

## Új típusú felületi bevonatok fröccsöntő szerszámokhoz

*Tárgyszavak: fröccsöntő szerszám; felületbevonat; kopásállóság; korrózió; keménykróm; gyémánt-króm bevonat.*

Napjainkban számtalan felületkezelési eljárás és bevonat áll rendelkezésre ahhoz, hogy a fröccsöntő szerszámok alkatrészeinek élettartamát meghosszabbítsák vagy tulajdonságaikat javítsák. A töltő- vagy erősítőanyagokkal (üvegszál, ásványi szálak, rizshéj, farost, fémporok stb.) kevert műanyag alapanyagok erős koptató igénybevételt fejtenek ki a velük érintkező szerszámalkatrészek felületeire. Az egyre bonyolultabbá váló szerszámokkal terjednek a vékony és tekervényes folyási utak és a mozgó betétek, elemek. Elsősorban ezek a tényezők ösztönzik az újfajta bevonatok kifejlesztését.

Az új típusú bevonatok ismertetése előtt érdemes megjegyezni, hogy a *hagyományos keménykróm vagy nikkelbevonatok sok esetben ma is kitűnő megoldást jelenthetnek*. A keménykróm egyik nagy előnye a rendkívüli, 72 Rockwell C-t elérő keménysége és az, hogy a bevonatot alacsony hőmérsékleten (50 °C körüli) lehet felvinni. A keménykrómot 0,08–0,12 mm vastagságban szívesen alkalmazzák elektromos megszakítók burkolatának szerszámaihoz, mivel e termékek anyaga gyakran 40% üvegszálat tartalmaz. Hátránya, hogy elektrolízissel készül, így csak olyan felületekre lehet felhordani, amelyeket könnyen el lehet érni az anóddal. Ha a szerszámnak összetett geometriájú a formája, gyakran külön anódot kell készíteni hozzá, ami jelentősen megnöveli a költségeket. Emellett bonyolult alakú szerszámalkatrészeknél nehéz elérni az egyenletes rétegvastagságot. A keménykróm másik hátránya környezetszennyező hatása; bizonyos krómvegyületek ugyanis rákkeltőek.

A *nikkel* a másik hagyományos bevonat. *Elsősorban ott alkalmazzák, ahol a fröccsöntött alapanyag korrozív gázokat bocsát ki*, mint például a PVC és a halogénezett égésgátlók. Az ilyen anyagok gyakran nagymértékű korróziót okoznak a szerszám szabadon hagyott acélfelületein. A 0,005–0,008 mm vastagságban felhordott nikkel hatékonyan képes az oxidáció megakadályozására. Bonyolult geometriájú elemeken is egyszerűen lehet képezni egyenletes vastagságú, 50 Rockwell C keménységű bevonatot. 0,05–0,08 mm vastagságban illeszkedő alkatrészek méretének korrigálására is alkalmas.

A keménykróm hátrányait jórészt ki lehet küszöbölni egy új bevonattal, az ún. *NiHard*-dal. A *NiHard* a **Bales** cég által kifejlesztett *nikkel-kobalt ötvözet*. A keménykrómmal szemben a *NiHard* felhordásához nincs szükség anódra, emellett egyenletes vastagságú réteg képezhető belőle a legbonyolultabb alakú felületeken is. A *NiHard* igen kopásálló, keménysége mintegy 62 Rockwell C.

Azonban sem a *NiHard*, sem a keménykróm nem vetekedhet egy másik új bevonat, a (szintén a Bales által kifejlesztett) *gyémánt-króm* kopásállóságával, amelynek keménysége eléri a 85 Rockwell C-t. A *gyémánt-króm* egy *krómmátrixú kompozit, amely nanométer nagyságrendű gyémántrészecskéket tartalmaz*. Bármilyen (hőkezelt, nitridált, rozsdamentes stb.) acél, alumínium, bronz, réz alkalmas a hordozására. Elsősorban egymáson elmozduló, csúszó alkatrészek (pl. vezetőoszlopok és azok perselyei) bevonására alkalmazzák. A gyémánt-króm igen könnyen, percek alatt eltávolítható a felületről, fordított elektrolízis segítségével. A bevonat vastagsága széles határok között (0,001-től 25 µm-ig) változhat. Egyenletes vastagságú réteg képezhető belőle a legbonyolultabb geometriájú felületeken is.

A *titán-nitrid (TiN)* a gyémánt-krómhoz hasonlóan eltávolítható a felületről, azonban ehhez napokig kell áztatni egy speciális oldatban. A *gyémánt-krómmal szemben a TiN-et csak vékony, néhány nanométeres rétegben alkalmazzák*, elsősorban azért, mert bonyolult alakú alkatrészekben nehéz kivitelezni az egyenletes rétegvastagságot. A TiN súrlódási tényezője acélon kb. 0,4, míg a gyémánt-krómé kb. 0,15.

A Bales cég másik új bevonata a *Nibore*, amelynek a kopás és a korrózió elleni védelem egyaránt feladata. A *Nibore* egy *nikkel-foszfor mátrixú kompozit, amely bór-nitrid részecskéket tartalmaz*. Súrlódási tényezője nagyon alacsony (acéllal szemben mintegy 0,05), keménysége pedig 54–67 Rockwell C. Bármilyen hordozóra felvihető 85 °C-on, és könnyen eltávolítható. Tulajdonságait 670 °C -ig megőrzi. Ezzel szemben a hagyományos nikkel-PTFE bevonatok csak 260 °C -ig használhatók. A *Nibore* a szerszám hővezető képességét nem befolyásolja, felviteléhez nincs szükség anódra.

A *csúszó elemek közti súrlódást és a fröccsöntött terméknek a szerszámról való eltávolítását könnyíti meg a Bales Nicklon* márkanévű, *nikkel-PTFE kompozitja*. Súrlódási tényezője acéllal szemben mintegy 0,1.

A tiszta teflonbevonat hatékonyan csökkenti a súrlódást, de élettartama meglehetősen korlátozott, puhasága és csekély szilárdsága miatt hamar lekopik, tönkremegy.

A különböző szerszámbevonatokat az *1. táblázat* foglalja össze.

Az *egyesült államokbeli műanyagipari szövetség, a SPI (Society of the Plastics Industry)* a *szerszámok felületi minőségét négy kategóriába sorolja*. Ezek nevet is kaptak: gyémánt, kő, papír és „blast”. Mind a négy kategóriát további három csoportra osztották. A tükrös, fényes „A-1 gyémánt” a legsimább felület, míg a „blast” durva, érdes (általában üveg- vagy kerámiaré-

szecskékkel beszórt) felületet takar. Az A-1 gyémánthoz hasonló sima szerszámfelület sok esetben problémát okozhat: a fröccsöntött polimer nagyon erősen hozzátapad. 1°-nál kisebb formázási ferdeség esetén a termékek felülete károsodást szenvedhet a szerszámból való kidobáskor. Ezt az esetek 95%-ában meg lehet oldani úgy, hogy a szerszámot vagy az adott alkatrészt krómbevonattal látják el, amely mikrorepedéseket tartalmaz. Ezeket a repedéseket feltöltik (impregnálják) teflonnal, majd a felületet újra A-1 gyémánt minőségűre polírozzák.

1. táblázat

Különböző típusú szerszámbevonatok fröccsöntő szerszámokhoz

Bevonat jellege	Márkanév	Rockwell keménység	Súrlódási tényező acéllal szemben	Felhordási hőmérséklet °C	Előnyök	Alkalmazási terület
Keménykróm	QQ-C-320	72 RC	0,2 vagy kevesebb	50	jó abrazív kopásállóság	üvegszálás anyagok
Nikkel	AMS-2404-C AMS-2405-B	50 RC	0,45 vagy kevesebb	90	jó kopás- és kiváló korrózióállóság	ahol egyenletes rétegvastagság szükséges; PVC fröccsöntése
Nikkelkobalt	NiHard	62 RC	0,24 vagy kevesebb	90	jó kopás- és korrózióállóság	ahol egyenletes rétegvastagság szükséges
Gyémántkróm	Dia-Clust	85+ RC	0,015 vagy kevesebb	50	kiváló abrazív kopásállóság	mozgó, súrlódó alkatrészek
Nikkel-PTFE	Nicklon	45 RC	0,1 vagy kevesebb	90	kiváló korrózióállóság, kis súrlódás	megkönnyíti a termék kidobását
Nikkelbór-nitrid	NiBore	54-67 RC	0,05	90	kis súrlódás, jó kopás- és korrózióállóság	abrazív anyagok, kitekeredő magok
Titánnitrid (TiN)	Balinit A	90 RC	0,4	480–500	jó korrózió- és abrazív kopásállóság, kis súrlódás	kidobó-, megvezetőrudak, üvegszálás anyagok, PVC

A fenolgyanták és más hőre keményedő anyagok megkövetelik a jó felületi minőséget. Ilyen anyagokból a legjobb felületi minőségű termékeket fényesre polírozott szerszámban lehet előállítani. Kemény bevonatok (pl. keménykróm, gyémánt-króm) alkalmazása szintén előnyös lehet. Tiszta teflonbevonat alkalmazását nem javasolják, mivel ez a hőre keményedő anyagokhoz szükséges sima felületről különösen gyorsan lekopik.

Amennyiben a simára polírozott szerszámfelületről nehezen lehet eltávolítani a terméket, sörétes felszórással lehet javítani a helyzetet. Ez különösen hasznos lehet termoplasztikus elasztomerek, lágy PVC és PP alkalmazásakor, mivel ezek az anyagok gyakran a felülethez tapadnak. A megszórt felület *Nicklon*-os bevonásával még jobb eredményeket lehet elérni.

Manapság számos fröccsöntött terméken – például autók műszerfalán, elektronikai cikkeken, mobiltelefonokon – látható mintás felületi kidolgozás. Ez lehet bőrutánzatú, fa erezetét imitáló, mértani minta stb. Az ilyen felületeknél kismértékű kopás is rossz hatással lehet a termék megjelenésére, ezért a szerszámok rendszeres ellenőrzést igényelnek. Az élettartamuk meghosszabbításában és az ellenőrzések gyakoriságának csökkentésében sokat segíthet valamilyen kopásálló bevonat alkalmazása. A nikkel, a keménykróm és a NiHard különösen alkalmasak erre a feladatra. A NiHard kiemelkedik közülük, mivel egyenletes vastagságban lehet felhordani.

*A költséges bevonatok alkalmazásakor minden esetben gondoskodni kell a megfelelő karbantartásról is. A bevonat nagymértékű kopása selejtes termékek gyártását eredményezheti, ezért a bevonat állapotát időnként ellenőrizni kell, különösen azokon a területeken, ahol nagyobb koptató hatásnak van kitéve, mint például a gátaknál, a vezetőcsatornáknál.* Nagyon fontos, hogy a szerszám karbantartására azelőtt kerüljön sor, mielőtt a bevonat teljesen elkopik. Ha a bevonat egyes helyeken teljesen lekopik, költséges javítást igénylő károsodás keletkezhet, mivel a szabaddá váló acél kisebb keménysége révén sokkal gyorsabban kopik, mint a bevonat.

A bevonat vastagságának mérésével könnyen meghatározható a karbantartás ideje: az új szerszámon bizonyos pontokban meg kell mérni a bevonat vastagságát, majd időközönként újra és újra megmérve a vastagságot ugyan ezeken a helyeken, a kellő időben karbantartásra lehet küldeni a szerszámot.

Az elkészült termékek számlálása is hatékony megoldás: fel kell jegyezni, hogy az első karbantartásig hány termék készült a szerszámban, így a következő karbantartás idejét már a gyártott termékek száma alapján lehet meghatározni.

**Deák Tamás**

Bales, S. J.: Know your mold coatings. = *Plastics Technology*, 50. k. 12. sz. 2004. p. 52–57.

Bales, S.J.: Bulkied-up coatings increase mold productivity. = *Moldmaking Technology*, [www.moldmakingtechnology.com/articles/040303.htm](http://www.moldmakingtechnology.com/articles/040303.htm)