

## Felületmódosító eljárások - áttekintés

### I. Anyagfelvitel nélküli:

1. Diffúziós elven végbemenő
  - i. Nitridálás (sófürdő illetve gáz)
  - ii. Boridálás
  - iii. Karbonitridálás
  - iv. Cementálás
2. Felületi edzések
  - i. Indukciós
  - ii. Láng
  - iii. Lézeres
  - iv. Elektronsugaras
3. Ionimplantáció

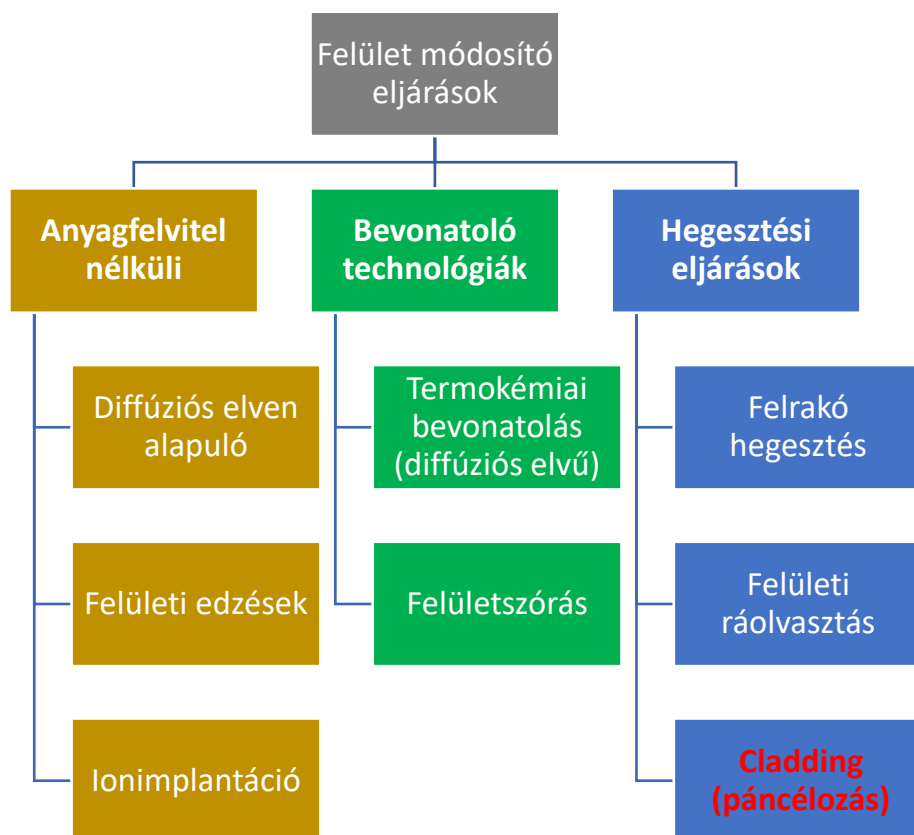
### II. Bevonatoló technológiák

1. Termokémiai felületkezelések (diffúziós elvű)
  - i. CVD
  - ii. PVD
  - iii. Ion bevonatolás
2. Termikus szórás
  - i. Plazma
  - ii. Robbantásos
  - iii. Lézeres
  - iv. Láng
  - v. Elektromos ív

### III. Hegesztési eljárások

1. Felrakó hegesztés
2. Cladding
  - i. PTA
  - ii. Lézer
  - iii. TIG
  - iv. MIG

Ezen dokumentum a Budai Benefit Kft. által készített áttekintő, a felület módosító eljárásokról. Célja a cladding, az az „páncélozás” bemutatása, és összehasonlítása az alternatív eljárásokkal. Az 1. ábra felületmódosító eljárások általunk alkalmazott csoportosítását szemlélteti.



1. ábra: Felület módosító eljárások csoportosítása

## I. Anyagfelvitel nélküli

Ebbe az osztályba a felületbe épülő, a felület méreteit nem növelő eljárások találhatók.

### 1. Diffúziós elven végbemenő

Ezen eljárások alapja a felület ötvöződúsítása. Mindig aktív, szabad ötvözőatomokat dúsítunk, por, gáz vagy sófürdős közegből. Ide sorolhatók a cementálások, fürdős nitridálások, nitrocementálások, boridálások, szilikálások. Az eljárással közepes korrózióállóság és közepes kopásállóság érhető el, esetenként egyéb felületi kezelésekkkel párosítva kimagasló korrózió-, vegyi- és kopásállóság érhető el (pl. cementálást követő lézerhőkezelés, boridálást követő plazmanitridálás).

### 2. Felületi edzések

A felületi edzéseknél, felhevítjük a munkadarabot, majd a kritikus hűlési sebességnél gyorsabban lehűtjük. Ezzel allotróp átalakulást idézünk elő az anyag kristályszerkezetében, ausztenites szövetszerkezetből martenzitessé alakítjuk. A felületi/kéreg edzések esetében a hevítés általában gyorsan zajlik le, hiszen törekszünk az anyag saját hőkapacitását/ hő elvonó képességét is kihasználni hűtésnél. Ezt azért is célszerű így alkalmazni, hogy az előzetesen

beállított magszövegszerkezet ne változzon meg. Hőforrástól függően nagyfrekvenciás (indukciós), láng, elektronsugaras és lézer edzésről beszélhetünk.

Ezen edzések célja elsősorban a kopásállóság növelése, a szívós mag megtartása mellett. A kopásállóság növelésének két fő iránya a keménység növelése, illetve a felületi együtthatók hatásának csökkentése. Az edzések elsősorban a keménységet befolyásolják, több eljárás ront közben a csúszási együtthatókon. A kéregedzések közül a legnagyobb keménység a lézeres felületi edzéssel érhető el. Ennek fő oka, hogy itt a felület közvetlenül nyeli el a hővé alakuló energiát, és a kis behatás révén az anyag hőkapacitása is maximálisan kihasználásra kerül. Semmilyen külső hűtésre nincs szükség, a környezet önmagában elegendő hozzá. Az indukciós edzés esetében a nagyfrekvenciás, váltakozó mágneses tér, a kéregnél kisebb mértékben, de melegíti a munkadarab magját is. Ezen túl, a létrejövő kéreg vastagságából adódóan a hőelvonás messze elmarad a lehetségestől. A lézeres felületedzés az egyetlen kéregedző eljárás mely esetében a tribológiai tulajdonságok is javulnak, úgynevezett mikró-tűs martenzit jön létre, mely rendkívül ellenálló kráteres- és tapadásos-kopással szemben. További előnye, hogy az edzett felület teljesen behatárolható.

A kéregedző eljárások közül mind az induktív, mint a lézeres edzés igen nagy termelékenységű. Az eljárás legfőbb hátránya, hogy csak edzhető anyagokon végezhető, illetve esetenként igen költséges is lehet.

### **3. Ionimplantáció**

Az ionimplantáció sajátossága, hogy az alapanyag felületének ionokat ütköztet, melyek beépülnek, illetve nyomófeszültségeket okoznak. Elsősorban N, Mo, Co, Ti, W, V atomokat implantálnak, a vákuumban lévő munkadarabba. A maximális behatolási mélység  $\sim 1 \mu\text{m}$ . A beépülő ionok vegyületeket képeznek, illetve rácshibákat, melyek következtében az anyag keménysége nő. Az így módosított felület egyes esetekben 3-4 szeres élettartalmat is képes elérni. Alkalmazható fémeknél és nem fémes anyagoknál egyaránt. Hátránya, hogy a létrejövő réteg extrém vékony, be tud nyomódni, az eljárás kimagaslóan drága és korlátozza a vákuumkemence űrtartalma. További hátránya, hogy nem teljesen szelektív, nem pontosan szabályozhatók a kezelt felület határai, illetve élek és sarkok esetén fellép az élhatás, melynek következtében elridegedik és kitöredezhet az adott felület.

## **II. Bevonatóló technológiák**

A bevonatóló technológiáknak számtalan alfaja létezik. Ezen dokumentumban csak a karbantartási szempontokból lényegeseket soroljuk fel.

### **1. Termokémiai felületkezelések**

Ide sorolhatók a gázfázisból történő bevonatólások, a CVD, PVD eljárások. Így készülnek például a keményfém lapkák bevonatai (TiN, CBN, stb). Ilyen eljárás a plazmanitridálás is. Ezen eljárások közös tulajdonsága, hogy igen kemény ám de igen vékony felületi kérget hoz létre, illetve egy átmeneti zónát, ahol az alapanyag és a diffundált részecskék szilárd vegyületet alkotnak. A PVD eljárások rendkívül kopásállóknak tudnak lenni, amíg a réteg sérülésmentes, ugyanakkor mivel vékony képes benyomódni, aminek következtében mindig be is reped. Plazmanitridálás esetében az elérhető legvastagabb bevonati réteg  $\sim 0,010 \text{ mm}$ , amelyet egy

~0,150mm vastag diffúziós zóna követ folyamatosan csökkenő keménységgel. Élek és sarkok esetén fellép az élhatás, melynek következtében a ki- illetve letöredezés valószínűsége drasztikusan megnő. A folyamat vákuumkamrában zajlik, aminek következtében a munkadarabokat sokszor a harang kemence mérete korlátozza. Az eljárás 500°C hőmérsékleten akár 24 órán keresztül is tarthat, minek következtében a szerszám edzett felületei kilágyulhatnak.

## 2. Termikus szórás

A felületszóró technológiák alatt azon eljárásokat értjük melyeknél a készítendő réteg alapanyagából olvadék cseppeket állítunk elő és ezt ütköztetjük nagysebességgel a munkadarab felületének. Termomechanikai eljárás, mindig adhéziós kötést hoz létre. Ebből adódóan a keletkező réteg esetenként lereped, letöredezik. Az eljárás előnye, hogy olcsó és gyors, végezhető levegőn, valamint a hordozót érő termikus hatás minimális. Gyenge a dinamikus behatásokkal szembeni ellenállása, a létrejövő réteg porózus, és a felületi érdessége is durva. Továbbá sokszor előmunkálatokat igényel, mint a homokszórás, vagy a felület egyéb típusú feldurvítása. Az egyes eljárásokat hőforrás szerint szokás csoportosítani. Ez alapján megkülönböztetünk lézer, plazma, láng, elektromos ív és robbantásos szórást.

## III. Hegesztési eljárások

### 1. Felrakó hegesztés

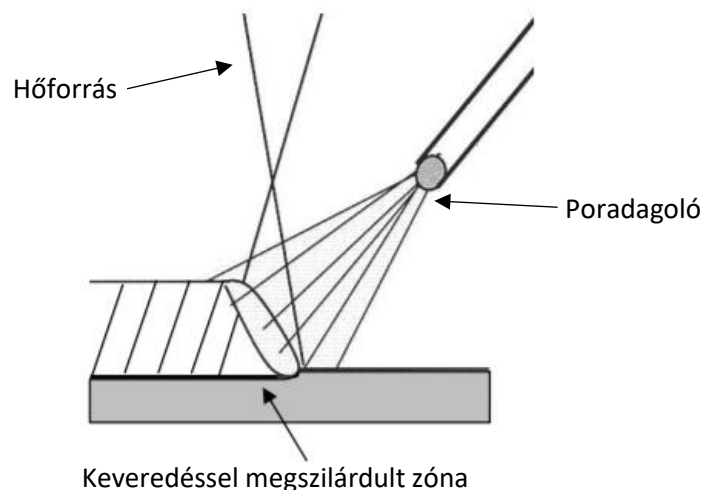
A felrakó hegesztés javító célzatú rétegépítés. Itt elsősorban nem egy összefüggő bevonat készítése a cél, hanem a használat következtében fellépő anyaghiányok pótlása. Alapesetben a hozaganyag közel azonos összetételű és keménységű, mint a javítandó test alapanyaga. Speciálisabb esetben az újbóli kopások elkerülése végett alkalmaznak keményebb, jobb kopási mutatókkal rendelkező anyagot. Ugyanakkor a hagyományos felrakó hegesztés csak kis anyagfelvitel esetében gazdaságos. A felrakó hegesztések közül a legelterjedtebbek a TIG (AWI), MIG, Lézer, Plazma, Fedettívű eljárások.

### 2. Cladding

A cladding (a magyar szakirodalom szerint „ráolvasztó hegesztés” vagy „páncélozás”) technológiák térhódítása az extrém behatásoknak kitett szerszámok megjelenésével egybeköthető. A technológia célja, hogy ezen szerszámokat lokálisan a lehető legkopásállóbbá illetve a működésnek leginkább megfelelővé tegyünk. Ezalatt lehet szó extrém korrózió állóságról, extrém keménységről, kimagasló kopásállóságról, önkenési igényekről, hőtágulás minimalizálásáról, berágódással szembeni ellenállóságról, hőhiszterézisből fakadó kifáradással szembeni ellenállóságról és még számtalan egyéb specifikus és különleges igényről. Ezen eljárásokat nem kötik a hagyományos hegesztési eljárások korlátjai. A létrehozni kívánt réteg tetszőlegesen nagy lehet, a varrat homogén és megfelelő technológiai beállítások esetén teljesen zárvány mentes. Nem jelentkezik a hagyományos varratépítést jellemző sorközi zárványok sem, mivel az anyagfelvitel homogéne és folyamatosan történik. Továbbá szinte bármilyen réteg létrehozható, minimális alapanyag megkötésekkel.

A „páncélozás” során az alapanyag és a felvitt réteg között kohéziós kötés jön létre. A jelentős keveredési tartomány révén az alapanyag és a cladding réteg közötti kapcsolat jóval stabilabb, mint például egy PVD eljárás esetében. A „páncélozott” réteg nem tud lepattogzani vagy letöredezni és nem kell élhatással sem számolni, ami a termokémiai eljárások legnagyobb

gyengéje. A nagy hőbevitel miatt, a hőhatás övezetben sem beszélhetünk érdembeli elridegedésről. A 2. ábra a cladding elvi vázlatát szemlélteti.



2. ábra: Cladding sematikus ábrája

[Hans Gedda: Laser Cladding: An Experimental and Theoretical Investigation, 2004]

A cladding egy speciális esete a felületötvözés. Itt a felvitt por mennyisége igen kevés, így csak egy vékony, keveredett réteg keletkezik. Ötvözés esetén maximum 30%-al változtathatjuk meg a felület összetételét.

A cladding eljárások sajátosságai közé tartozik, hogy csak nagy energiasűrűségű hőforrásokkal megvalósítható, mivel esetenként 3-5 mm vastag rétegeket is homogénean meg kell tudnia olvasztani. Így kétféleképpen osztályozhatók. A hegesztési technológia alapján és a por felvitelének módja szerint. A hőforrás lehet lézertény, elektronsugár, plazmalyaláb, elektromos kisülés (elektromos ív). A por felvitelnél megkülönböztetünk előre felszórt és hegesztés közben felvitt módszereket. Az előre felszórt porok közel sem biztosítanak egyenletes anyagáramot (ezeket ecsettel szokták a felületre juttatni), ebből adódóan csak kísérleti célból alkalmazzák őket (itt rendszeresen fellép az a probléma, hogy a hegesztéshez használt védőgáz egyszerűen lefújja a por egy jelentős hányadát). Nagy előnye a por hozaganyagnak, hogy a szemcseméret csökkenésével exponenciálisan nő a szabadenergiája.

A Cladding eljárás leginkább az extrém kopásállóság biztosítása céljából elterjedt. Az eljárással nem csak kimagaslóan kemény rétegeket lehet felvinni (akár 64+ HRC), de egyes anyagok tribológiai tulajdonságai is kimagaslóak. Az általános felrakó hegesztéssel ellentétben a cladding nem hiba és kopás javítás célját szolgálja (persze bizonyos esetekben erre is felhasználható), hanem sokkal inkább a tervezett építkezést. Szerszám-készítésnél, -felújításnál alámunkált felületeket vonnak be. Ezek a szerszám „kritikus felületei” ahol más eljárással nem érhető el hosszútávon működőképes felület, legyen szó kopás-, korrózió-állóságról, vagy olyan esetekről, ahol a kenés másképpen nem biztosítható.

Másik nagy előnye a gazdaságosság. Egy tömör szerszám elkészítése speciális igényeket kielégítő anyagokból megfizethetetlenül drága lenne, míg „páncélozással” elegendő csak lokálisan alkalmazni ezen anyagokat.



3. ábra: Páncélozott gömbfelület

Cladding alkalmazási területei az élelmiszeripar (tej, hús, malom), vegyipar, gyógyszeripar, autó ipar, kovácsüzemek, lemezmegmunkálók, fémfeldolgozók, bányászat, kerámia feldolgozók, mezőgazdaság, szállítmányozás/ anyagmozgatás, erőművek, építőipar, szivattyúk, papíripar, szemétfeldolgozók, általános feldolgozóipar. Csigák, görgők, kilökök, kúpos felületek, hengerek, lemezhajlító szerszámok, kovácsszerszámok, öntőformák, daraboló kések, darálók, egyedi szerszámok, nem kenhető (önkenést igénylő) szerszámok.



4. ábra: C45 alapanyagú tengely „páncélozása” keményfémme

További információk: [www.bubenlaser.com](http://www.bubenlaser.com)