

Felület ötvöztetés, bevonatolás



Hőkezelés
(BMEGEMTBGK1)
2024. November 19.

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

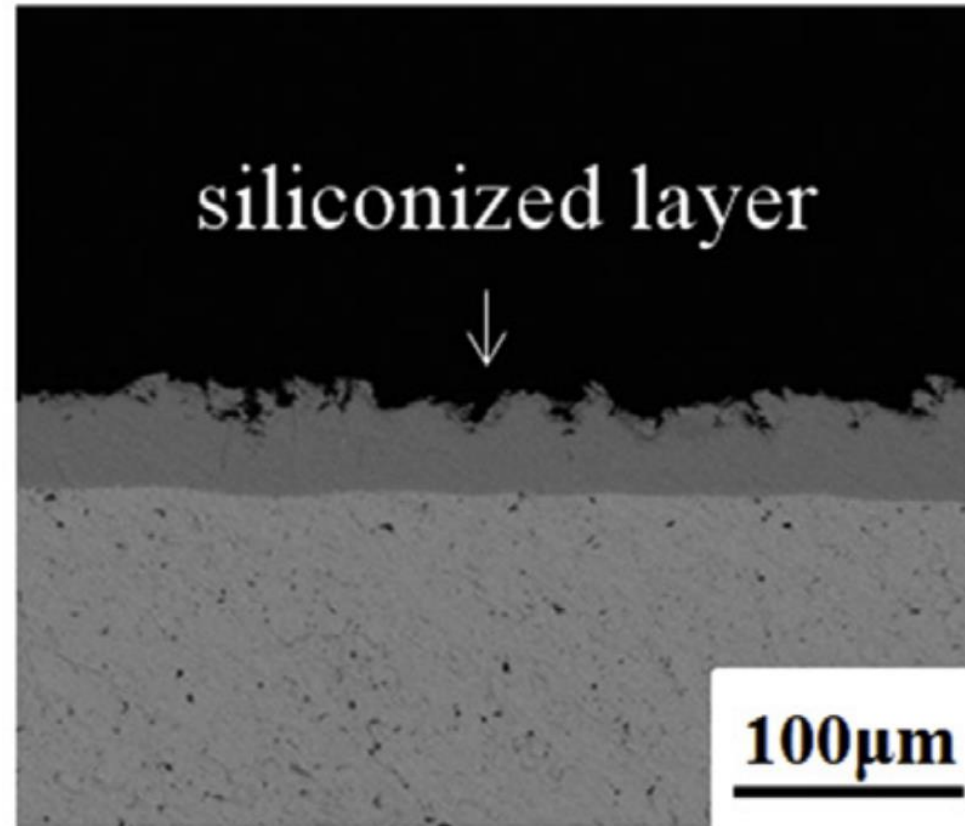
A szilikálás, vagy szilíciumozás, az acél felületi rétegébe diffundáló szilícium a korrózió-állóság növelésére szolgál.

0,02-0,9 mm mélységben;

1000-1200 °C

**szilícium-tartalmú por, aktivátor és
töltőanyag por-keverékében**

- $\text{Si} + \text{Fe} \rightarrow$ szilárd oldat \rightarrow Si a külső rétegekben akár 14%-ra is feldúsulhat
- Porozitás léphet fel: nem oldódik a szén ebben a rétegben, ennek következtében feldúsul a réteg alatt és grafit formájában kiválik
- Nincs keménységnövelő hatása!!!



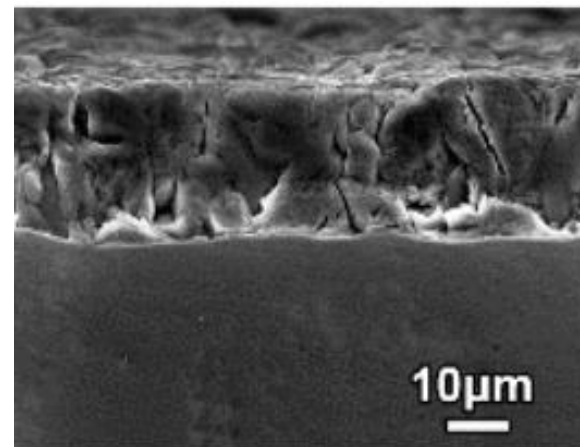
A szulfidálás az acél felületi rétegébe diffundáló kén elsődlegesen a korrózióállóság növelésére szolgál, de a szulfidált kéreg kedvező hatása a tribológiai viselkedés, a jó siklási tulajdonságok vonatkozásában is megmutatkozik.

0,01-0,1 mm mélységben; 30-100 °C

Fürdőben: FeSO_4 , Na_2SO_3 , $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$

Elektrolízissel: anód (-) bevonandó anyag

- FeS (vas-szulfid), FeS_2 (vas-diszulfid)
- Kis felületi keménység növekedéssel jár
- A súrlódási hő hatására tovább folytatódik, így a felületről nem kopik le, hanem az anyagban mindig beljebb hatol



→ perselyek, a hüvelyek, a szelepvezetők

Alumíniummal történő felületötvözés:

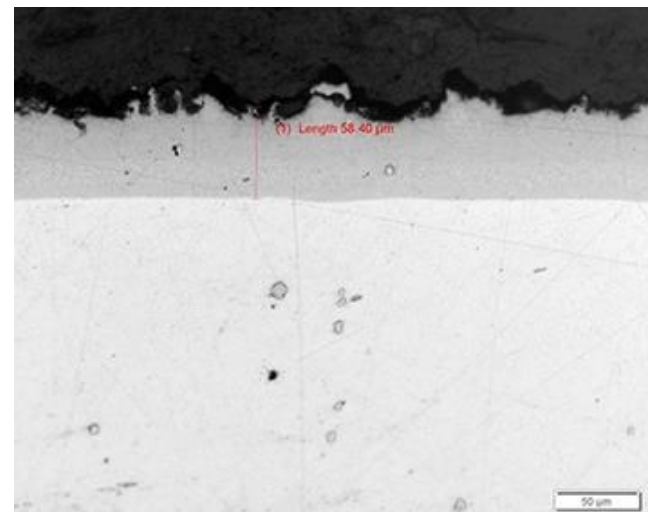
alumínium por, NH_4Cl aktivátor, Al_2O_3 töltőanyag



megakadályozza a por megolvadását

4-8 óra 850-1060 °C
(szilárd közegben 0,05-0,1 mm mélyen)

- Rétegben: Fe-Al fémes vegyületek
(réteg neve: alitált réteg)
- Hőállóság és korrózióállóság növelése
- Elektrolízissel folyékony közegben akár 1-1,5 mm réteg is elérhető



→ kazánalkatrészek, kipufogócsövek, turbinalapát

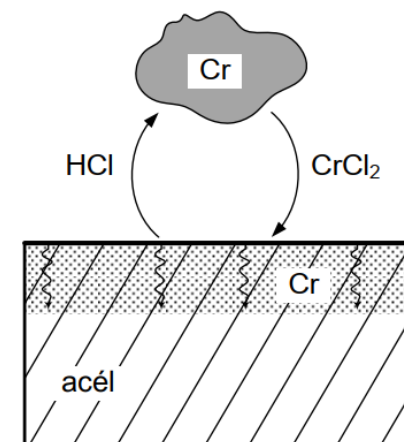
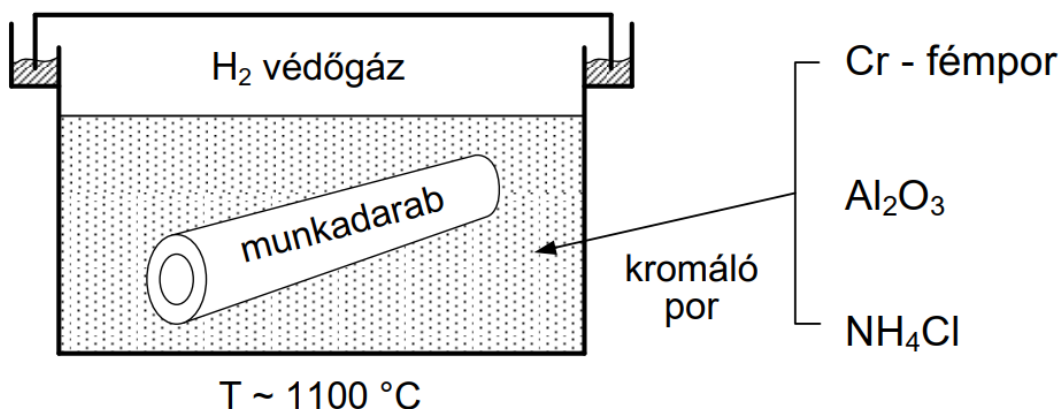
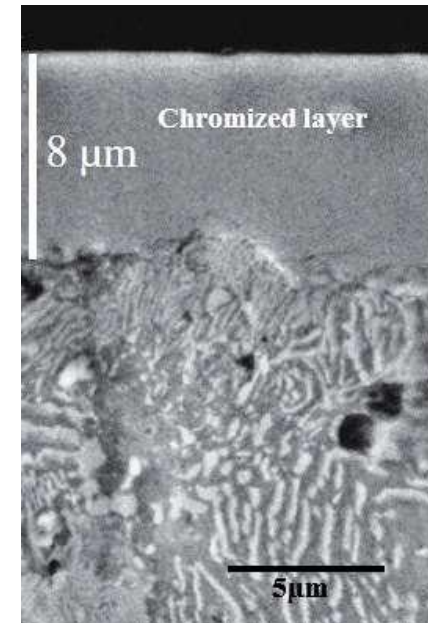
Krómmal történő felületötvözés:

króm por, NH_4Cl aktivátor, Al_2O_3 töltőanyag

850-1100 °C, 0,01-0,2 mm mélyen

- Felületen a króm tartalom akár 40 %-ot is elérhet
- Hőállóság, korrózióállóság és keménység növelése

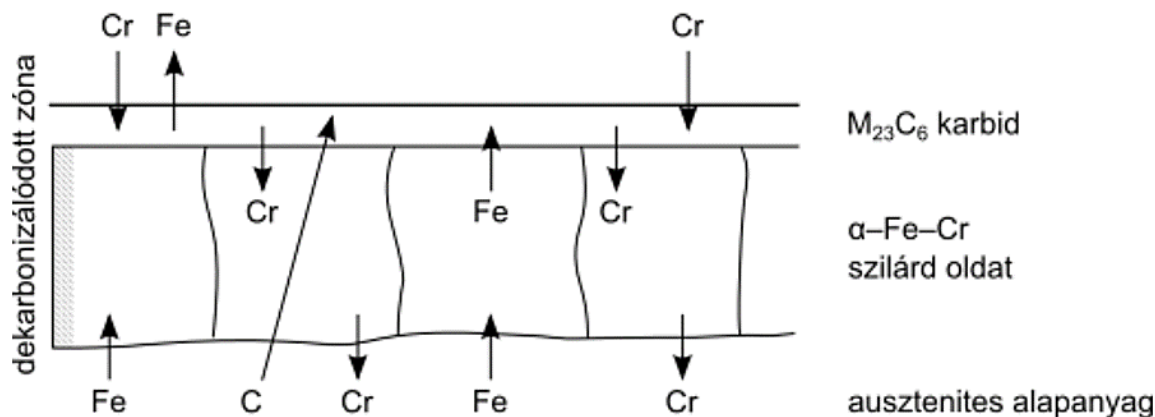
→ Gázturbina alkatrészek, rozsdamentes acélok



C a Cr-hez való nagy affinitás miatt a réteg felé diffundál, ami dekarbonizált réteget hoz alatta létre

Elkerülhető:

- kis C-tartalmú acélok
- a felület dekarbonizációja a kromálást megelőzően
- a krómnál erőteljesebb karbidképzőket is tartalmazó alapanyagok kezelése,
- a krómmal egyidejűleg további, nála erősebb karbidképzőkkel történő ötvözés.



Díszítés



- Utolsó réteggént felvitt, vékony záró bevonat
- Megakadályozza a nikkel réteg mattulását (így az alkatrész fényes marad)
- Kis mértékben korrózióálló

Kemény krómozás



- Közvetlenül az alapfémre választják ki
- Nincs közbenső bevonat, vastag réteg
- Korrózióálló
- Keménység növekedhet

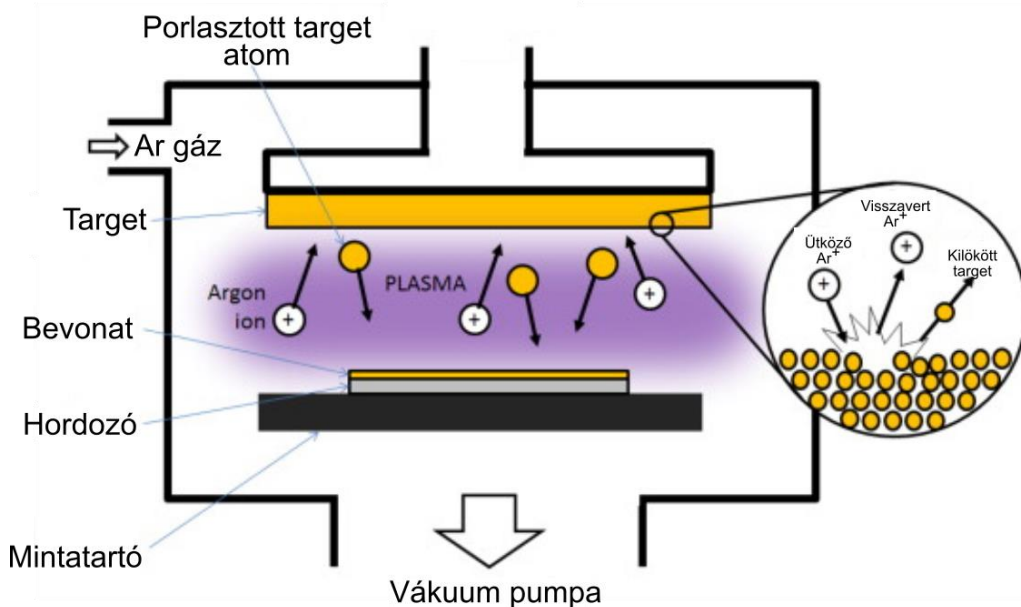
Cinkezés: korrózióvédelem



	T (°C)	Réteg (μm)	Réteg-képződés
Tűzi horganyzás	>440	>30	fémolvadékba történő bemerítéssel, termodiffúzióval
Galvanizálás	<100	<50	leválasztás elektromos áram segítségével elektrolit-oldatból
Sherardírozás	320-500	10-120	termodiffúzióval
Termikus fémszórás	mdb T_{szoba}	80-200	felületre szórt és megolvasztott fémcseppekből

Fizikai gőzfázisú rétegleválasztás

50-500 °C, 1-10 μm mélyen, 10^{-4} – 10 Pa



1. Felvitelre kerülő anyagok szintézise
→ szilárd/folyékony állapotból gőzfázisba való átvitele

2. Gőzfázisú alkotók eljutása a bevonandó felszínre

3. Gőzök kondenzációja, film réteg kialakulása és növekedés

Bevonó anyag: target

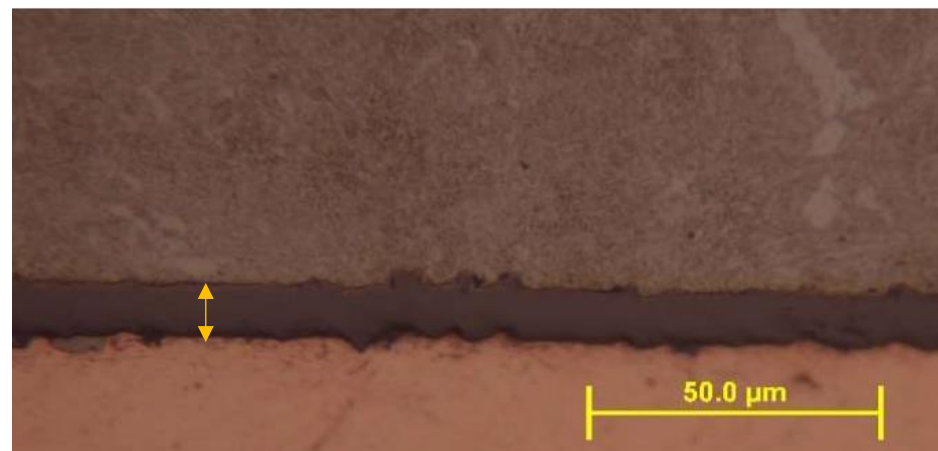
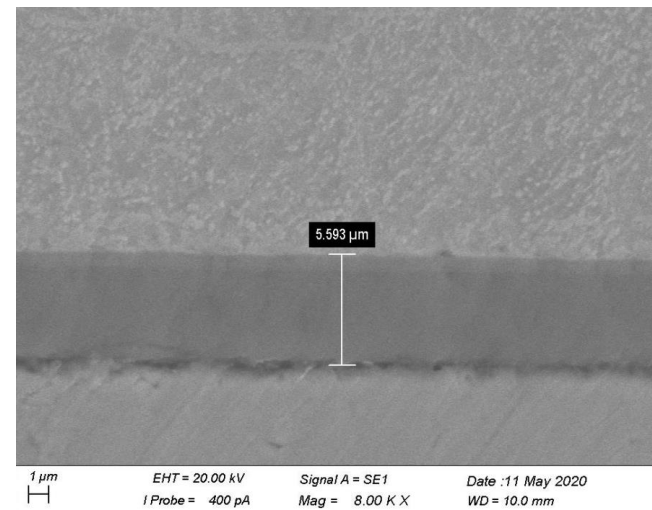
Bevonandó anyag: hordozó (szubsztrát)

Keletkezett film réteg: bevonat

Fizikai gőzfázisú rétegleválasztás

- kemény, kopásálló réteg
- adhéziós tapadás jön létre, diffúzió gyakorlatilag nincs
- deformációmentes → befejező művelet
- előzetes felülettisztítás kötelező
- utótisztítás nem szükséges

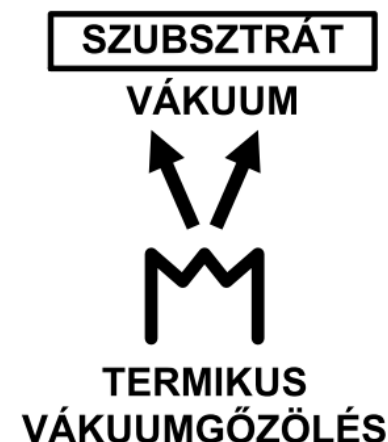
→ karbidok, nitridek, oxidok



Elgőzölögtetés (reaktív párologtatás)

target: olvadék → elektronsugárral hevített anyag
párologtatásával képződik

reaktív gáz: O_2 , N_2 , CH_4



Elgőzölögtetett atomok mozgási energiája a hőenergiából származik

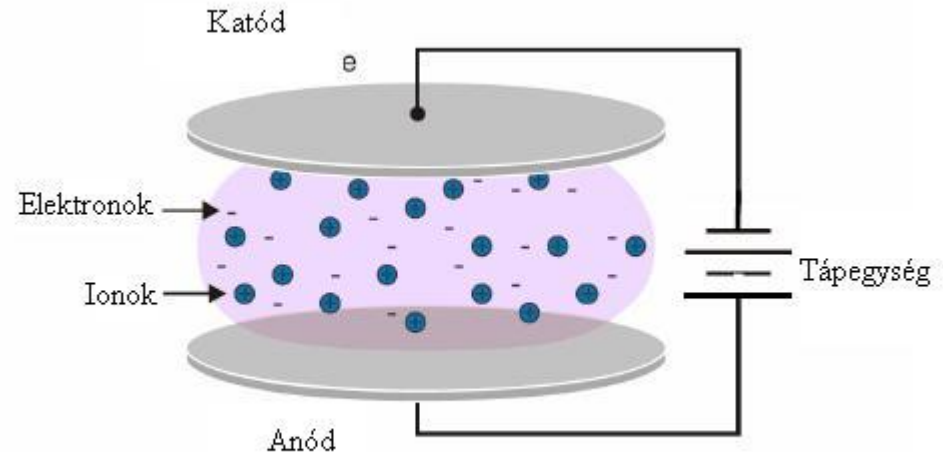
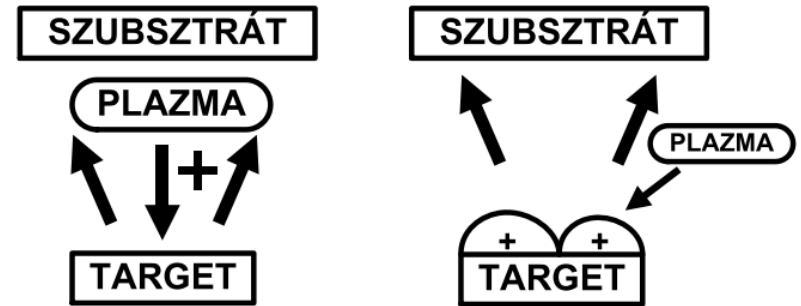
- hordozóba becsapódva azonnal elveszti az energiáját
→ nincs keveredés az atomok között
- adhéziós tapadás gyenge (hordozó melegítésével javítható)
- kötési szilárdság gyenge

→ optikai alkatrészekhez, lencsékhez

Katódporlasztás

Kis nyomású gázban: 0,1-10 Pa (argon)
hideg plazmából nyert pozitív ionokat
ütköztetnek a negatív előfeszültségű szilárd
anóddal

- Nagyobb becsapódási energia
- Adhéziós tapadás jobb
- Egyenletes bevonatképződés



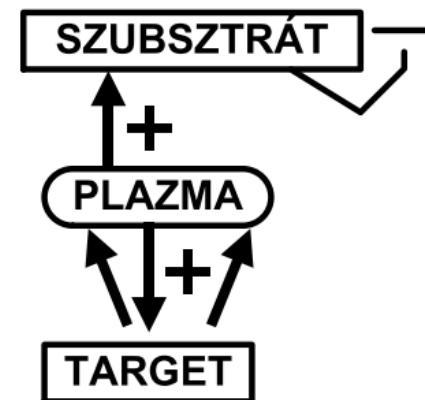
Plazmával segített (ionsugaras)

Kis nyomású gázban: 0,1-10 Pa (argon)

Target hevítése történhet ellenállásfűtéssel, ionsugárral

Az elpárologtatott gőzben lévő atomok egy része pozitív ionizált állapotba kerül a plazmában, és gyorsuló sebességgel a 2-5 kV közötti negatív feszültségen tartott hordozóanyag felé veszi az irányt

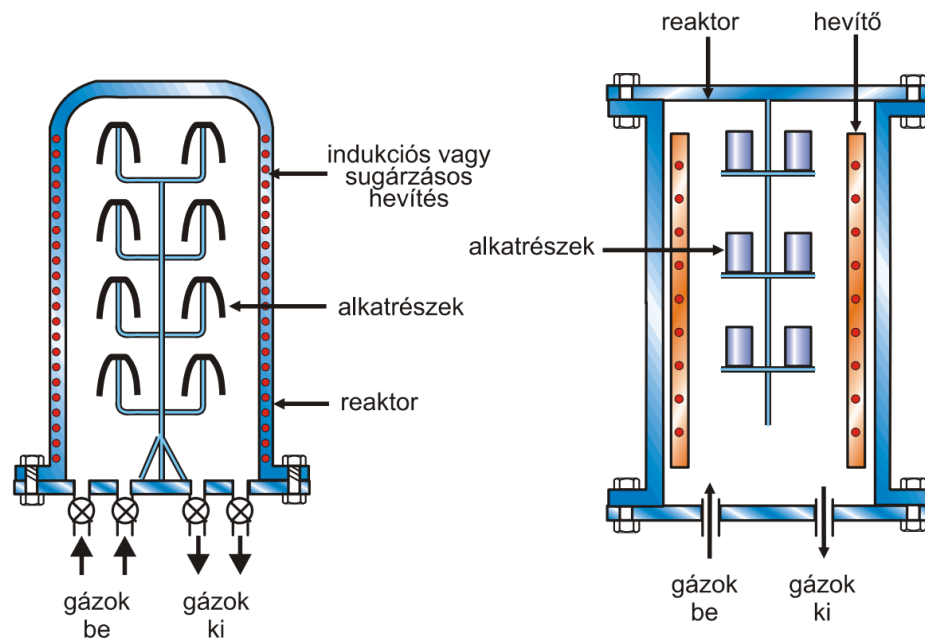
- Nagy a becsapódási energia
- Adhéziós tapadás kiváló
- Egyenletes bevonatképződés (ütközések következtében a szórás egyenletes)



Kémiai gőzfázisú rétegleválasztás

600-1100 °C, 1-100 μm mélyen

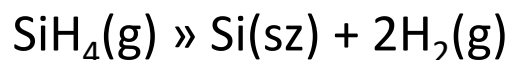
- Léggöri nyomáson is elvégezhető az eljárás.
- A bevonat általában erős kötést létesít a hordozóanyaggal.
- Vastag bevonatok érhetők el.
- DLC (diamond like coating)



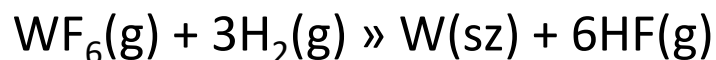
Hagyományos (Termikus)

A termikus CVD eljárások során a gáz halmazállapotú reagenseket a felhevített hordozóanyag közelében aktiválják, és reakcióba léptetik, melynek során filmréteg alakul ki a hordozófelületen

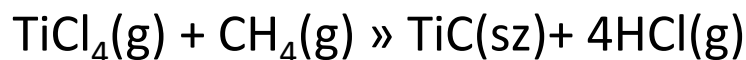
(1) hőbontásos reakciók



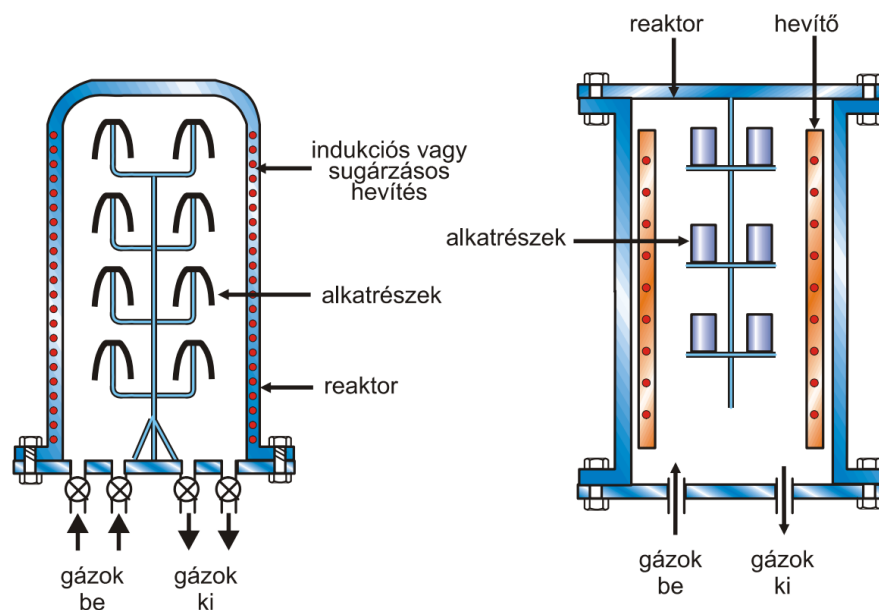
(2) redukációs reakciók



(3) szubsztitúciós reakciók



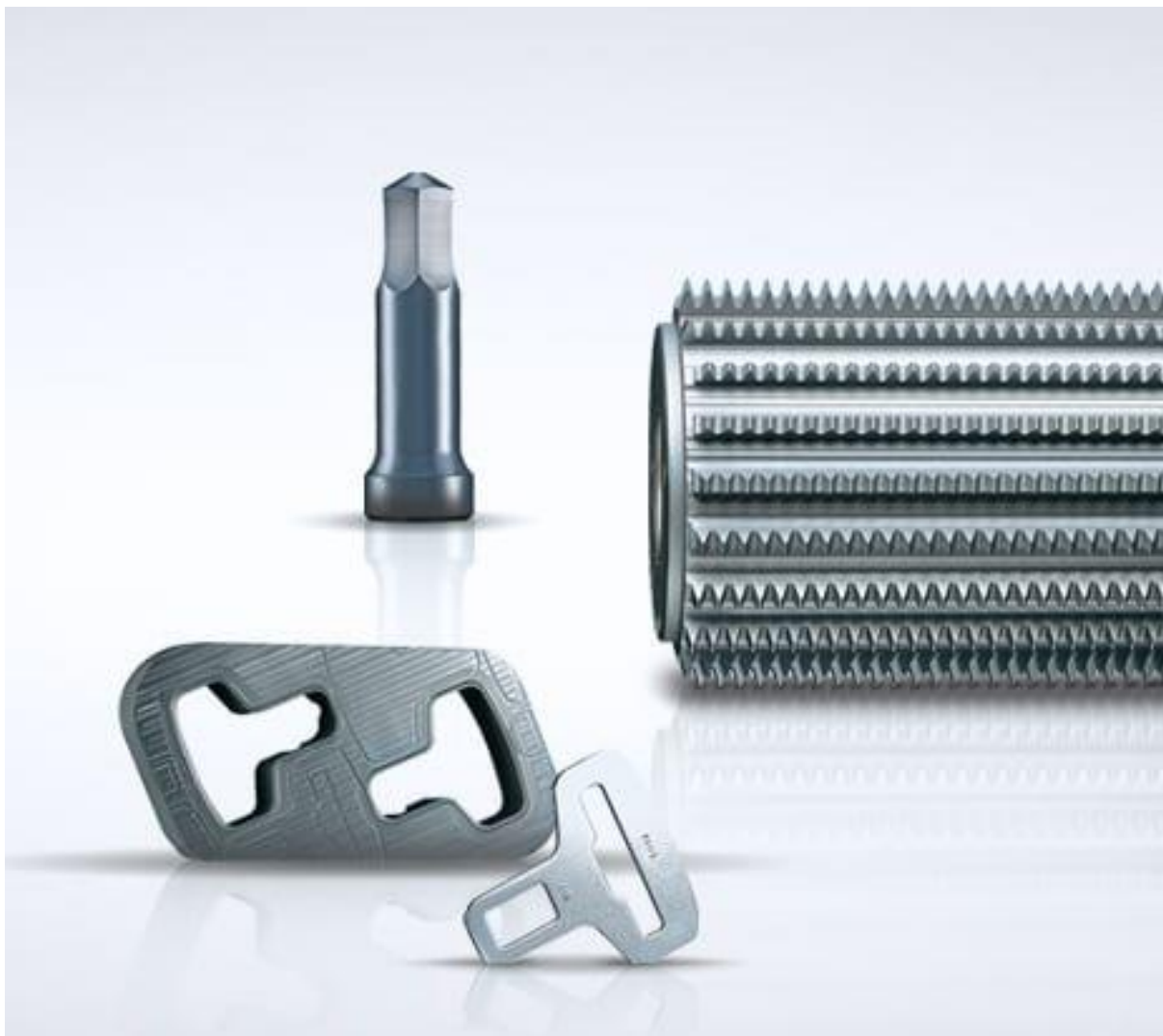
(4) diszproporcionálós reakciók





oerlikon
balzers

- **Javaslat alkalmazás**
- Forgácsoló szerszámok
- Műanyaggyártó szerszámok



- **Javaslat alkalmazás**
- Menetfúrás, menetformázás
- Nagy mechanikai terheléses lyukasztás
- Ferrit-ausztenites acél alakítása
- Rozsdamentes acél fémlemez alakítása

oerlikon
balzers



- **Javaslat alkalmazás**
- Műanyagfröccsöntő szerszám
Kiválóan alkalmas tükörpolírozott, fotomaratott és szikraforgácsolt forma felületekhez.
- Kisebb szakítószilárdságú fémlemezek alakítására
- Motorsporti és repülőgépipari alkatrészekhez

oerlikon
balzers

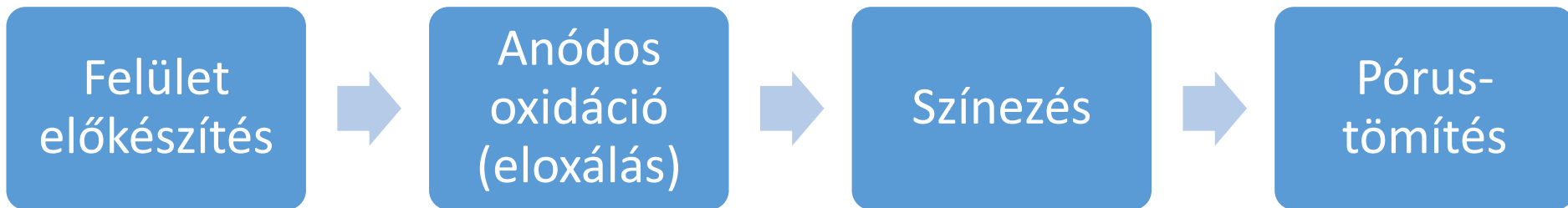


- **Javaslat alkalmazás**
- Fúrók
- Lefejtőmarók
- Marófejek

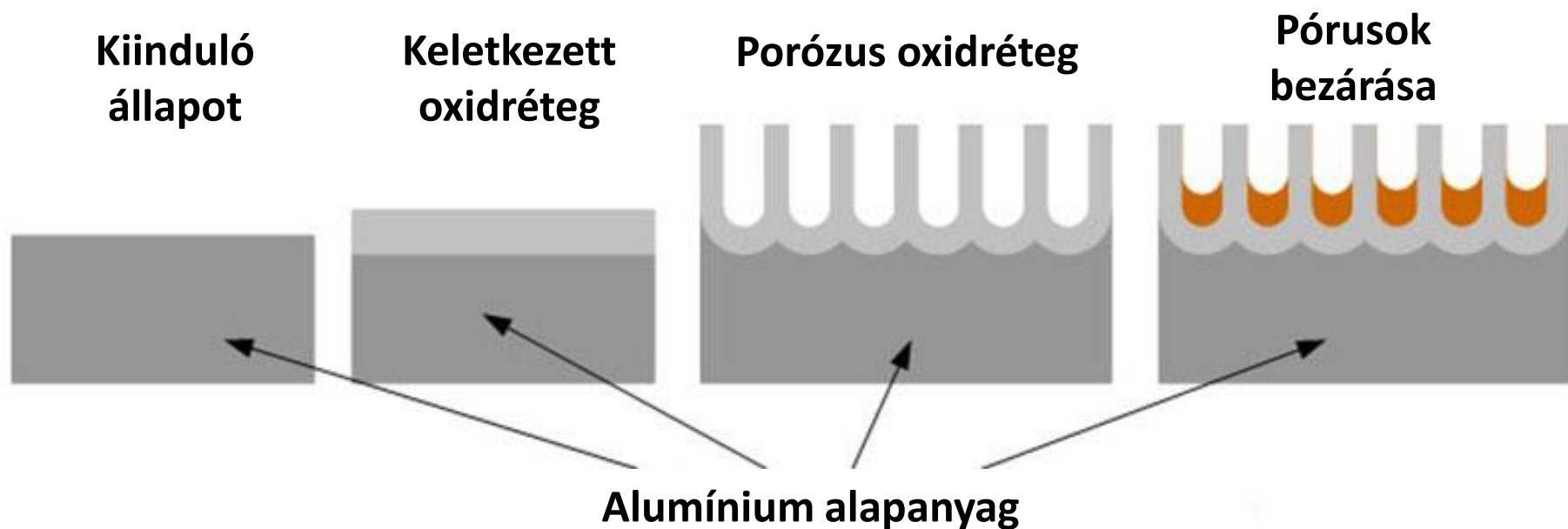


oerlikon
balzers

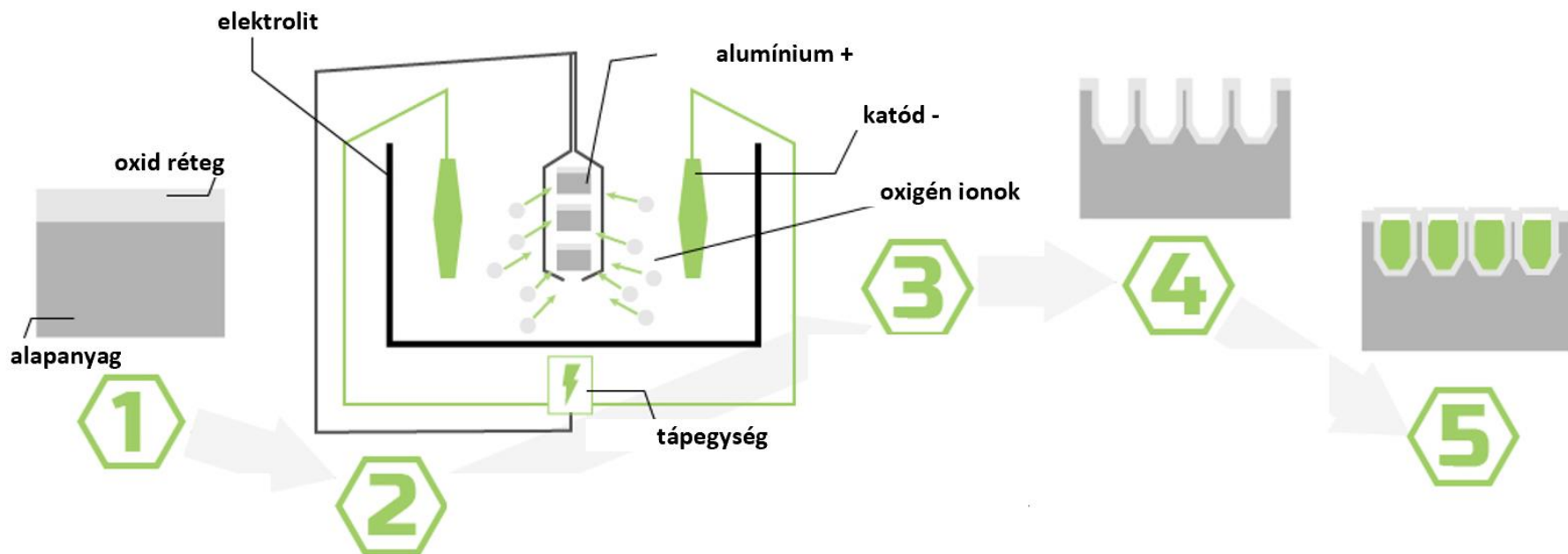
- **Javaslat alkalmazás**
- Műanyagfröccsöntő szerszám
- Alacsony keménységű (< HRC 40) acélból készült műanyagfeldolgozó formákhoz
- Nagy szakítószilárdságú lemezek hidegalakításához
- Nyomásos öntő alkalmazásokhoz



Eloxálás



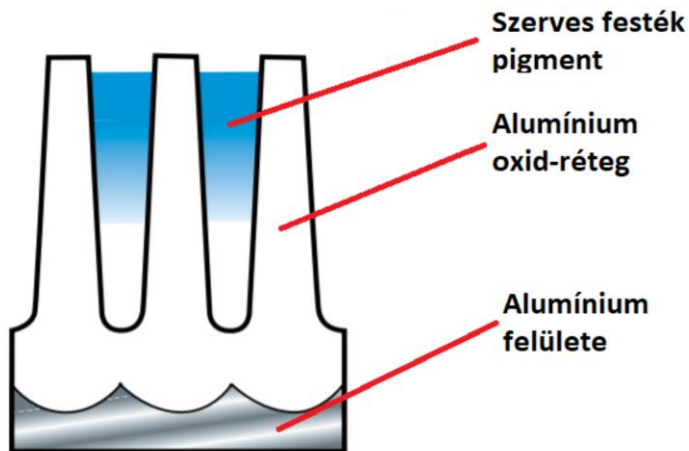
Eloxálás menete



Elektrolit	Áramnem	Fürdő-feszültség (Volt)	Áram-sűrűség (A/dm ²)	Fürdő-hőfok (°C)	Idő (perc)	Réteg tulajdonsága
I. <i>krómsav</i>	egyenáram	0-50	0.5	40	50-60	vékony, tömör réteg
II. <i>kénsav</i>	egyenáram	10-15	1-2	20-22	30-40	jól festhető

Szerves

- a festék pigmentjeinek kémiai szerkezete tartalmaz szénhidrogént és hidrogént
- az eloxáló fürdőből kivett tárgyat forró vízbe mártják, majd ezután 65-70 °C -ra felmelegített és előre kikevert festékoldatba teszik



Szervetlen

- fémvegyületekből és sókból áll
- előnye: idő- és fényálló
- hátrányuk: nem olyan élénk a végső színük

Arany: vas-triammónium-oxalát
 $\text{Fe}(\text{NH}_4)_3(\text{C}_2\text{O}_4)_3$

Zöld: kálium-dikromát
 $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$

Szilikálás

Szulfidálás

Alitálás

Kromálás

Tűzihorganyzás

PVD

CVD

Siliconizing

Sulphidizing / sulphurication process

Aluminizing

Chromizing

Hot dip galvanization

Physical vapour deposition

Chemical vapour deposition