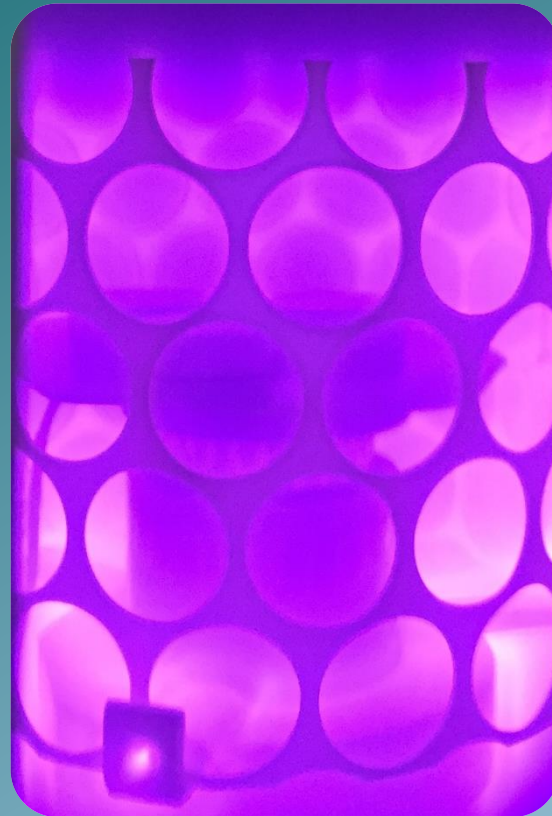
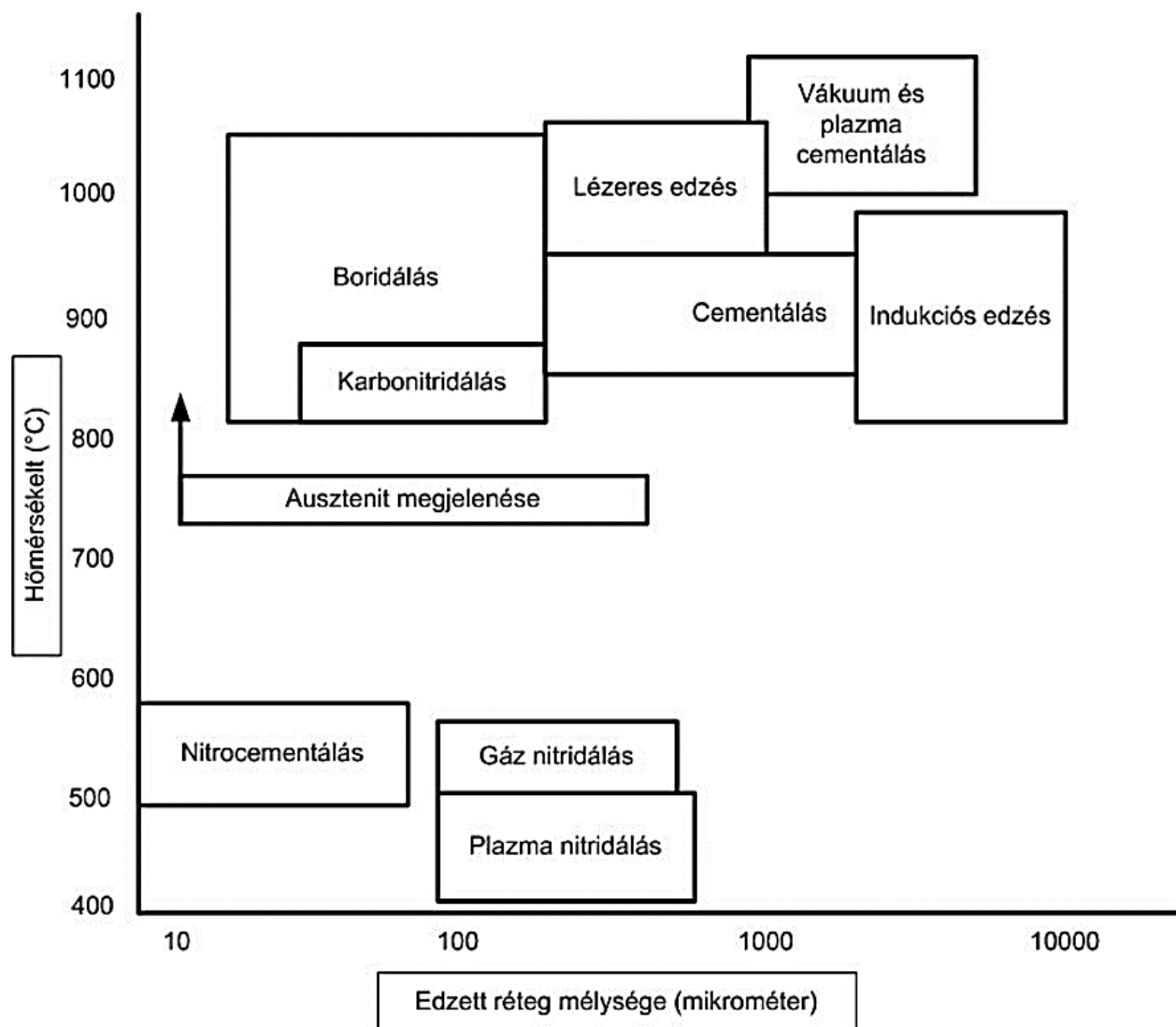


Termokémiai felületkezelések



Hőkezelés
(BMEGEMTBGK1)
2024. November 04.

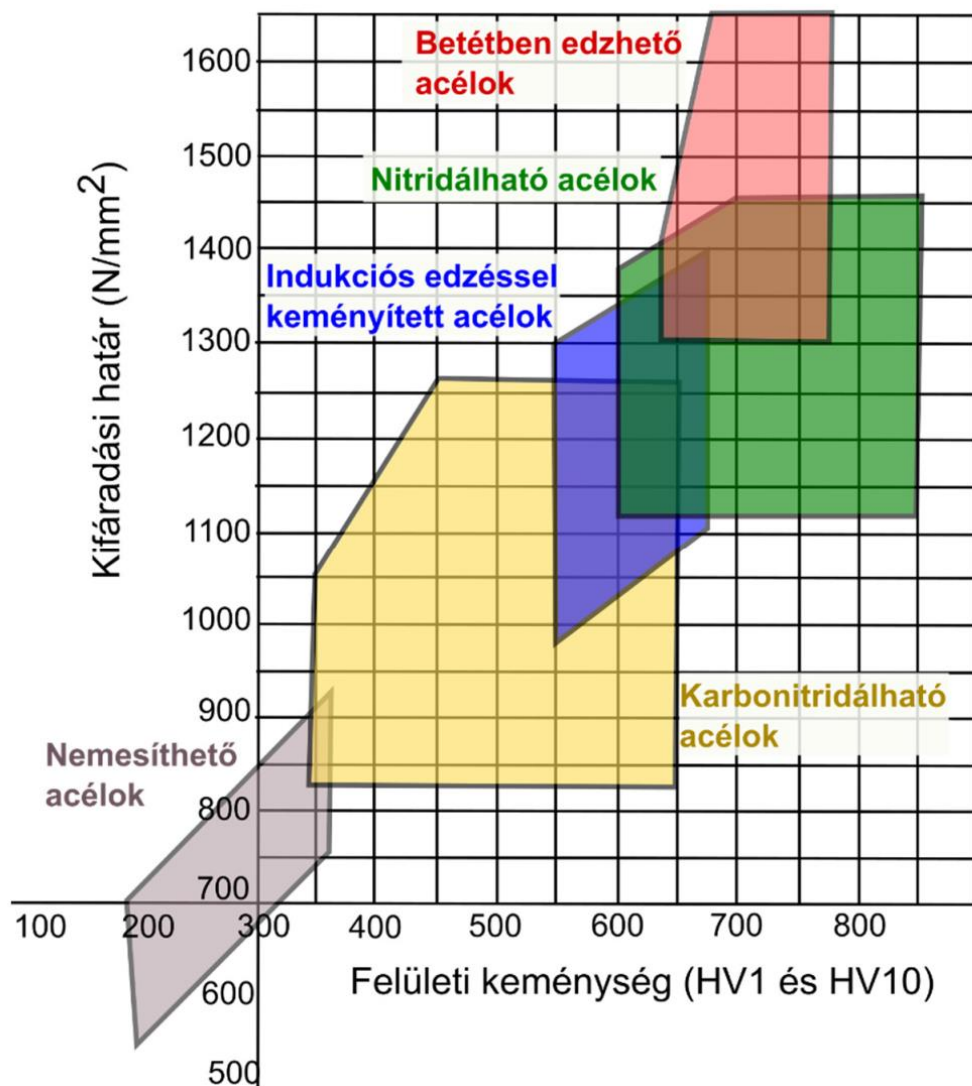
Dr. Kovács Dorina
kovacs.dorina@gpk.bme.hu
MT épület 061.



Diffúzióra képes anyagok:

Nem fémes:
C, N, B, O

Fémes:
Al, Si, Cr, Ti, V



Diffúzióra képes anyagok:

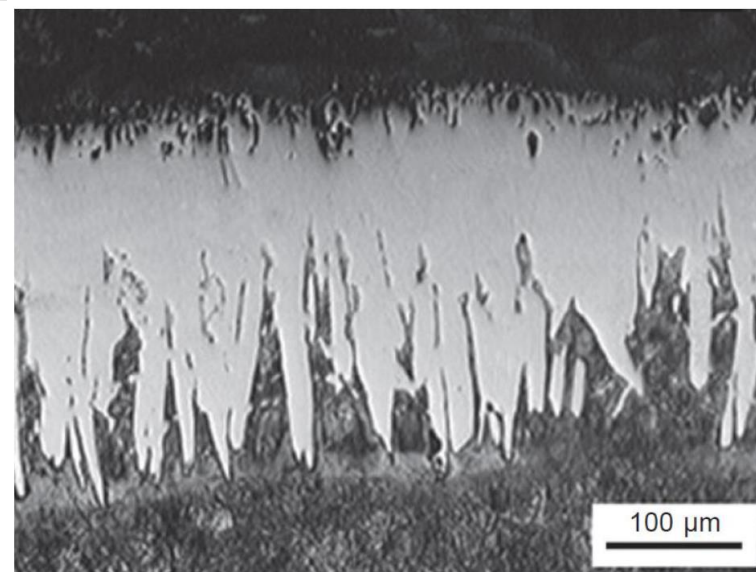
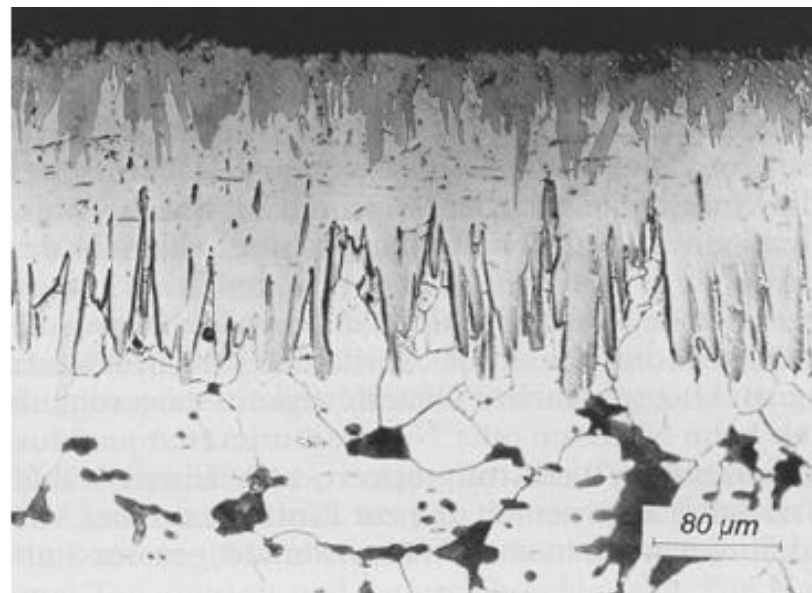
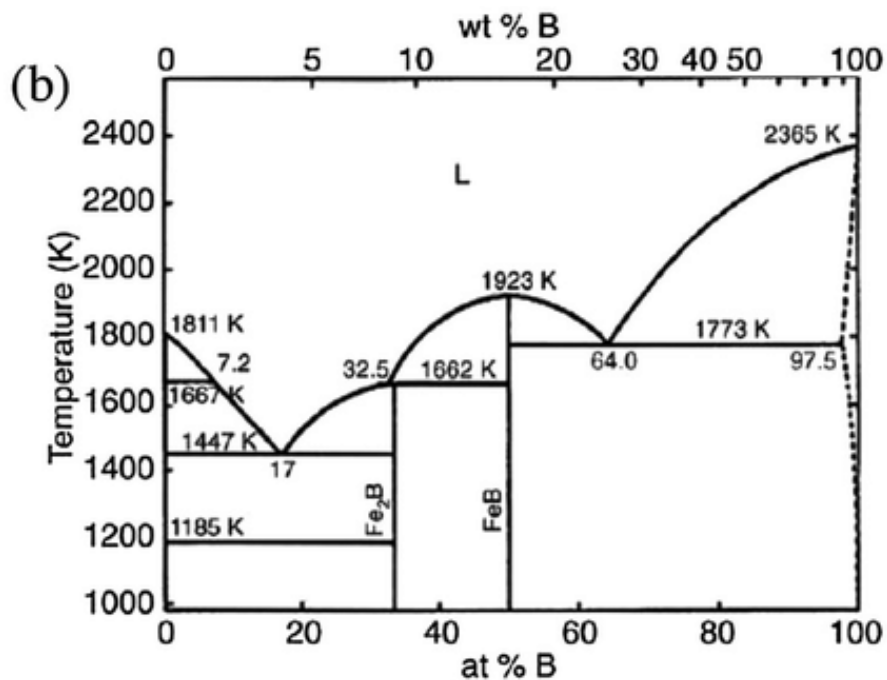
Nem fémes:
C, N, B, O

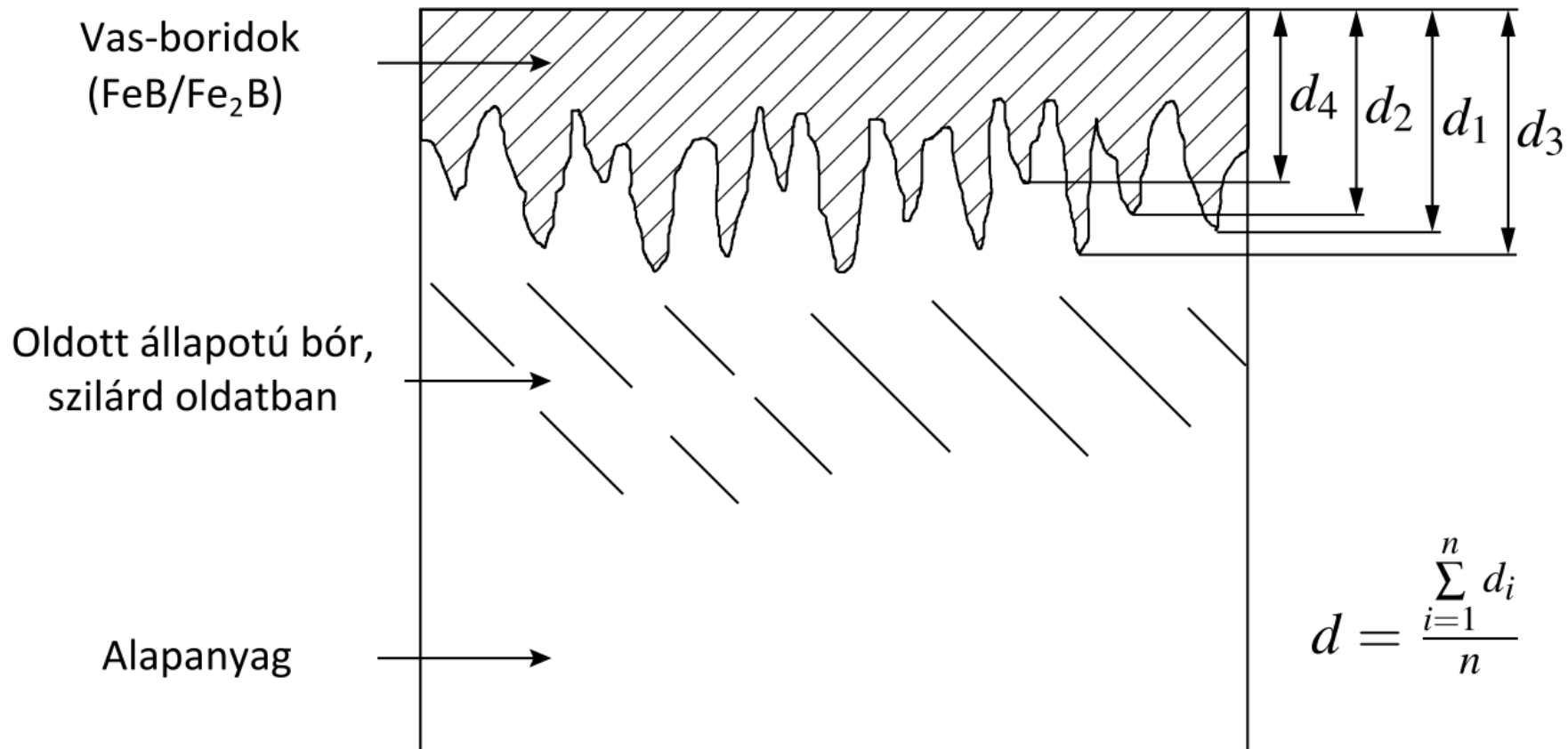
Fémes:
Al, Si, Cr, Ti, V

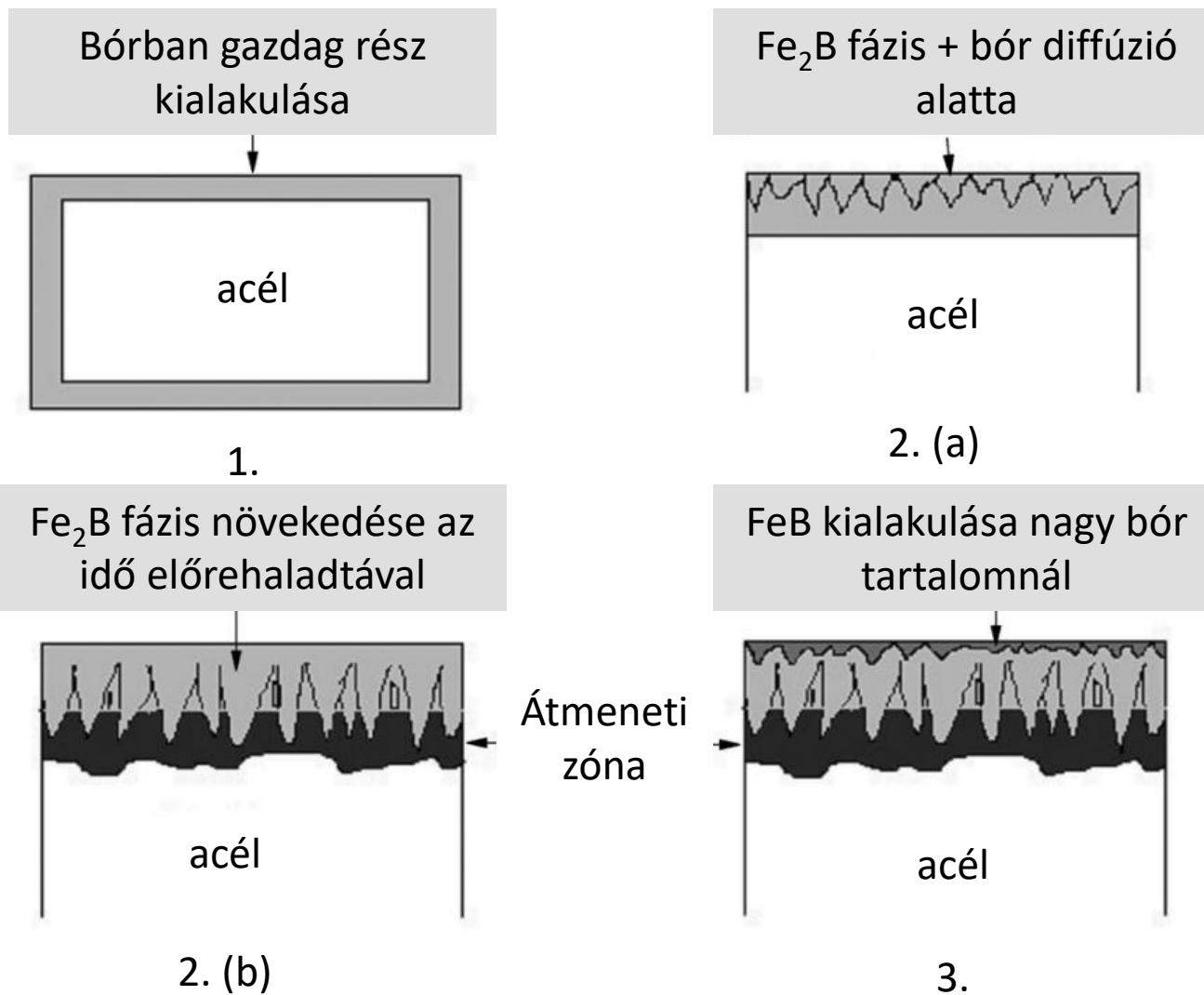
800-1050 °C; 1-12 óra; 0,015-0,5 mm

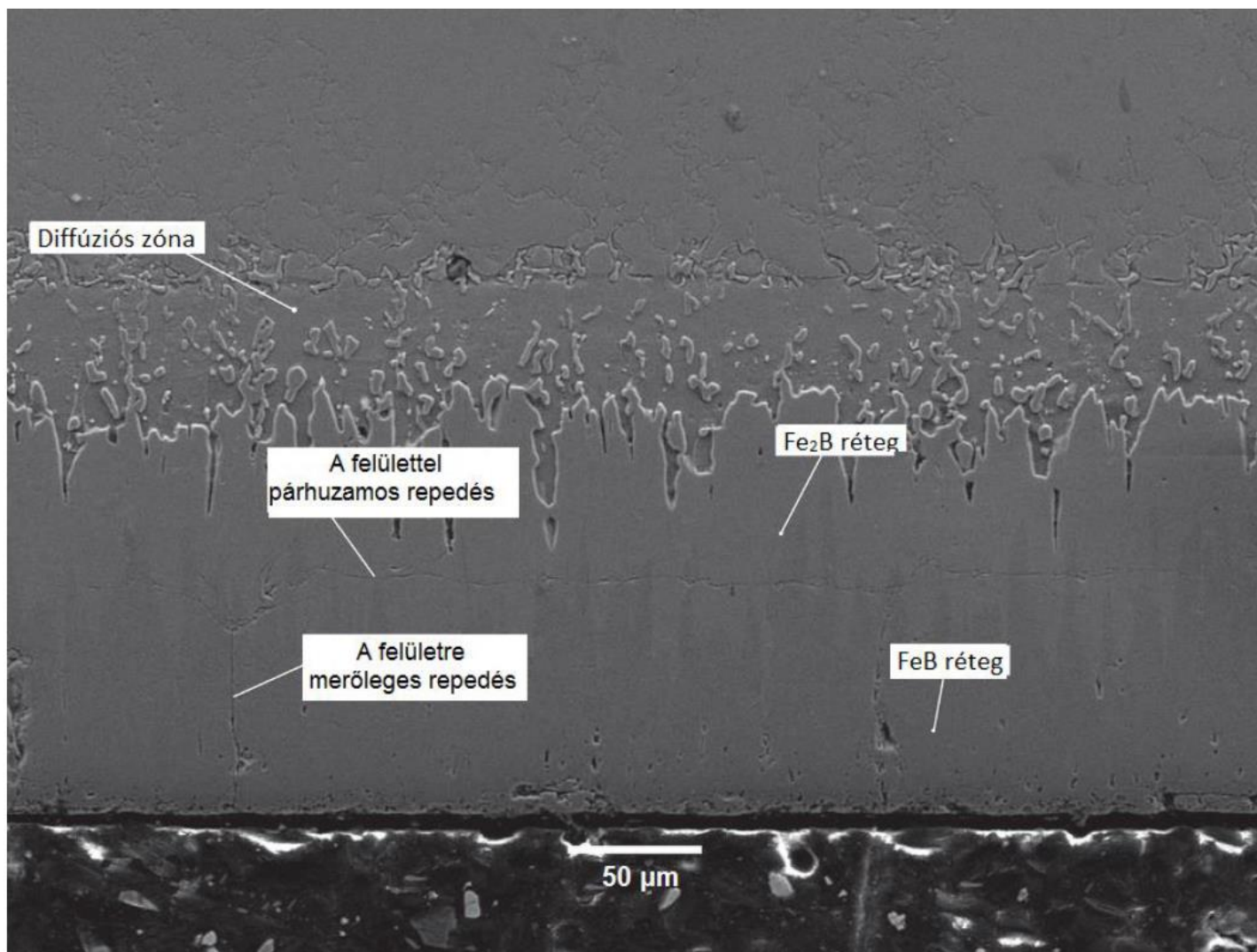
FeB – 1900-2000 HV → ridegebb

Fe₂B – 1800-2000 HV









Szilárd közegű

Bór leadó közeg: B_4C

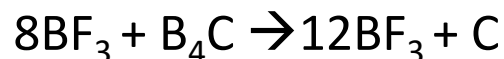
Töltőanyag: SiC

Aktivátor: KBF_4

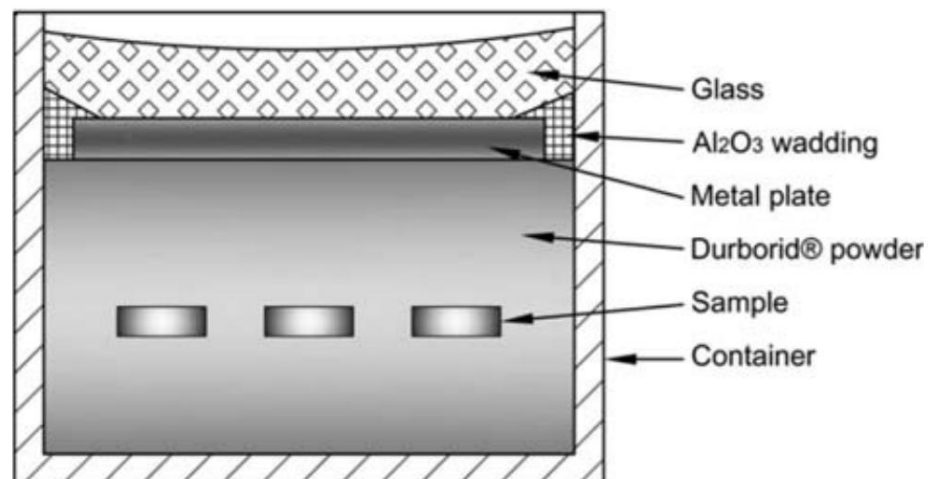
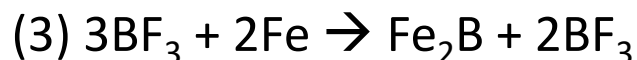
A hőtartás elektromos ellenállásfűtésű kamrás kemencében vagy aknás kemencében történik, védőgáz alatt

(1) az aktivátor disszociációja révén BF_3 vegyület keletkezik,

(2) BF_3 reakcióba lép a B_4C és SiC komponensekkel



Töltőanyag segít a további bomlásban



Folyékony közegű

Bór leadó közeg: $B_4C + NaBF_4$

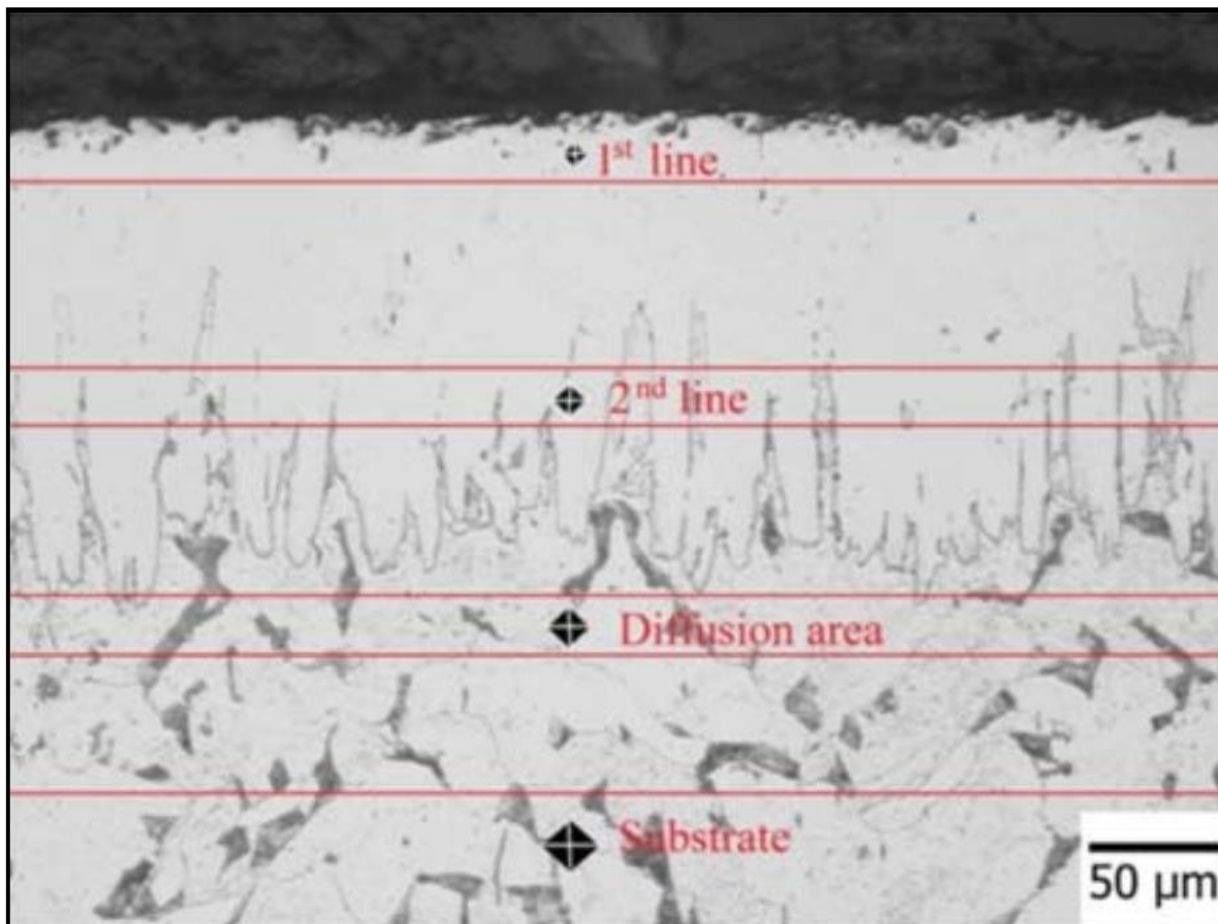
15 perc alatt képes olyan réteget előállítani, amit hagyományos szilárd közegű boridálással 8-10 óra alatt lehetne elérni

→ elektrolízissel: anód: grafit elektróda
katód: munkadarab

Gázközegű

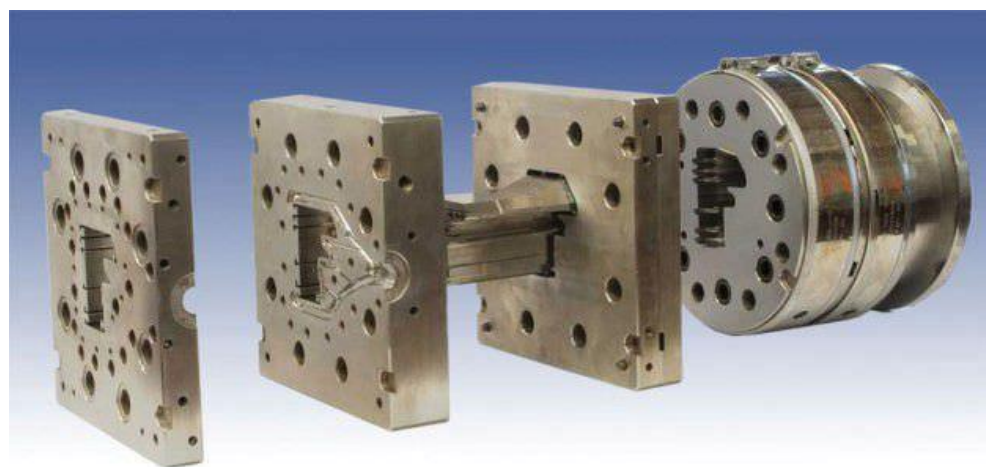
- kevésbé elterjedt
- keletkező melléktermékek erősen toxikus és tűz- és robbanásveszélyes komponenseket tartalmaznak

Bór leadó közeg: B_2H_6 , BF_3 , BCl_3

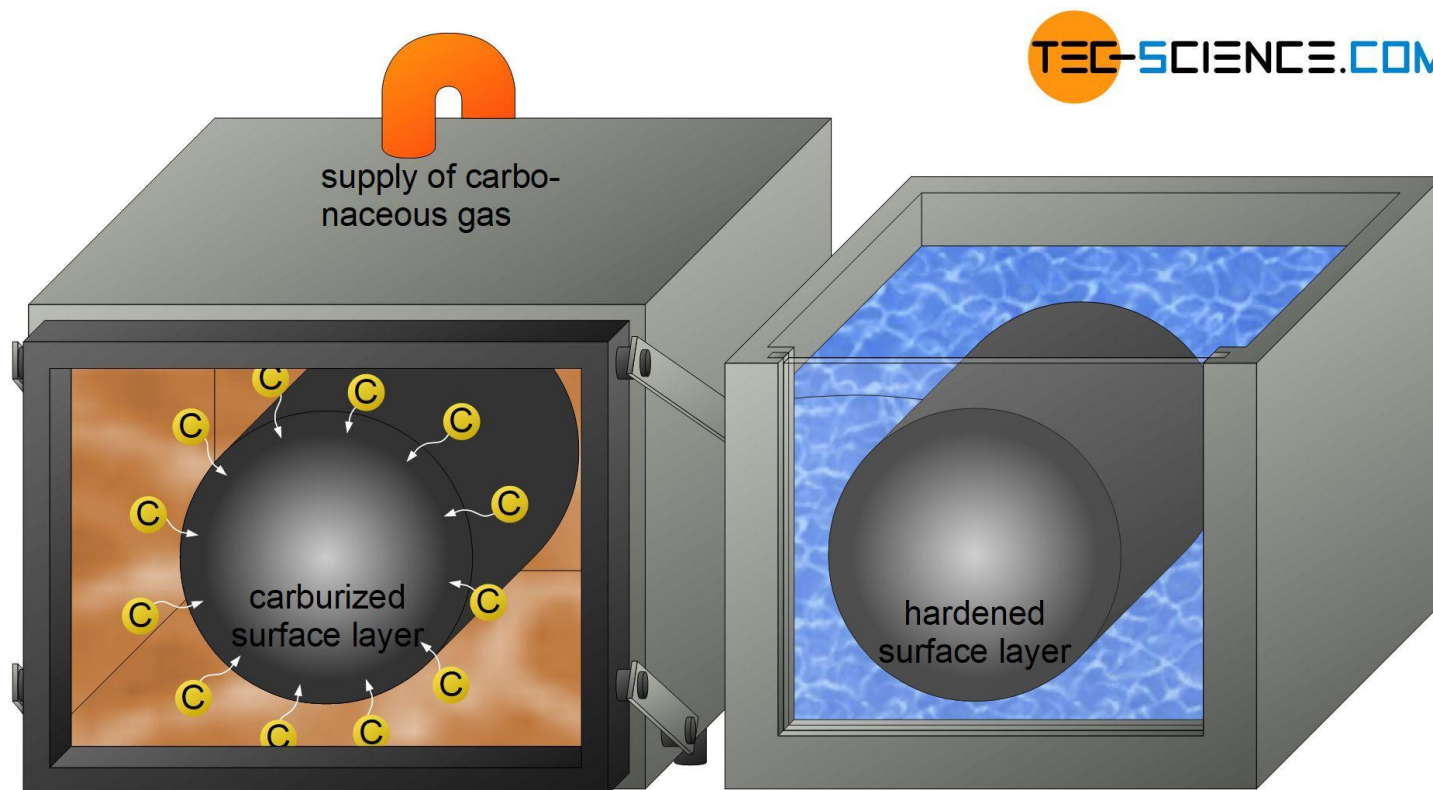


Felhasználás:

- mezőgazdasági gépek alkatrészei
- aktuátor
- szelep
- golyóscsapok
- tolózárak
- dugattyúk
- égő fúvókák
- fúrósár
- extrúder szerszám

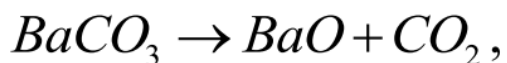


Felület szén tartalma: 0,7-1,2 % között; 1-3 mm mélységben; 930-950 °C



Felület szén tartalma: 0,7-1,2 % között; 1-3 mm mélységben; 930-950 °C

Szilárd közegű

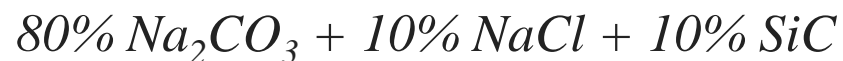


A cementálást 10-20 óráig folytatják, majd a cementált alkatrészeket a dobozzal együtt levegőn hűtik. T=400-500 °C-on már kibontható a doboz, majd a darabok tovább a szabad levegőn hűlnek le.

Folyékony közegű (sófürdő)



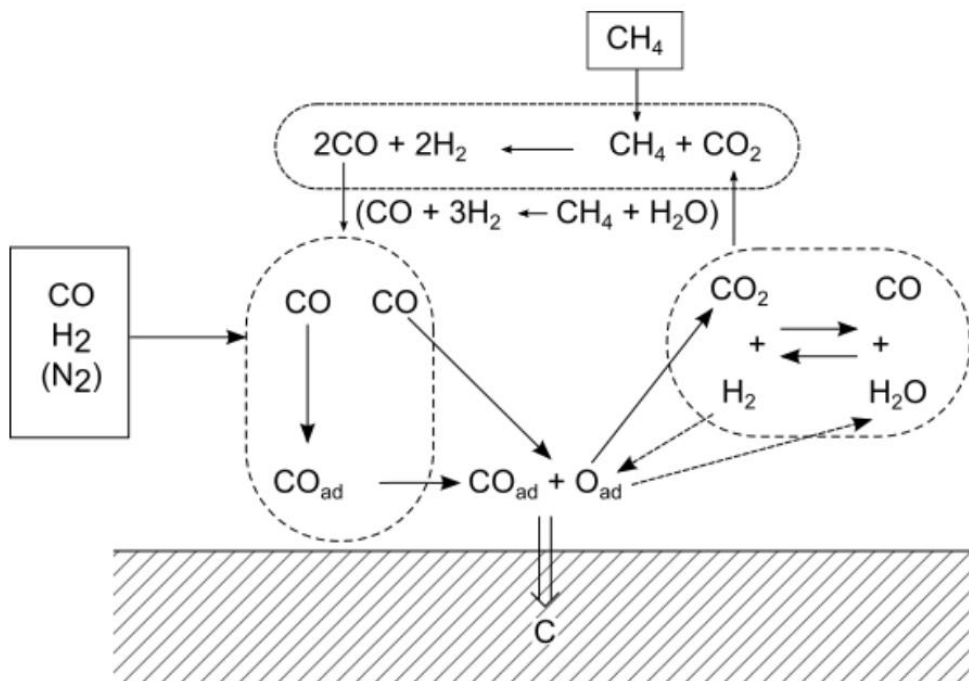
Sófürdő feletti levegővel lép reakcióba



CO bomlása révén válik oldódásra képessé, de a keletkező nitrogén egy része is a felületbe ötvöződik

Gáz közegű

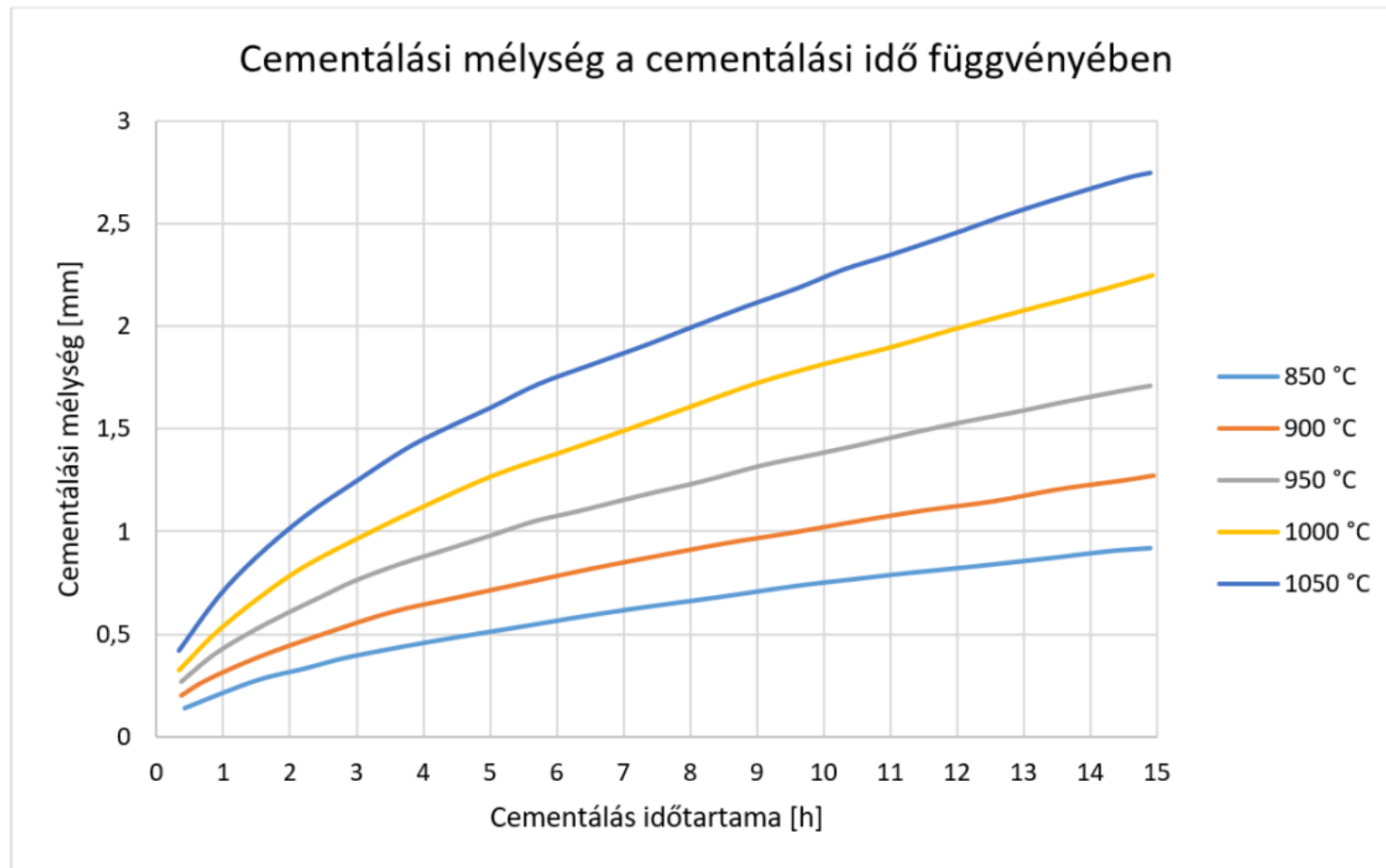
A gáz szénmonoxid komponense így fokozatosan csökken, amit szénhidrogének (pl. metán, propán) adalékolásával kell kompenzálni



Karbonpotenciál:

Az a karbonkoncentráció, amellyel a folyamatot létrehozó gáz adott hőmérsékleten termodinamikai egyensúlyt tart.

- harmatpont-méréssel vízgőzkoncentráció mérése,
- infravörös gázelemzővel a CO₂ parciális nyomásának mérése,
- oxigén-próbával az oxigén parciális nyomásának mérése.



Oxigénmentes

1-20 mbar nyomás

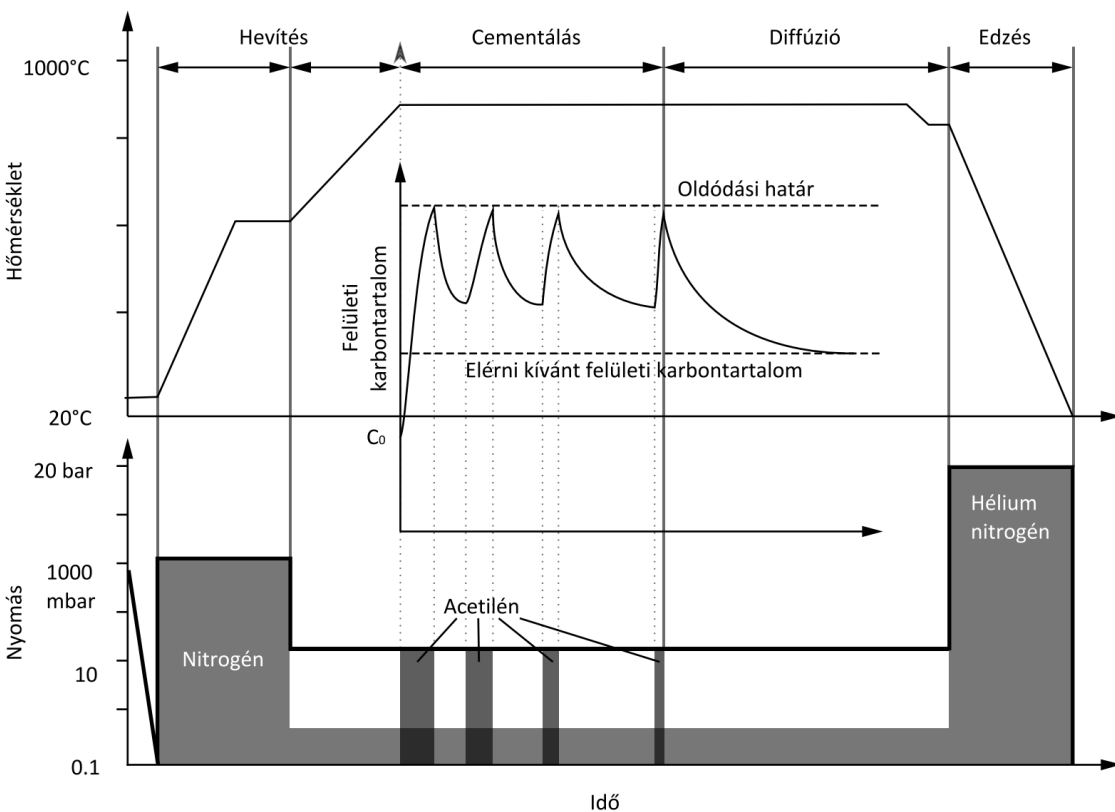
900-1050 °C

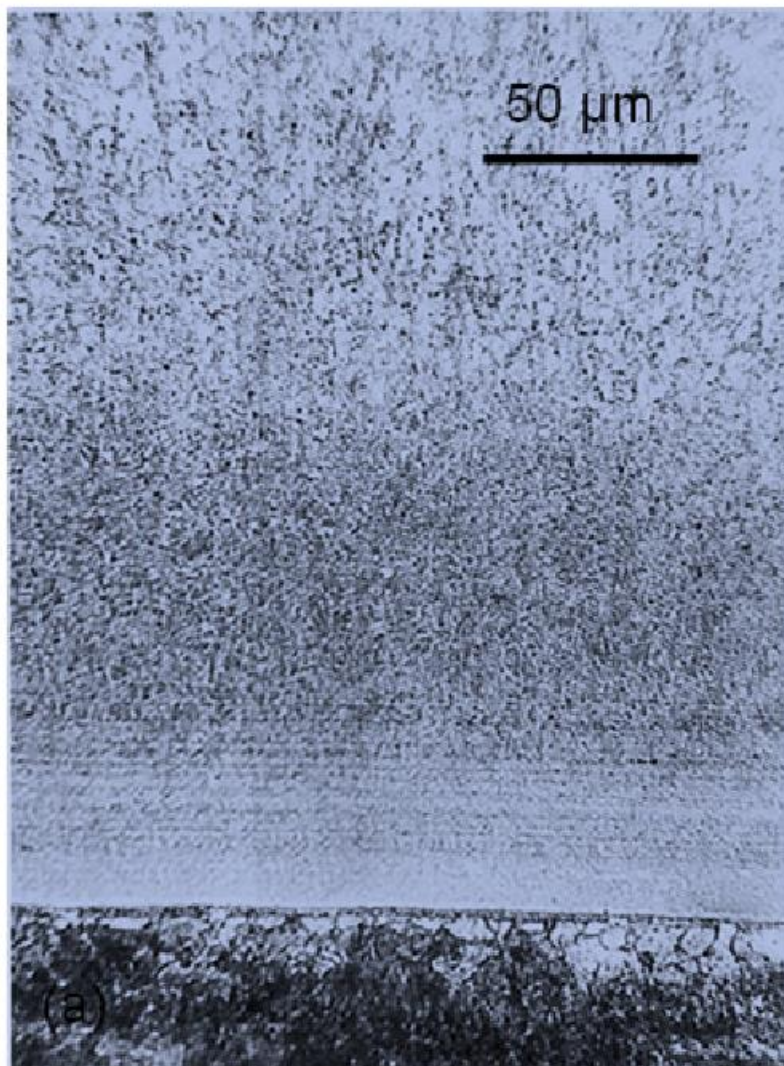
acetilén (C_2H_2), propán (C_3H_8) és etilén (C_2H_4)

→ Nincs szemcsehatármenti oxidáció

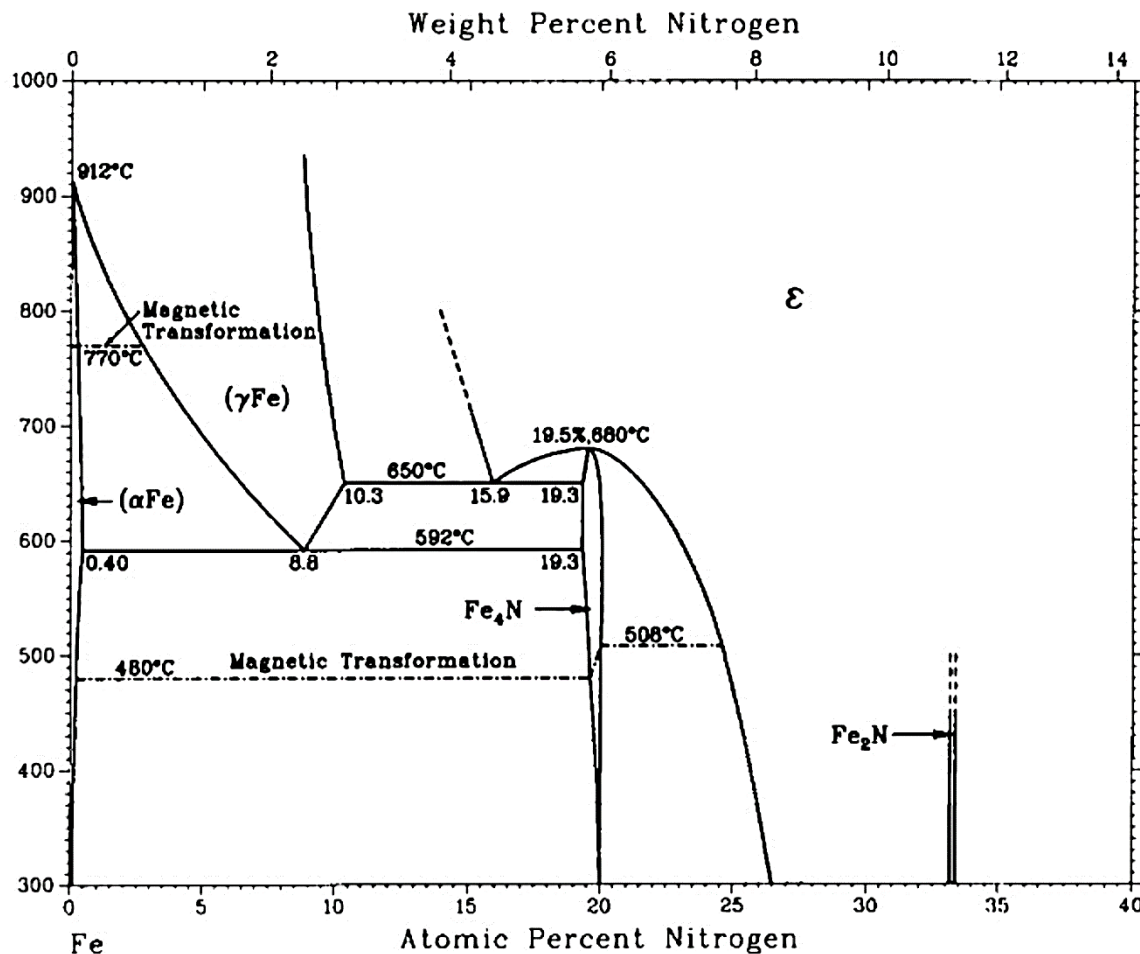
A cementálás többlépcsős folyamatként valósul meg, rövid idejű aktív gáz (pl. acetilén) adagolással, és azt követő diffúziós szakaszokkal

- Egyenletes cementált réteg
- Rövid kezelési idő
- Nem igényel utótisztítást





1-1,5 mm mélységben; 500-570 °C



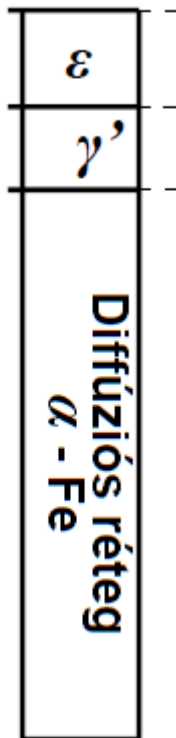
Nitridált réteg felépítése:

- nagyobb nitrogéntartalmú és nagyobb keménységű vegyületi rétegből, amely a Fe-N kétalkotós rendszer ϵ - és/vagy γ' -fázisából áll

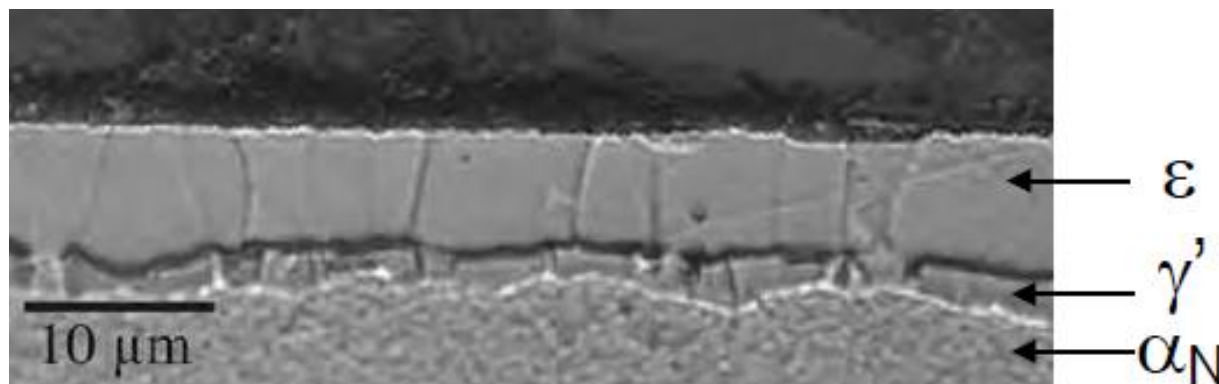
(ϵ : Fe₃N, γ' : Fe₄N)

- alatta pedig az alapanyaghoz képest megnövekedett nitrogéntartalmú diffúziós zóna

Felszín

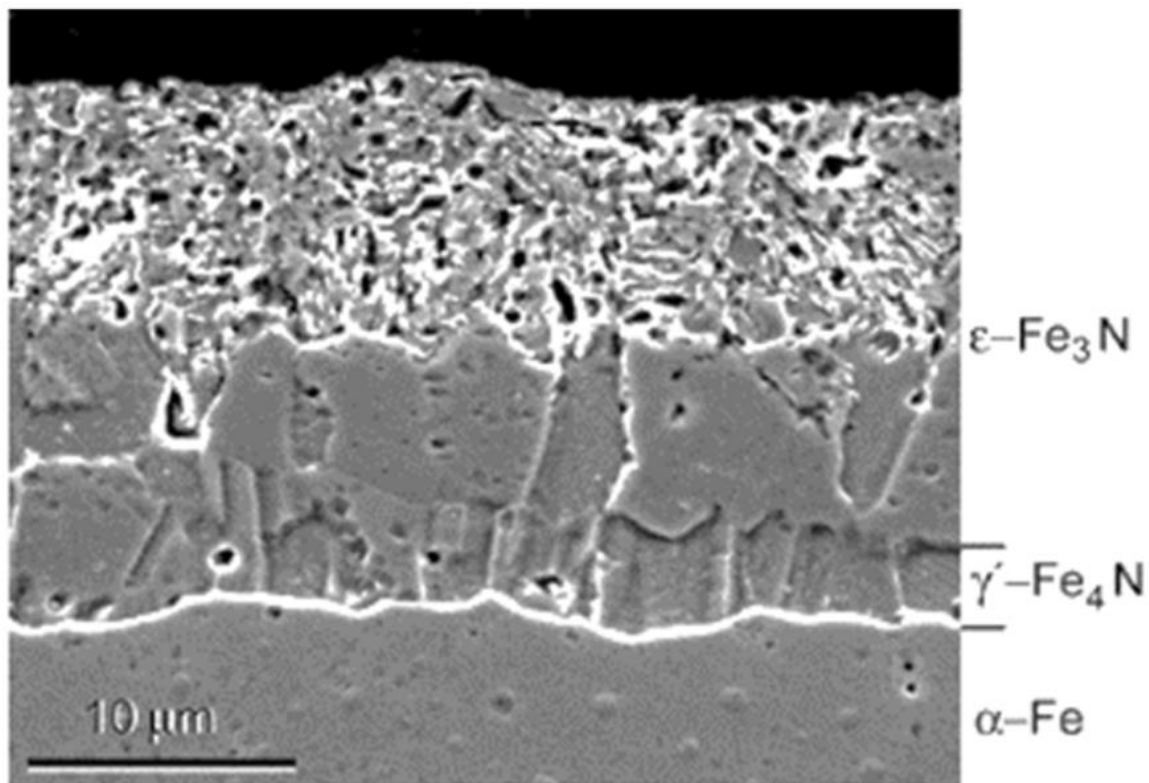


- α -fázis túltelítetté válik N-ben
- γ' -fázis válik ki \rightarrow csíráképződéssel a telített α -fázisban
- ε -fázis válik ki, ha γ' -fázis eléri a túltelítettségi határát
- az egyes fázisok nitrogén oldóképessége a hőmérséklet csökkenésével csökken, hűtéskor kétfázisú területek is keletkeznek a kéregben

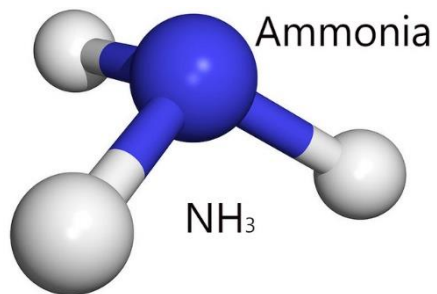


Porozitás:

nagy rácshézagok vannak jelen, melyben a nitrogénatomok ismét molekulává fejlődve porozitásként jelennek meg



1. Előhevítés 350-450 °C
2. Hevítés 500-570 °C
3. Nitridálás 1-100 óra (~48 óra)
4. Hűtés védőgázban vagy olajban

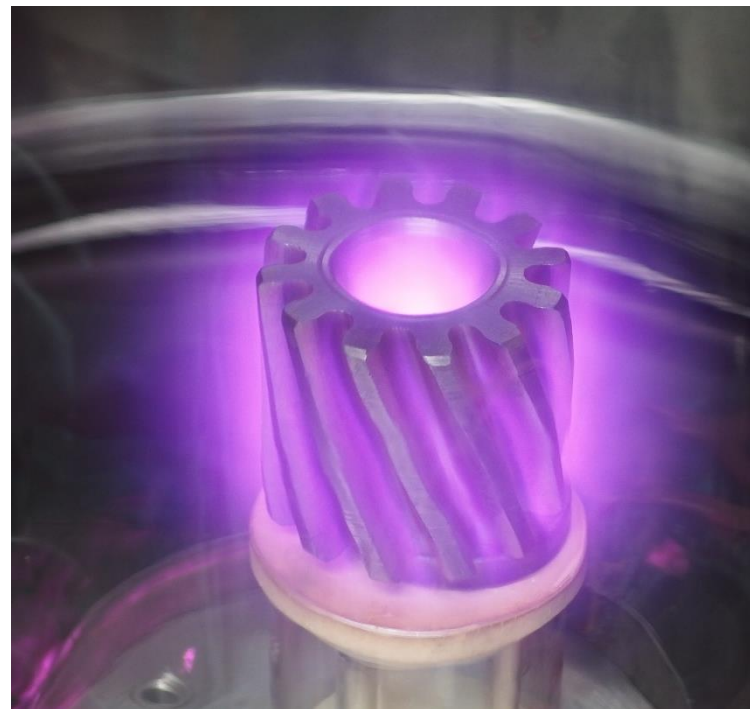
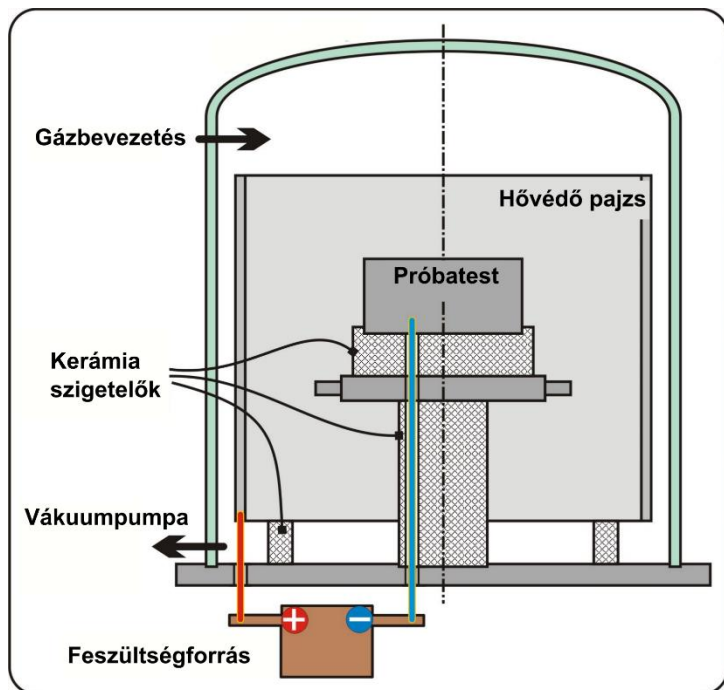


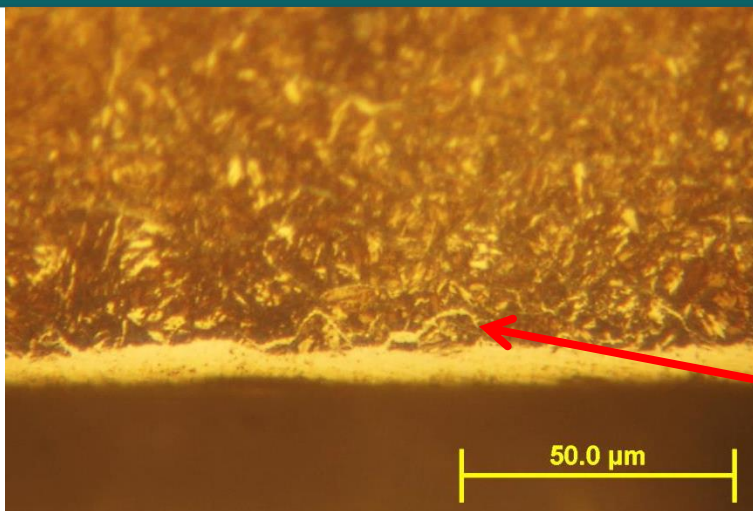
1. Fürdő hevítése és öregítése
2. Hevítés 500-570 °C
3. Nitridálás 5-12 óra
4. Utóoxidálás 300 °C
5. Tisztítás (sómaradványok lemosása)



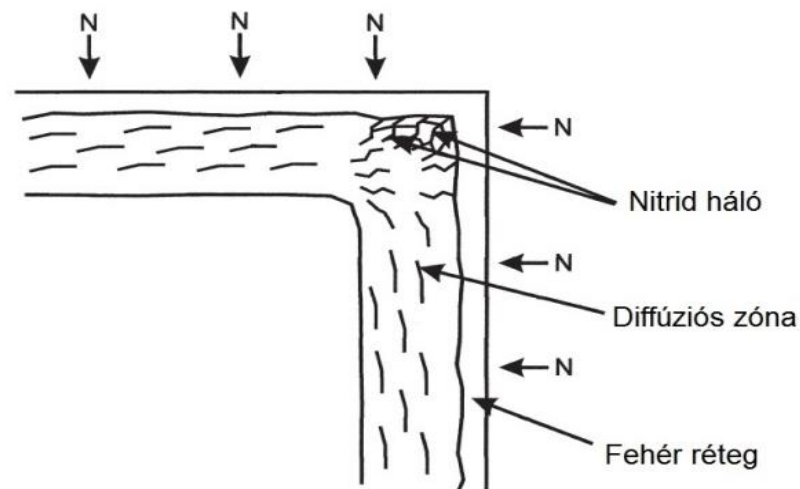
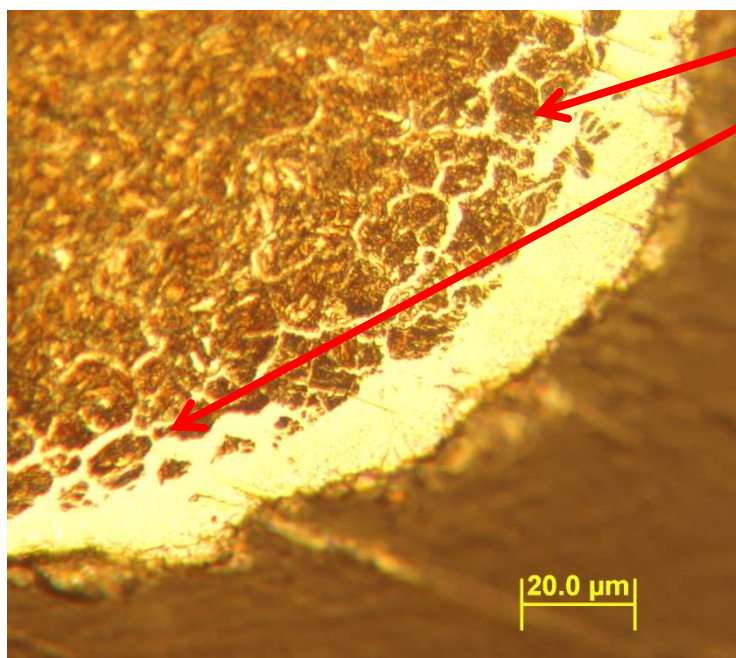
1. Vákuumkamra öblítése (argon gázzal)
2. Előhevítés 300-380 °C
3. Hevítés 500-570 °C
4. Nitridálás 1-8 óra
5. Hűtés védőgázban

Hagyományos plazmanitridálás

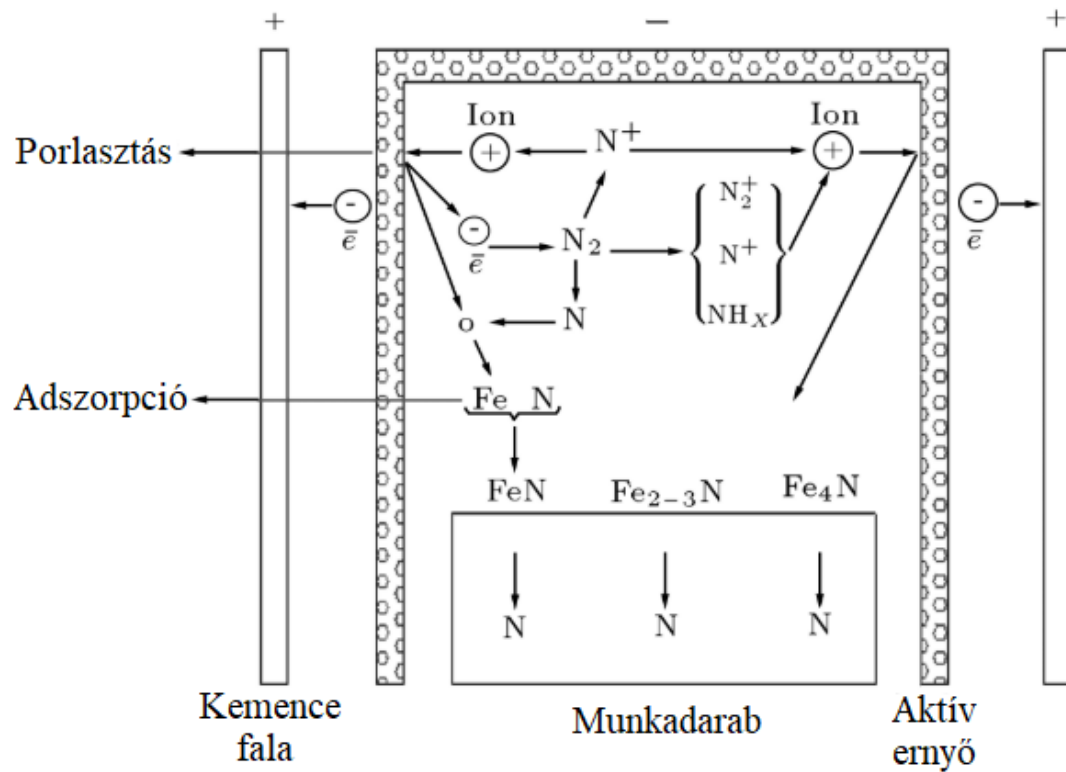
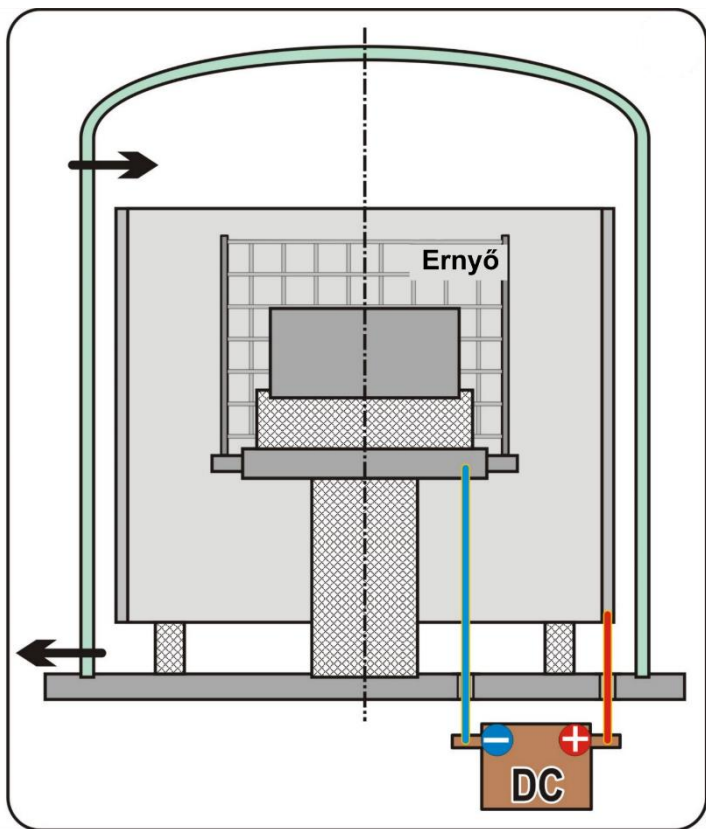




Nitrid háló



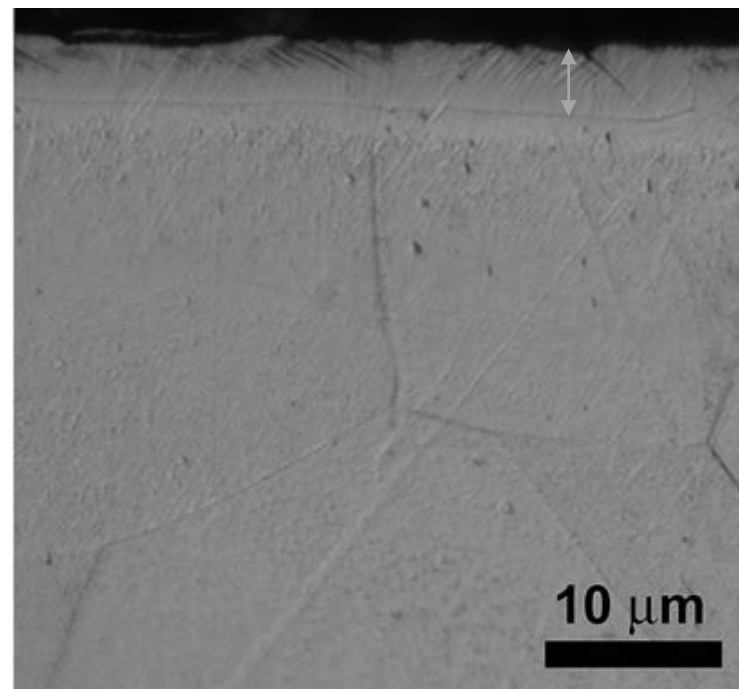
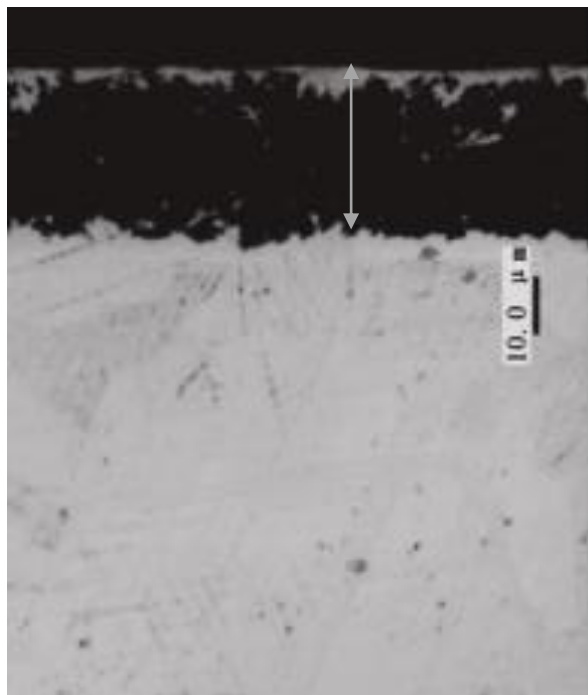
Aktív ernyős plazmanitridálás



Ausztenites rozsdamentes acélok

Nem képződik új fázis, hanem egy nagy nitrogén tartalmú, egyes esetekben nitrogénben túltelített, és ezáltal kitágult rácsú ausztenit lesz az felületi rétegben.

$$S\text{-fázis} = \gamma_{\text{N}}\text{-fázis}$$

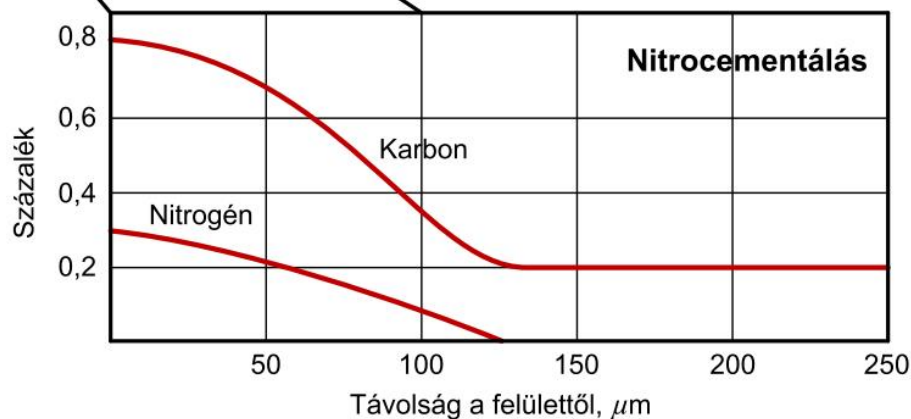
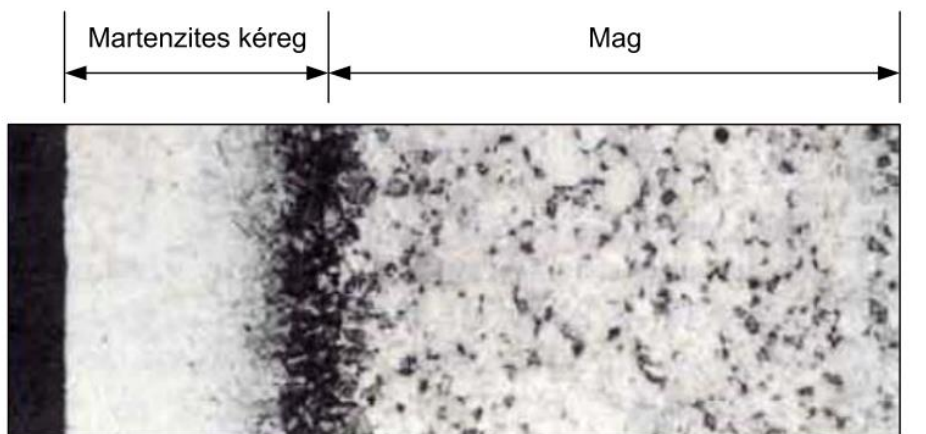


Ausztenites rozsdamentes acélok

Kis hőmérsékletű plazmanitridálással ($\leq 450^\circ\text{C}$) az acél korrózióállósága növelhető. Nagy hőmérsékleten a króm a nitrogénnel króm-nitridet képez.

- CrN hatására csökken a Cr jelenléte a mátrixban \rightarrow nem tud a passzív réteg kialakulni
- Cr mobilitása túl kicsi, hogy a nitridbe diffundáljon
- Hőmérséklet/kezelési idő növelése gyorsítja a CrN kiválásokat

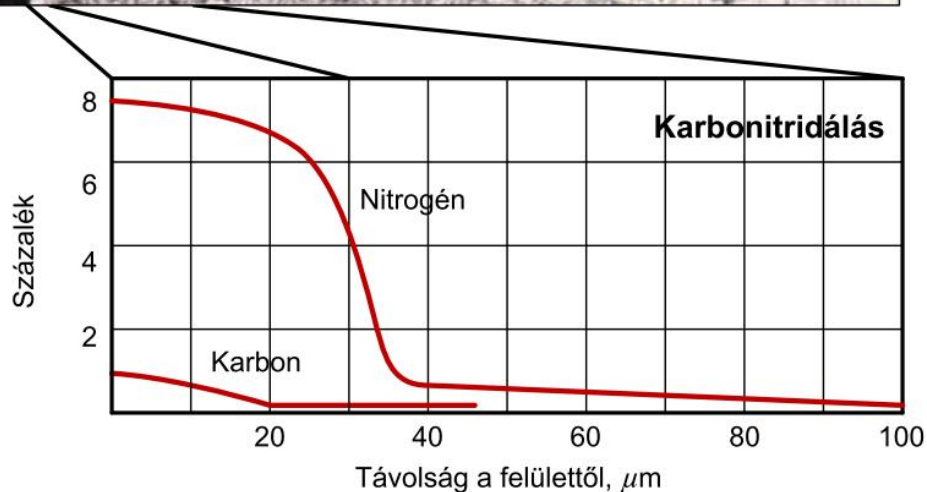
A cementálás az elsődleges folyamat, a kezelés hőmérsékletén az acél ausztenites állapotban van, a felület kedvező tulajdonságait a kezelés utolsó fázisában alkalmazott edzés révén kialakuló martenzites réteg biztosítja.



Cementáló gázhoz kis mennyiségben ammóniát adagolnak

Kezelési hőmérséklet: 850-900 °C

A nitridálás az elsődleges folyamat, a kezelés hőmérsékletén az acél ausztenites állapotban van, a felület kedvező tulajdonságait a nitridálás okozta diffúziós zóna és a vegyületi réteg biztosítja



Sófürdős eljárások

Kezelési hőmérséklet: 500-570 °C

Termokémiai felületkezelés

Thermochemical surface treatment

Boridálás

Boriding / Boronizing

Cementálás

Carburizing

Nitridálás

Nitriding

Vegyületi réteg

Compound layer

Kopásálló

Wear-resistant

Karbonitridálás

Carbonitriding