



Felületi technológiák

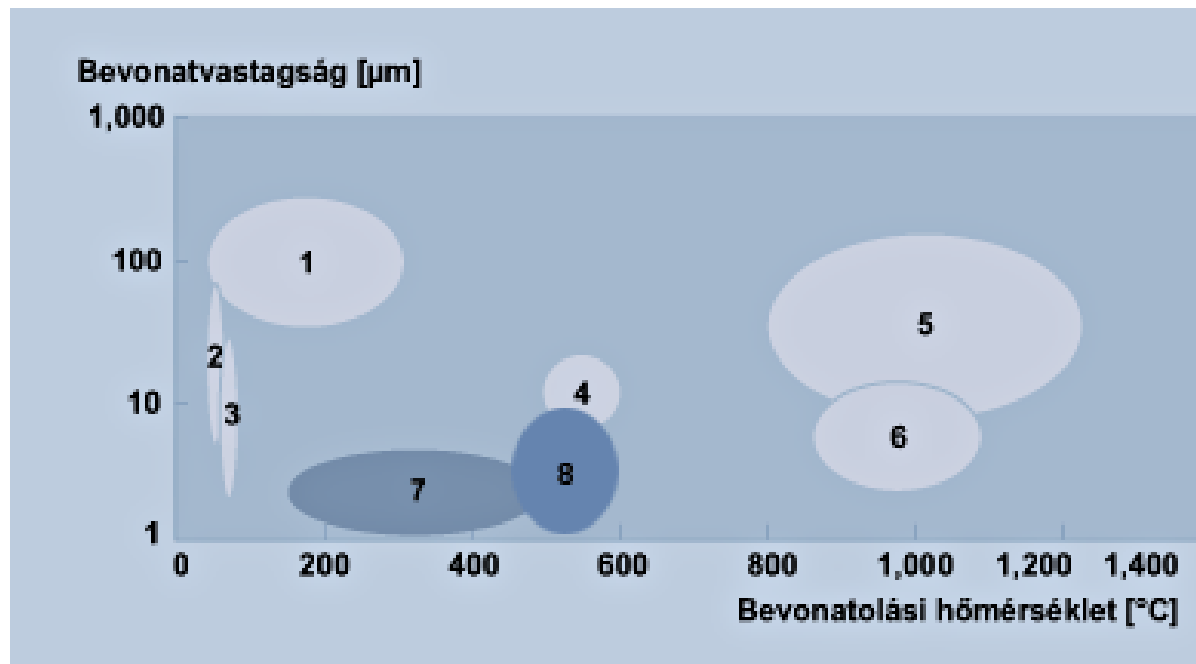
Anyagfelvitellel járó felületi technológiák 1. rész

1. Védőbevonatolás
 2. Termikus szórás
 3. Plattírozás
-



Néhány felületi technológia jellemzői

- 1 Plazmaszórás
- 2 Galvántechnika
- 3 Foszfátózás
- 4 Nitridálás
(tapadóréteg)
- 5 Bórnitridálás
- 6 CVD
- 7 PVD és PACVD
- 8 P3e™





Védőbevonatok osztályozása

- **Védőbevonatolás** alkalmazása során különféle fémes vagy nemfémes védőbevonatok hozhatók létre a védendő tárgy felületén.
- Fajtái:
 - Ráragasztás
 - Műanyagbevonat-képzés
 - Festés, lakkozás
 - Zománcozás
 - Kémiai fémleválasztás
 - Galvanizálás



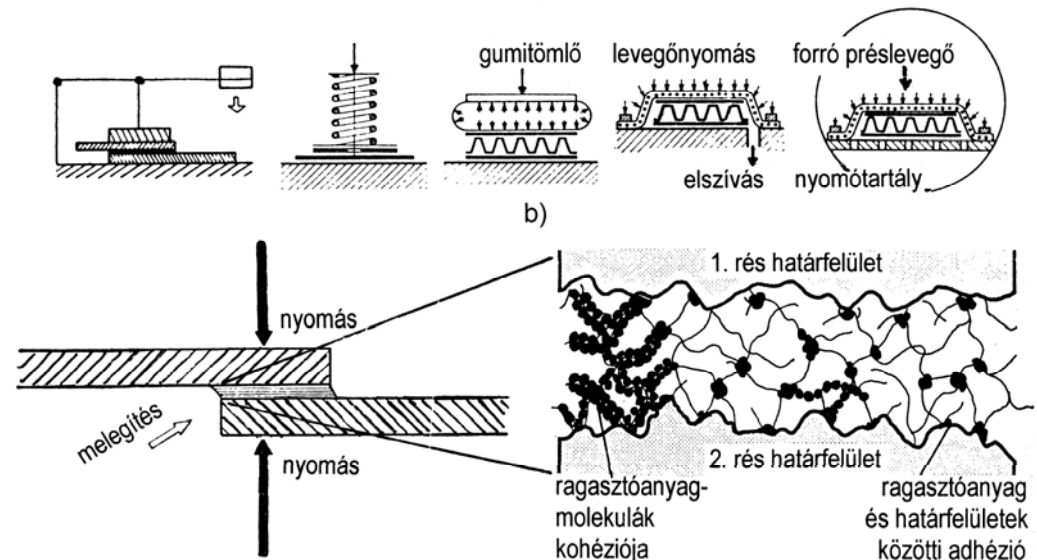
1. Védőbevonatolás - Ragasztás

• Ráragasztás

- megfelelő arányban kikevert, egyenletesen vékony rétegben felhordott ragasztóréteg köti a por-, lemez- vagy fólia alakú bevonatanyagot a tárgy felületéhez.
- a kötés **adhéziósan**, vagy esetenként a ragasztandó felület részbeni oldásával jön létre.

A ragasztott kötés tulajdonságait

- a ragasztandó anyagpár felületállapota,
- illesztésük módja és résmérete,
- a ragasztó nedvesítő-képessége, illetve felületi feszültsége,
- a megszilárdult ragasztó egyedi tulajdonságai (pl. szilárdság, hőállóság),
- a kötési reakciót elősegítő esetleges hőkezelés határozza meg





Ragasztás: ragasztóanyagok (1)

- A ragasztók zöme szerves vegyület, melyek fizikai úton (pl. oldószervesztéssel), vagy kémiai reakció által (pl. polimerizációval) szilárdulnak meg. **A kötés adhéziósan**, vagy esetenként a ragasztandó felület részbeni oldásával jön létre.
- Megfelelő mértékű átlapolással és szorítónyomással kialakított kötésben a **hidegragasztók szobahőmérsékleten is kikeményednek**, de 100 °C-ig terjed(het)ő hőmérséklet-intervallumban kötésük meggyorsítható. A végleges szilárdságot többnyire még megnöveli az **utókeményedés**.



Ragasztás: ragasztóanyagok (2)

A hideg- és a melegragasztók **kötési módjuk szerint** lehetnek:

- kémiai reakció nélkül (fizikai úton) kötő ragasztók:
- oldó- vagy diszpergálószer elpárolgásával kikeményedő folyékony ragasztók;
- vízfelvétel hatására kikeményedő gittek;
- megolvasztandó, majd újradermedő szilárd ragasztók;
- kémiai reakcióval kötő ragasztók:
- **polimerizációs ragasztók:** monomerek folyamatos "összeadódásával", katalizátor jelenlétében kötnek, számottevő térfogatcsökkenés nélkül;
- **polikondenzációs ragasztók:** kötési reakciójukban melléktermék keletkezik, s mivel a ragasztó kötés közben jelentősen zsugorodik, az adhéziós erők nagyon lecsökken(het)nek, ezért különösen fontos a megfelelő szorító nyomás



Ragasztás: ragasztóanyagok (3)

A meleg- és részben a hidegragasztók fizikai tulajdonságaik alapján lehetnek:

- **folyékony ragasztók**, amelyek polimerizálандó vagy polikondenzálандó monomerek, oldószeres oldatok és diszperziók (finom eloszlású ragasztóanyag-víz szuszpenziók);
- **szilárd** (rúd, film, por) **ragasztók**, amelyek szobahőmérsékleten amorf szerkezetű túlhűtött olvadékoknak tekinthetők és általában megolvasztva, majd újradermesztve létesítenek kötést az összeerősített anyagok között;
- **ragasztópaszták**, amelyek sűrű (nagyviszkozitású), gittszerű anyagok, nagymennyiségű és speciális töltőanyag-tartalommal.



Ragasztás: előnyök

A ragasztás előnyei:

- különböző anyagok között a potenciálkülönbségből adód(hat)ó kontaktkorróziót hatástalanítja;
- a kötés kikeményítéséhez elvégzendő (hő)kezelés nem okoz kilágyulást;
- a terhelés egyenletesen oszlik el a kötésben, nincsenek feszültséggyűjtő helyek;
- ragasztás után a felület közvetlenül festhető, polírozható, a kifolyt ragasztófelesleg legtöbbször könnyen eltávolítható és így a kötés "varratdudor"-mentes, sima, aerodinamikailag kedvező felületminőségű;
- a ragasztóréteg sok vegyszernek ellenáll, nem korrodál, rezgéscsillapító, könnyű;
- egyes ragasztófajták illetve fémgittek repedések, törések, felületi porózusság és egyéb tömítetlenségek javítására is alkalmasak;
- különböző anyagkombinációk is egyesíthetők;
- tetszőleges nagyságú felületek köthetők össze;
- általában nem indokol költséges beruházást, nem igényel szakképzett munkaerőt.



Ragasztás: hátrányok

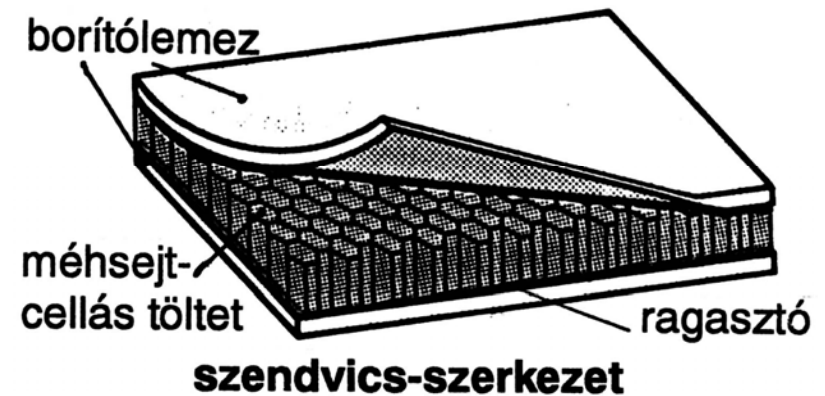
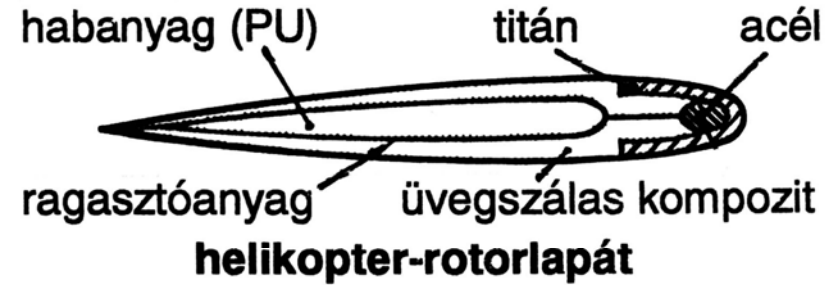
A ragasztás felmerülő hátrányai:

- gondos felület-előkészítést igényel;
- gyakran rögzítő-, szorító- és hőkezelő-berendezésre van szükség;
- csak a kikeményedési idő (néhány perc÷24 óra) eltelte után terhelhető a kötés, az átfutási idő így viszonylag nagy;
- a kötés csak max. 70÷150 °C-ig tartja meg a szilárdságát;
- a húzó- és a lefejtő igénybevétellel szemben kicsi a ragasztóréteg ellenállása.



Ragasztás: esettanulmány

- Lehetőség van önmagában kopás-, korrózió- vagy vegyszerálló, majd térhálósodás után megmunkálható fémgittek, paszták önálló alkalmazására (akár kopott alkatrészek felújításakor) vagy kompozitok létrehozására
- Példa: helikopter rotorlapát kialakítása ragasztással





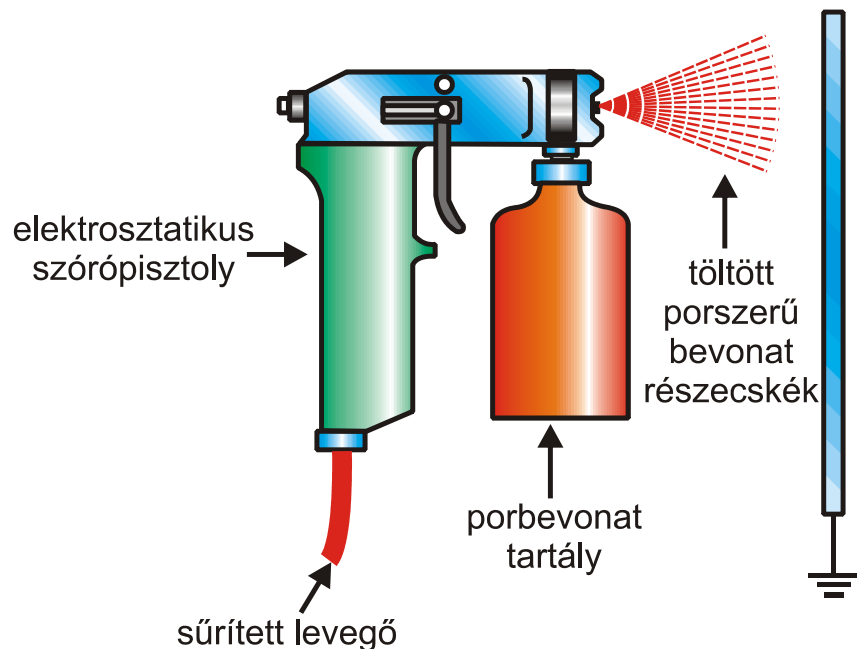
Műanyagbevonat-képzés

- **A műanyagbevonatok jellemzői**
 - min. 50 °C-ig szemcsés szerkezetű, 40÷400 µm részecskeméretű,
 - hőre lágyuló műanyagporok vihetők fel a felületre
- **Előnyök:**
 - igen jó korróziós védőhatás időjárás és vegyszerhatás ellen,
 - festékénél jobb vízmentesség és fizikai-kémiai stabilitás,
 - egyetlen művelettel 100÷1000 µm vastag, elfolyás mentes réteg,
 - tűzveszélyes, egészségre ártalmas oldószerektől való mentesség,
 - kemény, kopásálló, elektromosan szigetelő bevonat.

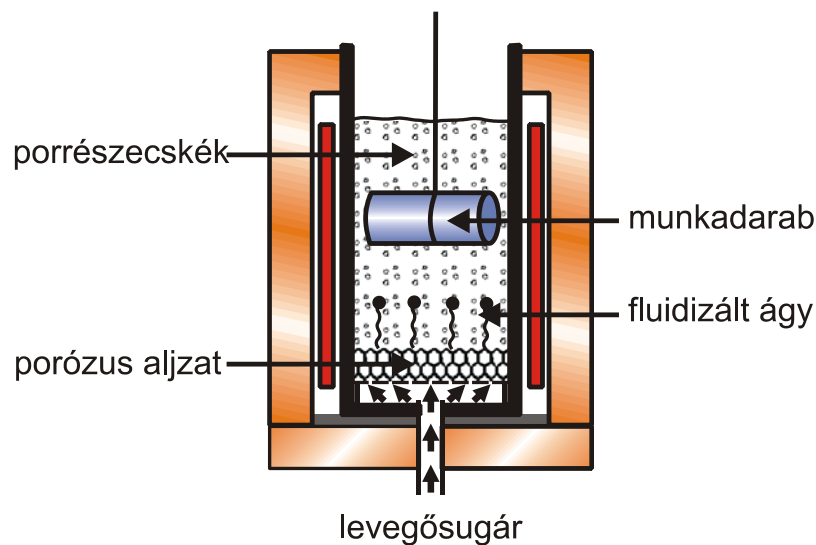


Műanyagpor felviteli technikák

- A kisebb szemcseméretű porok **elektrosztatikus szórással**, a nagyobbak **fluidágyas lebegtetéssel** vihetők fel
- Alkalmazás: fémtárgyak korrózió elleni védelme, esztétikai hatás



Polimer elektrosztatikus szórás



Polimer-fluidágyas bevonatolás



Festés, lakkozás

- **Festés, lakkozás** során természetes és/vagy műgyanta kötőanyagú, szobahőmérsékleten száradó, vagy növelt hőmérsékleten kikeményedő szerves bevonat(rendszer) alakítható ki szabadtéri, vagy erősen igénybevett beltéri objektumok felületén.
- A kellő védelmet biztosító **bevonatrendszer kialakításának műveleti sorrendje** a következő:
 - felület-előkészítés: zsírtalanítás, oxidmentesítés, esztétikailag vagy műszakilag zavaró egyenetlenségek eltávolítása;
 - felületi hibák javítása tapaszolással, száraz és nedves csiszolás;
 - egyes szabadtéri vagy erősen igénybevett zárttéri acélszerkezetek esetében fémbevonat létrehozása;
 - fémek felületén összefüggő, tapadásjavító, termodinamikailag stabilabb állapotot jelentő védő oxid-, kromát-, vagy foszfát-réteg kialakítása;
 - alapozás, vagyis a fémfelület és a festékbevonat-rendszer többi rétege közötti megbízható kötés biztosítása, összhangban az alapanyag, a közbenső és a bevonó réteg minőségével, továbbá a klímaállósági követelményekkel;
 - az alapozó és a leendő fedőbevonat közé közbülső réteg felvitele, matt vagy félmatt kivitelben, elsősorban nagyobb klímaállósági követelmények esetén;
 - fedőlakk- vagy átvonó zománcréteg létrehozása egy vagy több rétegben;
 - szárítás (esetleg beégetés) az oldószer elpárologtatása illetve a polimerizációs, polikondenzációs, vagy poliaddíciós kikeményítési reakciók elősegítése érdekében.



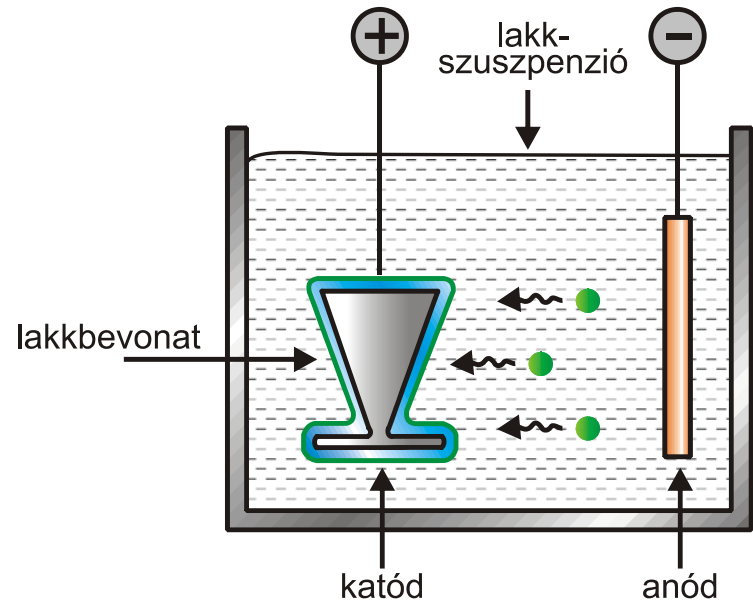
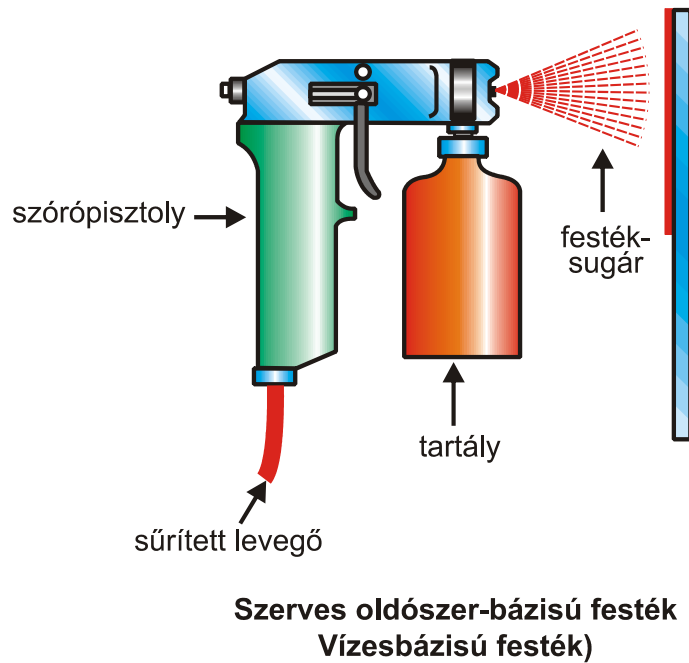
A festékek osztályozása

- **Kötőanyaguk szerint:**
 - természetes kötőanyagúak,
 - műgyanta kötőanyagúak,
 - vagy természetes és műgyanta kötőanyagúak;
- **Száradásuk és kikeményedésük szerint:**
 - levegőn (20 ± 5 °C-on) száradók,
 - alacsony hőmérsékleten ($60 \div 80$ °C-on) kikeményedők,
 - közepes hőmérsékleten ($120 \div 180$ °C-on) kikeményedők,
 - magas hőmérsékleten ($180 \div 300$ °C-on) kikeményedőklehetnek.



Festési technikák

- Az egyes rétegek
 - **ecseteléssel, szórással, bemártással**
 - vagy más eljárással (pl. elektroforézissel) juttathatók a védendő felületre
- A szórás sűrített levegővel (hidegen vagy melegen), nagynyomású porlasztással, elektrosztatikus szórással, elektromágneses rezgődugattyúval porlasztva történhet

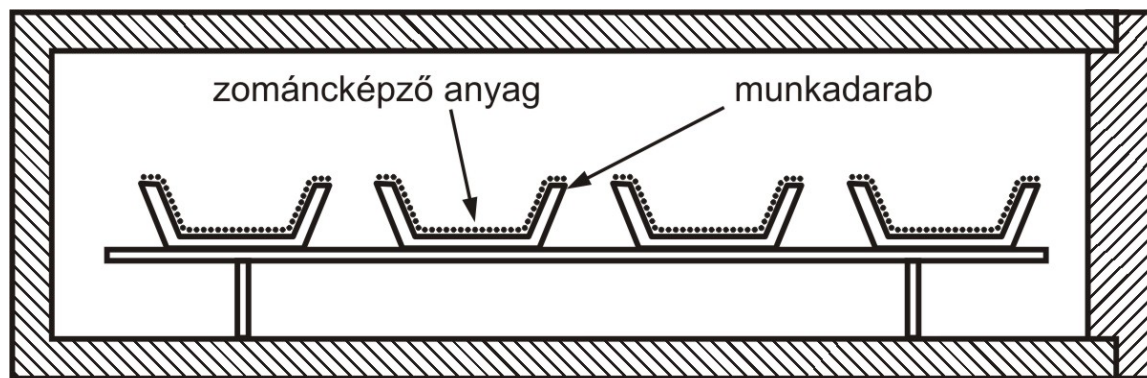


Elektroforetikus és autoforetikus festés



Zománcozás (1)

- A (tűz)**zománcozás** kerámiai módszerekkel létrehozott – a védendő fém hőátadási együtthatójához "hangolt", anyagával színezett – zománcüveg, vagyis nem teljesen felolvasztott oxidkerámia-réteggel történik.
- A zománcozható alapanyagok közé hidegen hengerelt mélyhúzható acéllemez, szürke öntöttvasak, kohóalumíniumok, Al-Mn ötvözetek, réz, ezüst, arany és ötvözeteik tartoznak.
- Alkalmazás: főzőedények, vegyipari tartályok, ...stb.





Zománcozás (2)

A zománcok összetevői:

- hálózatképző elemeket tartalmazó anyagok: kvarc, kaolin, ...
- átmeneti (üvegképző) elemeket tartalmazó anyagok: Al_2O_3 , TiO_2 , ...
- módosító (olvadási hőmérsékletet, rugalmasságot, fényességet szabályozó, illetve a hőtágulási együtthatót az alapfémére növelő) anyagok: Na_2CO_3 , CaCO_3 , Li_2CO_3 , BaCO_3 , ...
- oxidáló (szerves szennyeződések széndioxiddá és vízzé alakító ill. azokat eltávolító) anyagok: NaNO_3 , KNO_3 , MnO_2 , ...
- kötő (zománc-alapfém közötti) anyagok: CoO , Co_3O_4 , NiO , Ni_2O_3 , MoO_3 , ...
- fehérítő (átlátszóból átlátszatlaná tevő) anyagok: Na_3AlF_6 , Na_2SiF_6 , CaF_2 , SnO_2 , Sb_2O_3 , TiO_2 , ...
- színtestek: CdS (sárga), Cr_2O_3 (zöld), Fe_2O_3 (barna), ...

A zománcozás főbb műveletei:

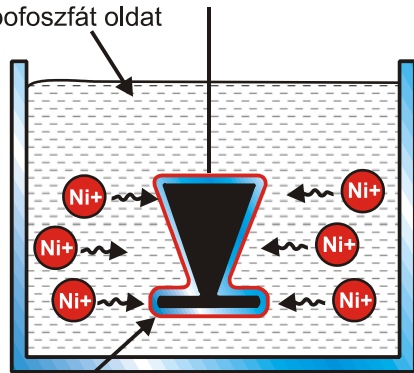
- Felület előkészítést követő savas pácolás → semlegesítés → zománciszap felvitel bemártással, szórással, vagy más módszerrel → szárítás ($60\div 120\text{ }^\circ\text{C}$ -on) → beégetés ($550\div 900\text{ }^\circ\text{C}$ -on). A kapott bevonat kopás-, hő- és vegyszer- (sav-, lúg) álló, dekoratív, de rideg (lepattogzásra hajlamos).



Kémiai fémleválasztás

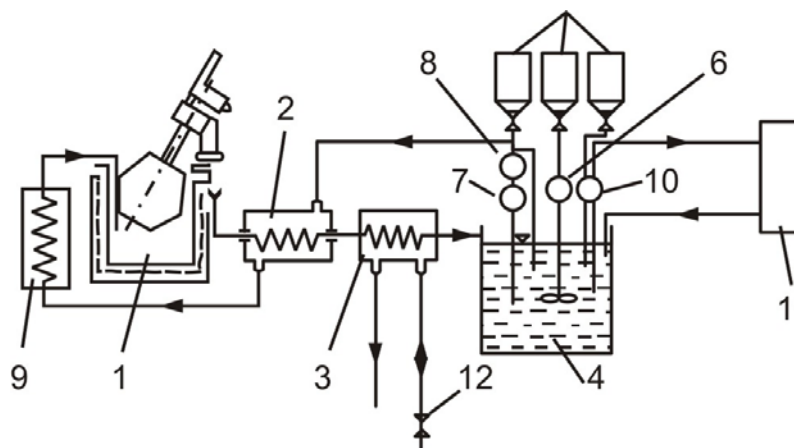
- Az áram (külső áramforrás) nélküli **kémiai fémleválasztás** jellemzői:
 - az elektronegatívabb (bevonandó) fém az elektropozitívabb (bevonó) fémet erős savakkal képezett sóinak oldatából ($15 \div 90$ °C hőmérsékleten) a felületére leválasztja
 - miközben az elektronegatívabb (bevonandó) fém kismértékben oldatba megy (pl. $\text{Fe} + \text{CuSO}_4 \rightarrow \text{Cu bevonatú Fe} + \text{FeSO}_4$)

bevonatoló fürdő:
nikkelszulfát +
Na-hipofoszfát oldat



árammentes
nikkelbevonat

Árammentes (autokatalitikus) bevonatolás



1. nikkelezőkád forgókoronggal
2. hőcserélő
3. hűtő
4. tárolótartály
5. vegyszeroldat-tartály
6. keverő
7. szivattyú
8. szűrő
9. előfűtés
10. keringtető szivattyú
11. anioncserélő
12. hűtővíz-szabályozó



Kémiai fémleválasztás eljárásai és anyagai

- **ioncserén** (töltéscserén) **alapuló**, nagy vegyszerköltségű eljárás során csak rendkívül vékony ($0,1 \div 0,5 \mu\text{m}$), nem túl jól tapadó bevonatok választhatók le
- A **kontakt eljárás** akár $0,5 \mu\text{m}$ -nél is vastagabb réteget biztosító, gyorsított ioncserés eljárás, melynél a fémoldatba (CuSO_4 , NiSO_4 , SnCl_2 , AgNO_3 , AgCl_2) még az alapfémnél (pl. acél, réz) is elektronegatívabb (kontakt) fémet (pl. Al, Zn) merítenek és azt vezető huzallal az alapfémmel összekötik
- A **redukciós eljárás** során a fémbevonat ($\text{Me} = \text{Ni}, \text{Cu}, \text{Ag}, \text{Pd}, \text{Co}$) leválasztásához szükséges elektronokat (e^-) a leválasztani kívánt fém sóoldatában egyidejűleg jelen lévő redukálószer (Re) oxidációja szolgáltatja

kevésbé nemes alapfém	nemesebb bevonófém	kezelő fémsó + adalék
Fe	Cu, Sn, Ni, Ag	CuSO_4 , SnCl_2 , NiHCl , AgNO_3
Cu	Sn, Ag	SnCl_2 , AgNO_3
Al	Zn	$\text{ZnO} + \text{NaOH}$
Cu-Zn (sárgaréz)	Ni, Hg, Ag, Au	NiCl_2 , $\text{K}[\text{Hg}(\text{CN})_2]$, AgNO_3 , AuCl_3
Zn	Ag, Au, Ni, Cu	AgCN , AuCl_3 , NiSO_4 , CuSO_4



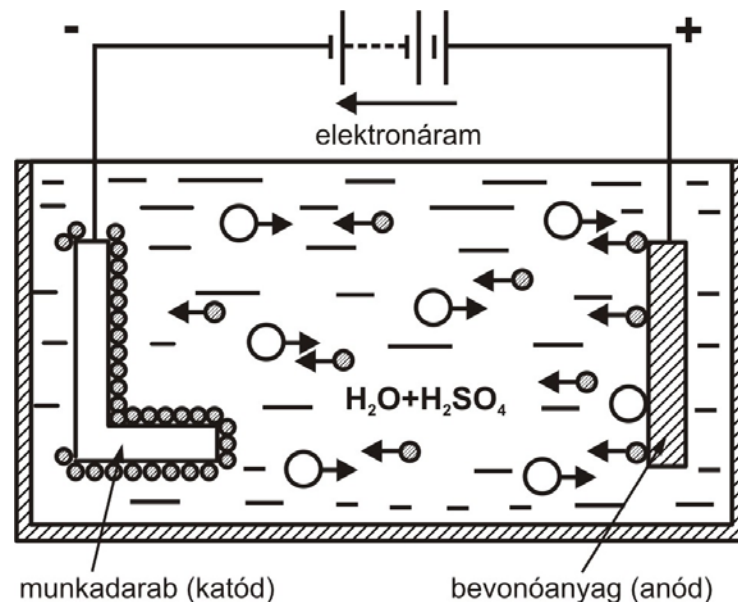
A redukciós eljárás jellemzői

- Folyamat: $\text{Re}^{n+} \rightarrow \text{Re}^{(n+z)+} + z \cdot e^-$ ill. $\text{Me}^{z+} + z \cdot e^- \rightarrow \text{Me}$.
- Előfeltétel, hogy a redukálóanyag redukciós potenciáljának negatívabbnak kell lennie, mint a leválasztandó fémé.
- A redukálószer utánadagolásával elvileg bármilyen vastag fémréteg leválasztható.
- A redukciós **oldat főbb összetevői** :
 - a leválasztandó fémionokat adó **fémsó**: NiSO_4 , NiCl_2 , CuSO_4 , AgNO_3 ;
 - a külső áramforrás helyett elektronokat átadó **redukálószer**, ami savas közegben hipofoszfít, foszfít, hidrogén-szulfid, szulfít, ..., illetve lúgos közegben formaldehid, formiát, hidrazin, borát, ...
 - **pufferanyagok és komplexképzők** (citromsav, ecetsav, almasav, borkősav és sóik; NH_4Cl , KCN) a kívánt pH állandó értéken tartására.
 - **gyorsítók** (borostyánkősav, adipinsav és sóik; alkáli-fluoridok, tetraborátok, szelenátok) a redukálószer aktiválására, a fémleválás gyorsítására.
 - **stabilizátorok** (tiokarbamid, PbS , SnS ; Pb -, Sn -, As - és Mo -ionok) a spontán redukciós folyamatok ill. az oldat-önbomlás megakadályozására.
 - **nedvesítő- és fényesítőanyagok**: alkil-aril-szulfonátok, ...



Galvanizálás

- A **galvanizálás** mint elektrokémiai eljárás során a katódként kapcsolt bevonandó fémtárgyra elektrokémiai úton fémes bevonatot választanak le, elektrolitként ható, fémsókat tartalmazó vizes oldatból.
- Galvanizálással vörös- vagy sárgaréz; fényes vagy fekete nikkel; fényes-, kemény- vagy fekete króm; Zn, Cd, Sn, Pb, Fe, Co, Ag, Au, Rh, Pd, Pt, Ru, As, Sb vagy ötvözetbevonatok hozhatók létre acél, réz, cink, nikkel anyagú munkadarabokon.



Elektrolíziskor az **anódnál oldódás** ($\text{Me} \rightarrow \text{Me}^{z+} + z \cdot e^-$) vagy oldhatatlanság esetén oxigénfejlődés ($4 \text{ OH}^- \rightarrow 2 \text{ H}_2\text{O} + \text{O}_2 + 4 e^-$), míg a **katódnál fémkiválás** ($\text{Me}^{z+} + z \cdot e^- \rightarrow \text{Me}$) történik.

$$i = \frac{s \cdot \rho}{A \cdot l \cdot t}$$



A galvanizálás főbb összefüggései

- A leválasztott fém tömege ($m = \rho \cdot V$) - Faraday I. törvénye értelmében - elsősorban áramerősség (I) és az idő (t), vagyis az elektromos töltésmennyiség $Q = I \cdot t$ függvénye:

$$m = A \cdot I \cdot t \cdot \eta$$

- ahol „A” az anyagminőségtől függő elektrokémiai (leválasztási) egyenérték:
- $A = M / (F \cdot z) = \text{moláris tömeg} / (\text{Faraday-állandó} \cdot \text{elektromos töltések száma})$; $F = 96500 \text{ C}$;
- η az elektrolit fajtájától, töménységétől, hőmérsékletétől függő áramkihasználás vagy áramhatásfok (gyakorlatilag leválasztott fémmennyiség és elvileg leválasztható fémmennyiség hányadosa).

- A bevonat rétegvastagsága:**

ahol ρ a leválasztandó fém sűrűsége, K a katódfelület.

$$s = \frac{A \cdot I \cdot t \cdot \eta}{\rho \cdot K}$$

- Ezek alapján a **fémleválasztás**

- **sebessége:**

$$v = \frac{s}{t} = \frac{A \cdot I \cdot \eta}{\rho \cdot K}$$

- **időtartama:**

$$t = \frac{s \cdot \rho \cdot K}{A \cdot I \cdot \eta}$$

- **áramsűrűsége:**

$$i = \frac{s \cdot \rho}{A \cdot I \cdot t}$$



Galvanikus bevonatok (1)

- A **rezezés** világosvörös színű, levegő hatására vékony oxidréteget képező és barnásfeketére szineződő, de oxidálósavakban illetve nátrium-cianidban oldódó bevonatot eredményez.
- A **nikkelezés** az egyik leggyakrabban alkalmazott bevonat fémtárgyak korrózió elleni védelmére.
- A **krómozás** kemény, kopásálló bevonatot eredményez, aminek felületén oxidáló anyagok hatására korróziócsökkentő vékony oxidréteg alakul ki
- A **horganyzás** (cinkezés) acélalkatrészek, acélöntvények, acélszalagok és huzalok korrózióvédelmére szolgál
- A **kadmiumozást** nem élelmiszeripari célú acéltárgyak korrózió elleni védelmére, elektronikai iparban felhasznált színesfémek forraszthatóságának javítására alkalmazzák
- Az **ónozás** élelmiszer- és konzervipari gépek, berendezések és csomagolóanyagok felületvédelmét szolgálja,.
- A **vasazást** alkalmazzák öntöttvas tárgyak köztes bevonására.
- A **kobaltozás** során létrejött bevonat a nikkelnél jobb kopásállósággal rendelkezik, közel azonos alakíthatóság, ill. jó mágnesezhetőség mellett
- Az **ezüstözés** eredményét nagyfokú kémiai ellenálló-képesség, jó hővezető-képesség, kiváló elektromos tulajdonságok és forraszthatóság, nagyfokú fényvisszaverő képesség, kiemelkedő dekorativitás és esztétika jellemzi.
- Az **aranyozást** dekoratív hatása miatt az ékszergyártásban, elektronikai, számítástechnikai alkatrészek (pl. érintkezők, kontaktusok, tranzistorok, félvezetők, nyomtatott áramköri elemek) és űrkutatási műszerek gyártásában alkalmazzák



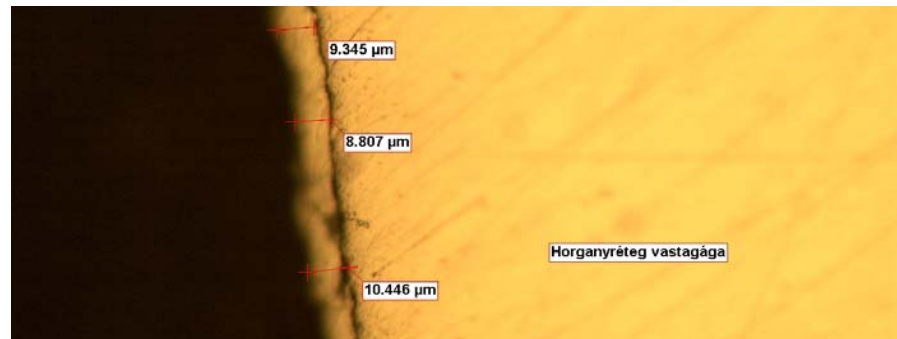
Galvanikus bevonatok (2)

- A **palládiumozás** jó korrózióállóságot eredményez.
- A **ródiумozással** előállítható bevonat különlegesen nagy kémiai ellenálló-képességet, keménységet és karc- illetve kopásállóságot biztosít.
- A **ruténiumozás** a palládiumozásnál jobb elektromos vezetőképességet biztosít, azonos technikai tulajdonságok, de kisebb költségek mellett.
- A **platinázás** ezüst és fehérarany ékszerek dekoratív bevonására, gyógyászati és laboratóriumi eszközök, vegyipari berendezések és szerelvények felületkezelésére alkalmazható. Nagy kémiai ellenálló-képességet biztosít, de költséges.
- Az **ólmozás** igen jó csúszási jellemzőket eredményez siklócsapágyak gyártásában.
- Az **indiumozás** siklócsapágyakhoz igen jó csúszási tulajdonságot eredményez, továbbá jól forrasztható és légköri korróziós hatásoknak ellenálló bevonatot tesz lehetővé.
- Az **alumíniumozás** acélból készült tárgyak hőálló bevonatának alapját képezi, pl. rakétatechnikai alkalmazásokhoz.
- Az **arzénózás** és az **antimonozás** sötétszürke, dekoratív díszítőbevonatot produkál vörösrézen, sárgarézen és bronzon.
- Színfémbevonatok mellett **ötvözetbevonatok** is leválaszthatók többek között réz-, nikkel-, ón-, cink-, kobalt-, vas-, ezüst ötvözetekből



Esettanulmány: horganyzás

- A **horganyzás** (cinkezés) acélalkatrészek, acélöntvények, acélszalagok és huzalok korrózióvédelmére szolgál.
- Mivel a cink elektronegatívabb mint a vas, így amíg van bevonat, addig a védelem is fennáll.
- A díszítő hatással is bíró cink a legolcsóbb galvanizálásra használható fém, melynek felületén szürkésfehér oxid és karbonát (fehérrozsda) képződik, lassítva a bevonat további korrózióját. 10÷15 % Ni vagy 0,2÷0,3 % Co bevitelével a korrózióállóság 3÷4-szeresére növelhető, elsősorban kötőelemek horganyzásakor
- A galvanikus horganyzáson kívül tűzhorganyzással is lehet bevonatot felvinni, a két bevonat típus miatt mindig jelölni kell, melyik fajtáról van szó
- Autóipari lemezek tűzhorganyzásakor 7...10 µm vastag bevonatot készítenek, ez mélyhúzásakor is megmarad.





2. Termikus szórás

- **Definíció:**

- **Termikus szórás**kor a por, granulátum, pálca vagy huzal formájában adagolt hozaganyag részleges vagy teljes megolvasztásával és így folyamatosan képződő nagy hőmérsékletű részecskék kezelendő felületre szórásával,
- termomechanikai úton jön létre bevonat.

- **Jellemzők:**

- A hőt **láng, elektromos ív, plazma- vagy lézersugár**, illetve **gázkeverék ciklikus robbanása** biztosítja
- A felületre szórást sűrített levegő, plazmaáramlás vagy detonációsorozat "végzi"
- Fémek, fémötvözetek, fémvegyületek, kerámiák vagy műanyagok alkotta bevonat kötési (tapadási) szilárdsága arányosan növekszik a szórt részecskék mozgási energiájával és hőmérsékletével, a kezelendő felület tisztasági fokával, a felületelőkészítő aktiválás és a szórás között eltelő időtartam rövidítésével, a felületi érdesség megfelelő profilalakjával.
- A szórt bevonat porozitása elsősorban a részecske-becsapódási sebesség növelésével csökkenthető.

- **Alkalmazási területek:**

- mintegy 60 %-át a kopásálló bevonatok jelentik,
- kb. 15 %-ot tesz ki a korrózióvédelem,
- 10 % körüli az elektronikai vékonyrétegek aránya,
- kb. 15 % egyéb célokat szolgál.



Anyagok

Szórt bevonatok készítéséhez használható fémek és kerámia anyagok:

Tiszta fémek	Ni, Cr, Ti, Mo, Cu, Al, W
Ötvözetek	NiCr, NiCrFe, CoCrFe, CuAl, CuAlIn, NiCrAl, NiCrW, FeCr, NiAl, NiTi, NiC (álötvözetek), NiCrBSi, CoNiCrBSi, stb.
Fémkarbidok	WC, Cr_3C_2 , TiC, MoC, stb. leggyakrabban NiCr, Co, NiAl fémes mátrix anyaggal szórva
Boridok	TiB_2 , ZrB_2 , CrB_2
Szilicidek	MoSi_2
Nitridek	TiN, HfN
Oxidkerámiák	Al_2O_3 , $\text{Al}_2\text{O}_3+\text{TiO}_2$, $\text{Al}_2\text{O}_3+\text{Cr}_2\text{O}_3$, stb. Zr_2O_2 , $\text{Zr}_2\text{O}_2+\text{CaO}$, $\text{Zr}_2\text{O}_2+\text{Y}_2\text{O}_3$, stb. TiO_2 , HfO_2 , Cr_2O_3



A termikus szórás alkalmazásai

Alkalmazási terület	Alkatrész	Bevonó anyag
Repülőgépgyártás	nagynyomású kompresszor lapátok felülete turbinalapátok felülete, fúvócső égőkamra	Cr_3C_2 , NiCr CoCrAlZ, NiCrAlZ, CrNiAl Al_2O_3 , TiO_2
Textilgépgyártás	szálvezető villák, lépő hengerek, műszálglyártó berendezések	Al_2O_3 , TiO_2 Cr
Gépipar	sikló csapágyak dugattyú gyűűk Diesel motor dugattyúk felülete hengerfej bélése, előkamra szerszámgép csúszó felületek szivattyúk tömítései	Mo, AlBz Mo ZrO_2 , Al_2O_3 ZrO_2 , Y_2O_3 FeCr_{13} , Cr_2O_3 Al_2O_3 , Cr_2O_3
Vegyigépgyártás	szelepek, tolózárak, csúszó felületek szivattyú járókerekek vegyszerreaktorok véd.	Al_2O_3 Al_2O_3 Al_2O_3 , Cr_2O_3
Kohászat	öntő üstök, olvasztókemencék falazata hengerek felülete	Al_2O_3 WC, Co, NiCr
Papíripar	hengerek felülete	Al_2O_3 , TiO_2



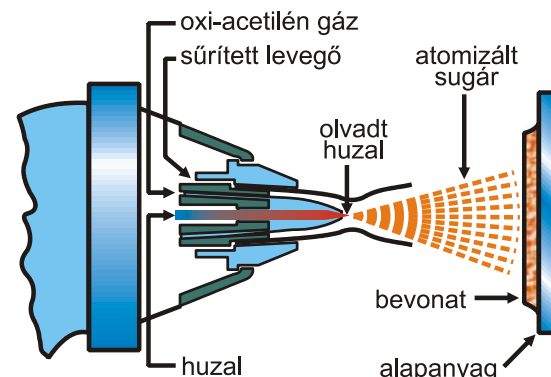
Termikus szórási módok

- Lángszórás
- Ívszórás
- Plazmaszórás
- Robbantásos szórás



Lángszórás

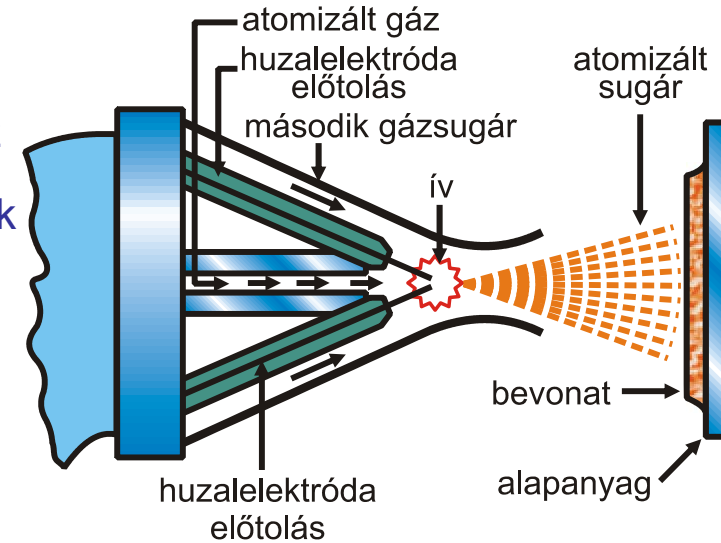
- Gázok és réteg tulajdonságok:
 - **oxigén-acetilén gázos** lángszóró berendezések
 - viszonylag kicsi tapadási szilárdság (10 N/mm^2)
 - nagy porozitás ($5 \div 25\%$)
 - **metilacetilén-propadién gázkeverék, oxigénben elégetve (MAPP-gáz)**
 - A MAPP gázt és az oxigént egy előkeverő rendszerben összekeverik és a tengely körül koncentrikusan elhelyezkedő furatokon az égőkamrába vezetik
 - A kamrába befúvott gázkeverék köpenyszerűen körülveszi az égő tengelyében - nitrogén gázáramban - fluidizálva befúvott port.
 - A MAPP gáz és az oxigén begyűjtása hidrogénnel történik, ami folyamatosan is éghet, míg a MAPP gáz adagolása csak a porszórás időtartama alatt történik.
- Alkalmazások:
 - főként WC-Co bevonatok szórását végzik így, miáltal a robbantásos porfelszórást kiválthatja az olcsóbb berendezés révén.
 - Az eljárás mindazokon a területeken alkalmazható, ahol a plazmaszórás és a robbantásos szórás használatos.





Ívszórás

- A technológia jellemzése:
 - A huzal formában kialakított bevonó anyagot elektromos ív hőenergiájával megolvasztják és az olvadék cseppeket sűrített levegővel szétporlasztva a bevonandó tárgy felületére repítik
 - Az ívet közvetlenül a két huzalvég között hozzák létre úgy, hogy a két huzalt görgős előtoló szerkezettel $60\div 90^\circ$ -os szögben egymásnak ütköztetik.
 - A görgők stabil feszültségű egyenáramú tápegységhez csatlakoznak.
 - Az íven sűrített levegősugarat fújnak keresztül, amely a huzalvégekről leolvadó cseppeket szétporlasztja.
 - Az ív hőmérséklete meghaladja a 4000°C -t, az ívoszlopban felszabaduló hőenergia nagy része a sűrített levegőárammal távozik.
- A huzalos ívszórással készült bevonatok tapadási szilárdsága és tömörsége lényegesen nagyobb, mint a lángszórt bevonatoké, de nem éri el a plazmaszórt bevonatok értékeit.





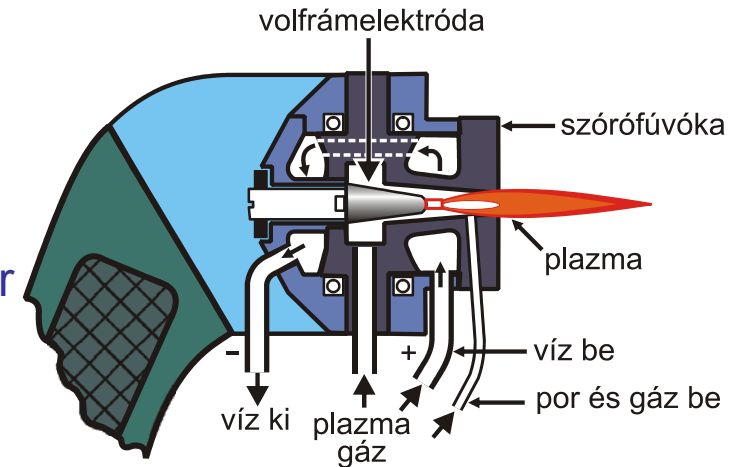
Plazmaszórás

- Plazmagenerátorok jellemzői
 - A gyakorlatban két fő típusát alkalmazzák, a "belső íves" rendszerűt és a "külső íveset".
 - A plazmagenerátort leggyakrabban egyenáramú tápegységből táplálják. A plazmagenerátorokban tóriumozott volfrámelektrodát alkalmaznak katódként, és hengeres furatú rézhüvelyt vagy gyűrűt anódként, és a kettő közötti szűk részben áramlik a munkagáz.
 - Az elektromos ív nagy feszültségű, nagyfrekvenciás szikrakisülés csatornájában alakul ki, amit a gázáramlás vagy mágneses tér stabilizál.
- A berendezések főbb egységei:
 - Gázellátóegység, fő tápegység, segédív tápegysége, hűtőegység, szivattyú, poradagoló, plazmagáz, vivőgáz, gyújtóegység, plazmagenerátor.
 - A különböző célú berendezésekben csupán a részegységek paraméterei változnak az igényektől függően.



Plazmaszóró berendezés

- A plazmaszóró berendezések működése a belseőíves rendszeren alapszik
- Jellemzők:
 - A bevonatképzéshez szükséges anyagot por (néha huzal) állapotban a plazmagenerátor fúvókáján kilépő nagy sebességű és nagy hőmérsékletű plazmasugárba juttatják
 - A bevonó anyag részecskéit a plazmasugár gyorsítja, és hőcsere révén hevíti. A részecskék a tárgyfelületbe való ütközés pillanata után ellapulnak és a tárgyfelülethez, vagy egymáshoz tapadnak.





Plazmaszórási eljárások főbb jellemzői

- Hagyományos plazmaszórás: 20÷40 kW közötti teljesítménnyel történik. A rétegek tapadási szilárdsága 7÷25 MPa, porozitás fémeknél 4÷10 %, kerámia anyagoknál 5÷15 %. A bevonási teljesítmény fémeknél 5÷8 kg/h, oxidkerámia anyagoknál 3÷5 kg/h.
- Nagy energiájú plazmaszórás: 50...80 kW teljesítmény-tartományban, de a hagyományoshoz képest 2÷3 szoros gázfelhasználással történik. A bevonatok kopásállóság szempontjából kb. 30÷50 %-kal felülmúlják a hagyományos plazmaszórással készült bevonatokat.
- Alacsony nyomású vagy vákuum plazmaszórás: 40÷60 kW teljesítménnyel, alacsony nyomású (20 mbar) kamrában történik. Hatására a plazmasugár hosszúsága 400÷600 mm-re növekszik és a sebessége is jelentősen megnő. Az így készült bevonatok tömörebbek, kevesebb oxidzárványt tartalmaznak, mint a levegőn végzett szórásnál.
- Vízgőz munkagázos plazmaszórás: 150÷200 kW teljesítményű berendezéssel történik. Szórási teljesítménye igen nagy, kb. 15 kg/h Al_2O_3 bevonat létesítésére is képes, de fémek szórására nem igazán alkalmas.
- Sűrített levegős plazmaszórás: munkagázként sűrített levegőt alkalmaznak, tehát katódja réz hűtőtömbbe sajtolt cirkónium. A levegő munkagáz következtében fémek szórására nem igazán alkalmas.



Robbantásos szórás

- Detonációs vagy lökéshullámos bevonatolás:
 - Az eljárás lényege, hogy nagy sebességgel ütköztetik (dinamikusan összepréselik) a munkadarabot a bevonat anyagával; vagyis rárobbantják, rálövik az erre a célra kialakított ágyúból a megfelelő keveréket a hordozóra.
 - A felszórandó poranyagnak szabályozott gázrobbantással igen nagy kinetikus energiát adnak és a hordozó felületének ütköztetik.
 - A gázrobbantáshoz általában oxigén-acetilén gázkeveréket használnak.
- Az így készülő bevonatok vastagsága változó (általában néhány tized mm), porozitásuk elég alacsony (0,5 %), keménységük esetenként igen nagy. A kötés tapadási (adhéziós) szilárdsága kb. 70 MPa, és a bevonat simasága $6\div 10\text{ }\mu\text{m}$.

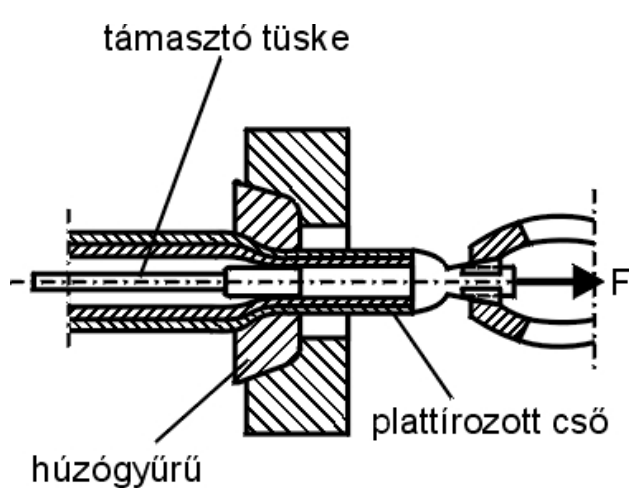


Plattírozás

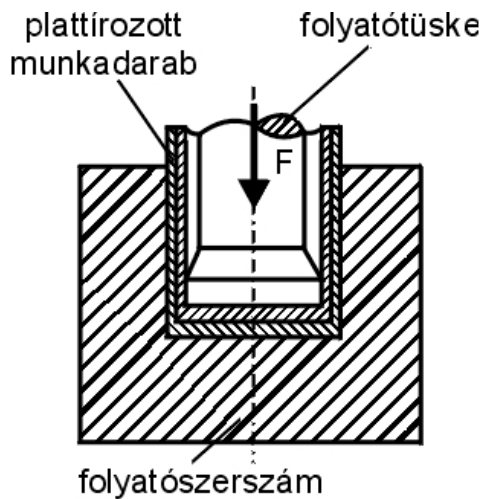
- A plattírozás során alapanyagra réteget visznek fel
- Csoportosításuk:
 - A **plattírozás** a bevonatot képező plattírányag és a plattírozandó anyag **együttes képlékeny alakításával** valósul meg.
 - A nagyobb tömegű, fixen alátámasztott plattírozandó darabra **robbantás** vagy **súrlódás** (dörzsölés) révén kerül rá a plattírréteg.
- Eljárások:
 - Képlékeny alakítással megvalósuló
 - Húzással, folytatással, hengerléssel egyesített alapanyag és réteg
 - Robbantással vagy súrlódással megvalósuló
 - Dörzsöléses, robbantásos plattírozás



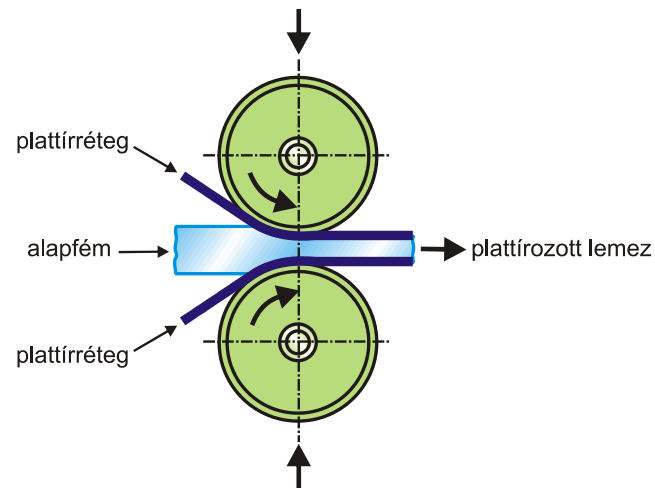
Képlékeny alakítással megvalósuló plattírozás



Húzásos



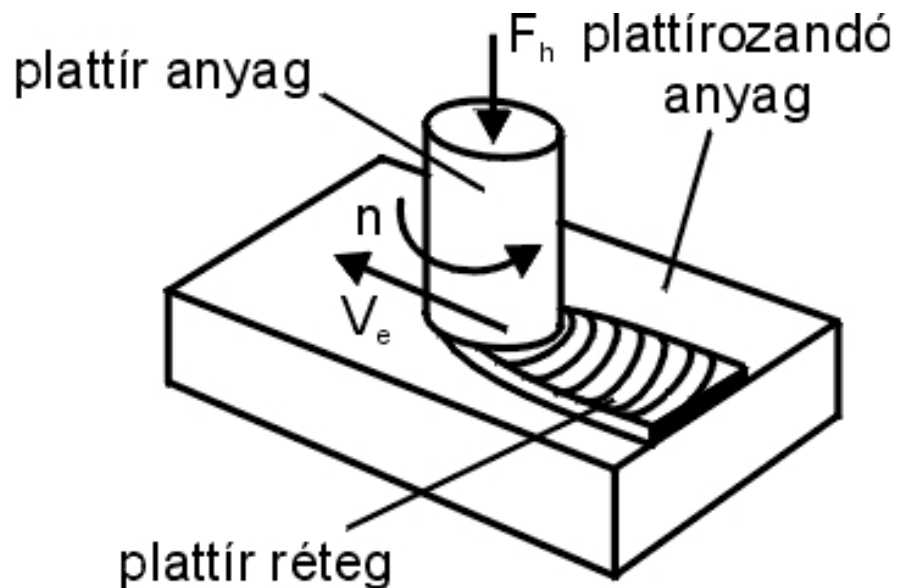
Folyatásos



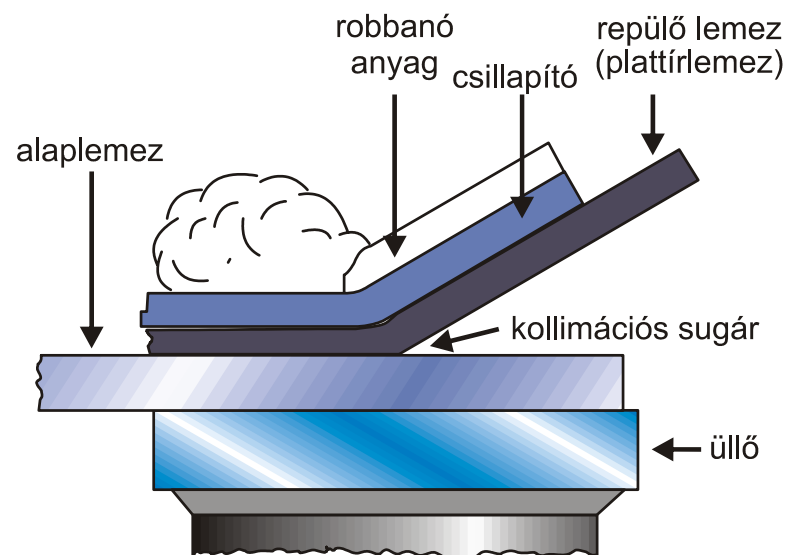
Hengerléses



Robbantással vagy súrlódással megvalósuló plattírozás



Dörzsplattírozás



Robbantásos plattírozás