C°**. A kemencetérbe bevezetett ammónia az acél felületén alkotóira bomlik.
3. A kezelési idő **30-40 óra**
4. A darabot **nitridálás előtt nemesítik**
5. Gáznitridálásra nitridképző ötvözőkkel ötvözött acélokat használunk.

Ilyen ötvözők a Cr, az Ala Moés a V

Az elérhető felületi keménysége 62-67 HRC.

Nitridekből álló
vegyületi „fehér
kéreg”

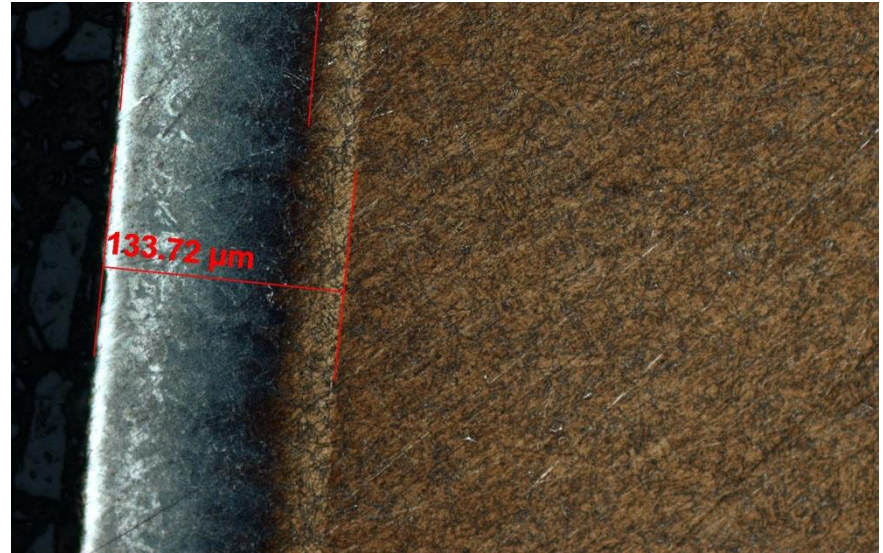
Nitridálás



Nitridált kéreg ötvözetlen
acélon

Nitridált fogaskerék
Marószer: Oberhoffer

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



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.

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

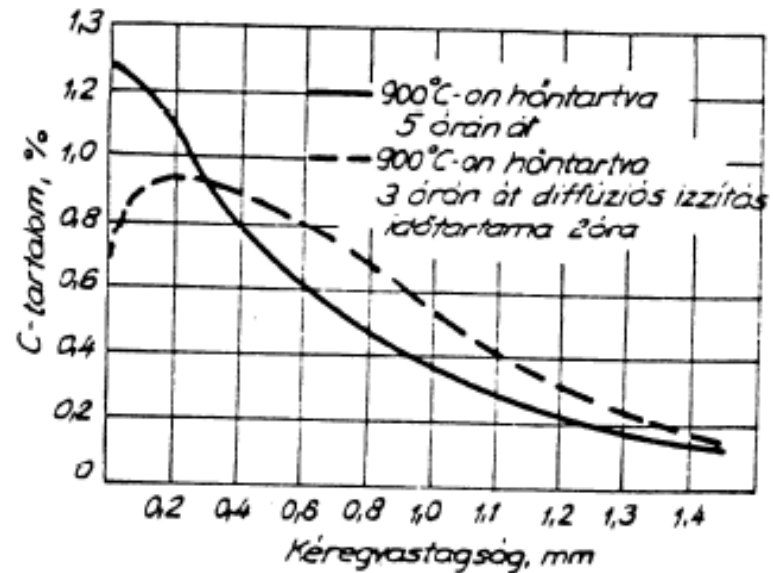
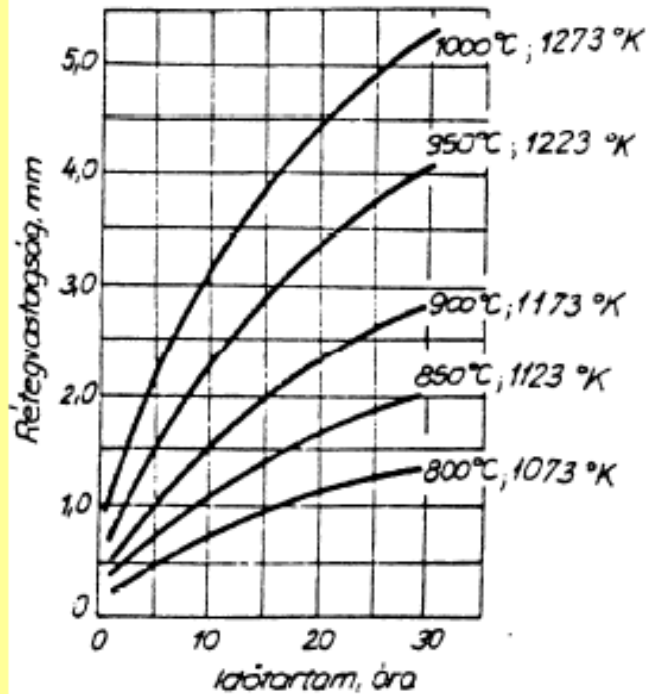
A betétedzés = cementálás + edzés

A cementálás során az alkatrészt kARBONT leadóközegben 850-930 C°, ma egyre magasabb gyakran 950-970 C°-on izzítjuk.

A cementáló közeg lehet :

- szilárd (faszén, csontszén, koks),
- folyékony (sófürdő+ kARBONT leadóanyag) vagy
- gáz.

Ipari körülmények között már csak a gázcementálásnak van jelentősége.

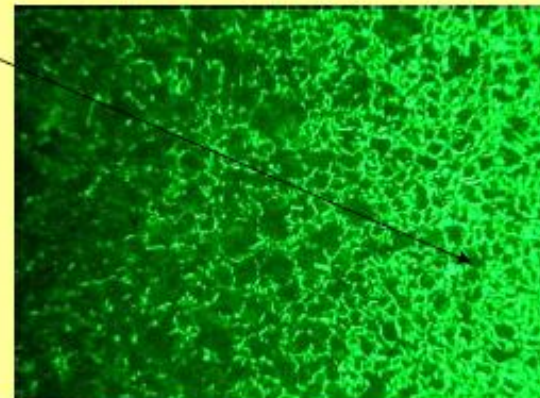
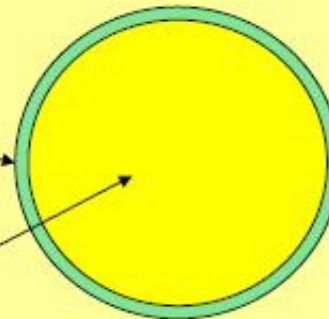
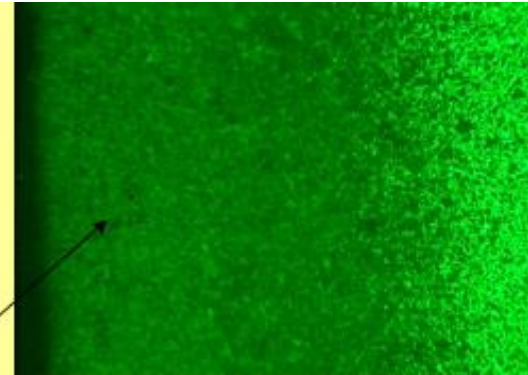


A kéregvastagság függ:

- a hőmérséklettől,
- az időtől, és a
- C leadó közegtől

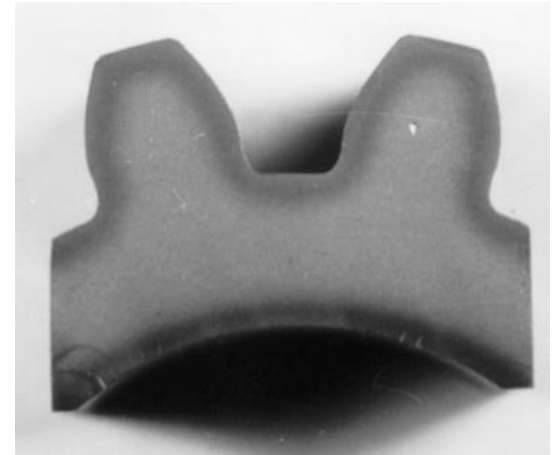
Cementálást követő hőkezelések

- 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**



Ha az acél szemcsedurvulásra nem hajlamos, az edzés a cementálást követően elvégezhető (direkt edzés).

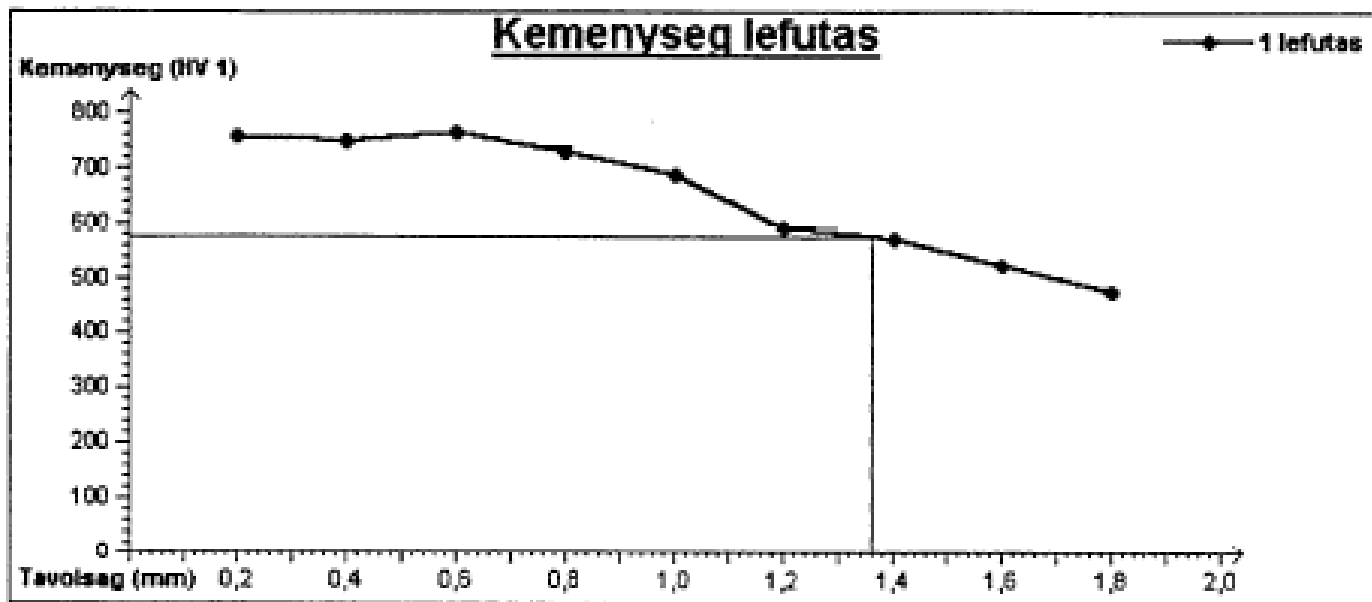
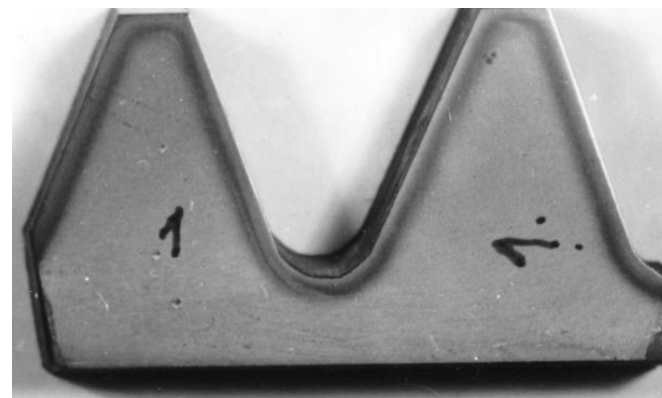
- Az edzés az acél összetételétől függően történik:
 - ötvözetlen acélt vízben ,
 - ötvözöttet olajban vagy emulzióban -.
- Az edzést 170-180 C°-os megeresztés követi

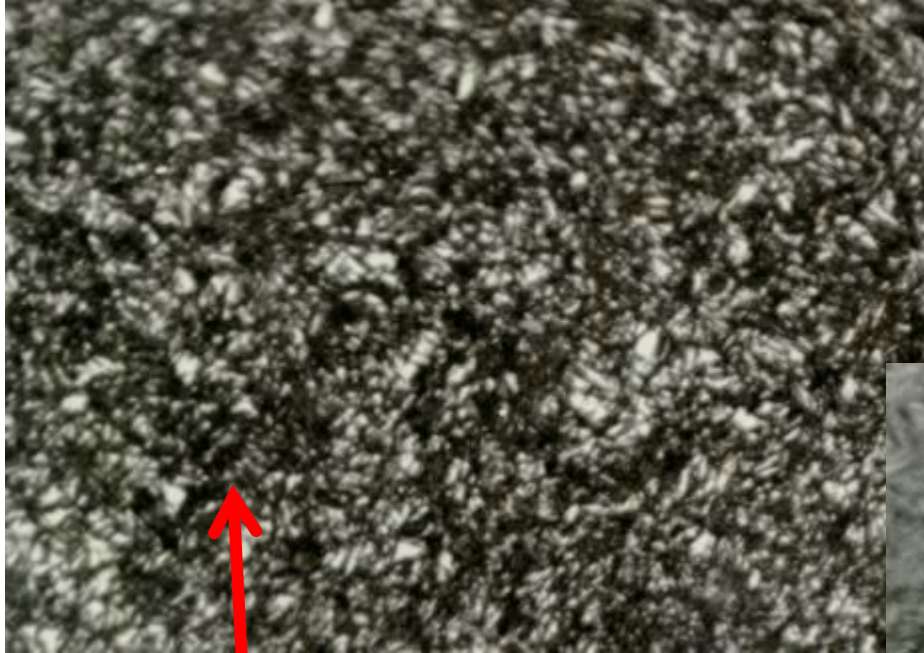


Betétedzett bolygókerék

tányérkerék

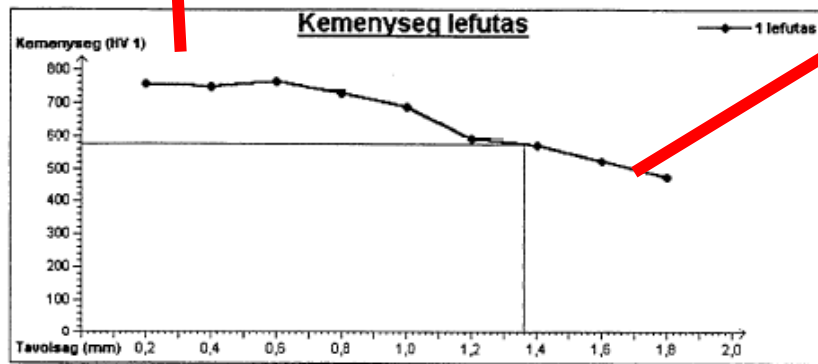
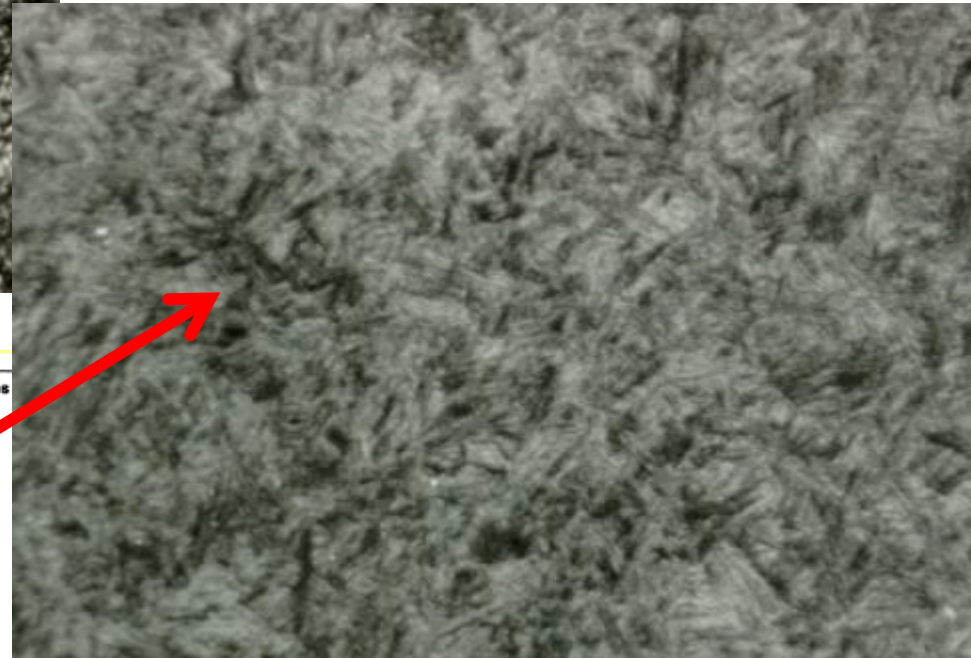
–betédezés : gázcementálás, edzés
edzőprésben és megeresztés





Kéregszövet: Martenzit+
maradék ausztenit

Magszövet: bainit



Megvalósítható:

–kisnyomású vagy vákuum cementálás,
nagy nyomású nitrogén edzés

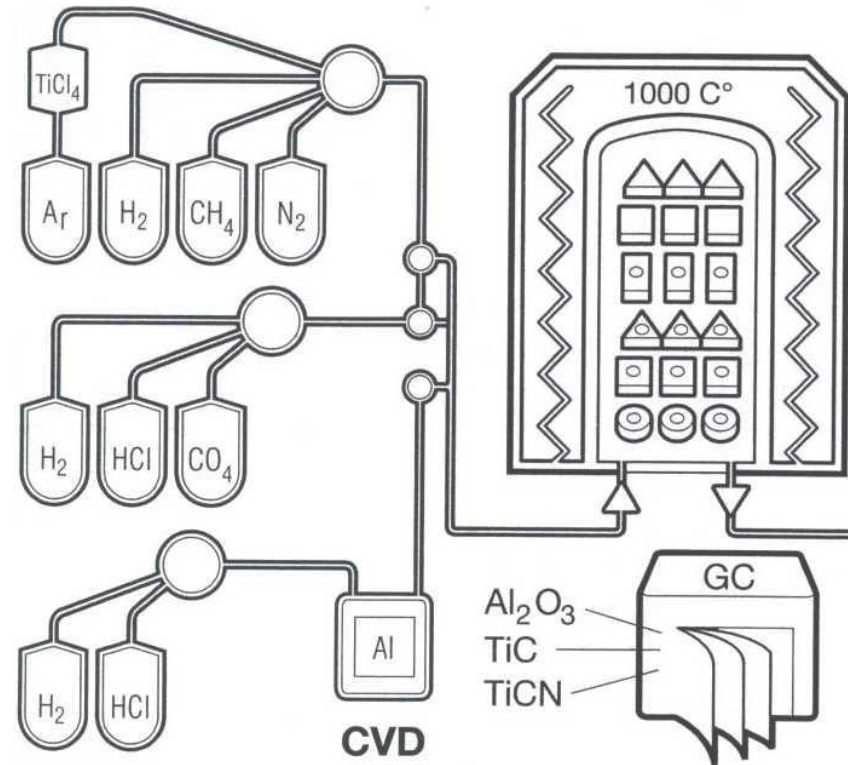


Gőzfázisúbevonatképzőeljárások

Kémiai gőzfázisúbevonatolás - CVD

Keményfém lapkák és kerámiák felületi kezelésére

- 900-1000 C°-on
- 3-10 μm vastag,
- keménysége 2500 HV körüli
- gyémántbevonat is készíthető



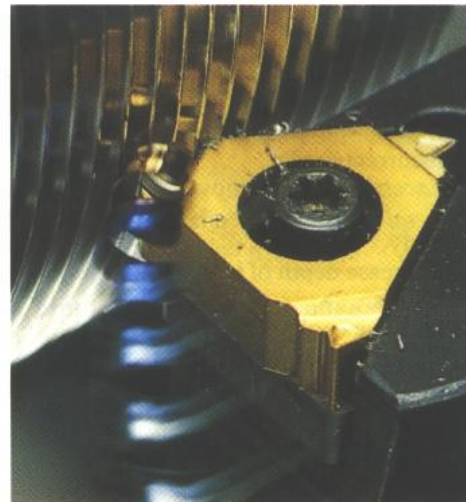
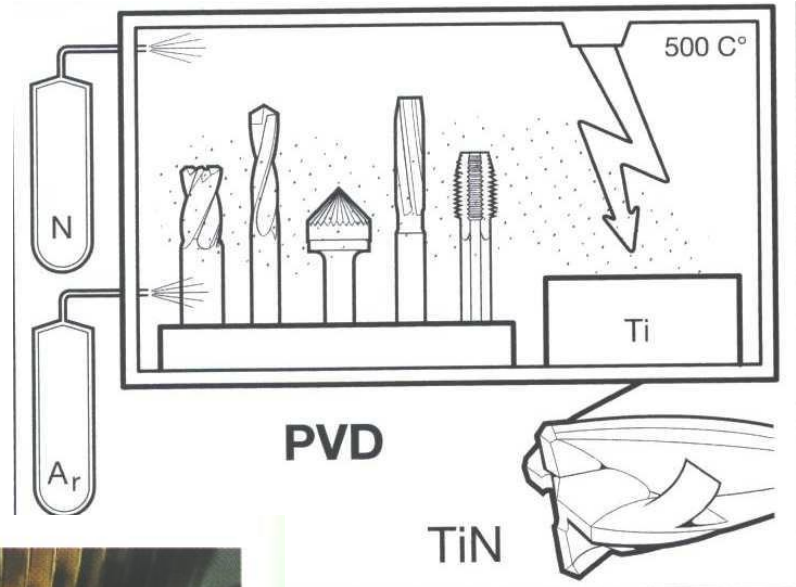
Gőzfázisúbevonatképzőeljárások

Fizikai gőzfázisúbevonatolás - PVD

a bevonat nem nagy hőmérsékleten vegyi reakció, hanem

alacsony $150-550\text{ C}^\circ$ -on fizikai elvek alapján keletkezik

•TiN keménysége 2000-2500 HV, kopásálló



Köszönöm a
figyelmet!