

Műanyagok különleges felületképzéssel

Tárgyszavak: fémbevonat; galvanizálás; fémfelhordás; eljárások; öntisztulás; vízlepergetés; lótuszeffektus; nanotechnológia.

A műanyagokat könnyű feldolgozhatóságuk és jó tulajdonságaik miatt olyan helyeken is alkalmazzák, ahol eredeti mivoltukat álcázni szeretnék, vagy olyan tulajdonságokat várnak el tőlük, amelyekkel eredetileg nem rendelkeznek. Ezért néha díszítő célzattal, néha elektromágneses árnyékolás céljából felületükre fémréteget visznek fel. Egy másik, viszonylag új felületképzéssel pedig megvalósítható az ún. lótuszeffektus, amely tökéletesen öntisztuló műanyagokat eredményez.

Fémbevonat műanyagokon

A műanyagokat kis tömegük, változatos alakíthatóságuk, kis gyártási költségeik teszik vonzóvá pl. a fémekkel szemben. Ha mégis szükség van olyan fémekre jellemző tulajdonságokra, mint a fémes fény, a korrózióállóság vagy a felületi vezetőképesség, *a műanyagokat gyakran galvanizálják. Szinte minden hőre lágyuló műanyagon és szálerősítésű műanyag kompoziton létrehozható fémbevonat, amelyet szívesen alkalmaznak hűtőrácsokon, írószereken, kilincseken, készülékházakon stb. Vannak természetesen nemcsak esztétikai, hanem funkcionális alkalmazások is, pl. az elektromágneses árnyékolás, a 3D-MID kapcsolók.*

A galvanizáláshoz azonban a nem vezető műanyagra először egy vezető réteget kell felhordani. Mivel a fémréteg erre a vezető rétegre válik ki, annak minőségét alapvetően befolyásolja az alapréteg minősége. Az *előkezelés* főbb lépései a kondicionálás, a kristálygőcképzés, az aktiválás és a redukív kémiai fémkiválasztás vagy az ún. közvetlen fémfelhordás. A *kondicionálás* tulajdonképpen egy mikroszkopikus felületdurvítás, amely a fémkomplexek megkötését segíti elő. A kondicionálást végezhetik mechanikusan, sugárzással vagy vegyi módszerekkel (pl. duzzasztással). A *kristálygőcképzés*hez rendszerint palládiumkomplexeket használnak, amelyeket ionos vagy kolloid formában visznek fel. Az *aktiválás* során a palládiumvegyületből fémpalládium lesz, majd erre választható ki pl. a nikkel vagy a rézbevonat. Az ún. *közvetlen fémbevonás*nál a nikkel- vagy rézkiválasztás elmarad. Vannak palládiummentes köz-

vetlen fémbevonási eljárások is. Ilyenkor enyhe *páckezelést* alkalmaznak, ami simább felületet eredményez, és a módszer előnyei közé tartozik még az is, hogy gyors, végbemegy alacsony hőmérsékleten is, ezért kevésbé energiaigényes, mint a hagyományos eljárások.

Környezetkímélő eljárások

A kémiai előkezelés helyett fizikai módszereket is lehet alkalmazni, pl. *plazmakezelést*. Ez az eljárás alkalmas a felület durvítására/aktiválására és a primer fémréteg felhordására is. Ezzel teljes mértékben kiváltható a vegyi felületdurvítás vagy az oldószeres duzzasztás. A fizikailag létrehozott vezető rétegre ugyancsak kiválasztható a galvanizált réteg. Egy *fényes krómréteg* kialakításához többféle réteget kell felvinni: kicsapott nikkelt, savas rezet, fél-fényes nikkelt, fényes nikkelt, mikroporozus nikkelt, végül a krómréteget. Nincs azonban szükség mindig magas fényű krómrétegre, esetenként elég a fél-fényes vagy a matt réteg is. Ilyenkor elegendő lehet a fizikai *fémgőzöléssel* felvitt krómréteg. A fizikai módszerekkel felvitt fémrétegek is lehetnek különböző színűek, pl. arany, ezüst, sárgaréz, bronz, réz, acél, szürke vagy fekete színű.

A fémrétegek vastagsága széles határok között, néhány mikrométertől néhány nanométerig változhat. A fizikailag felhordott rétegek felületi szerkezete is sokféle lehet a polírozottól az erősen strukturáltig. *Egy új (AFC antiferrromagnetically coupled) eljárással védőlakkot is lehet a fémrétegre felvinni, amely megvédi azt a karcoktól, de megakadályozza a pizok és vízkő lerakódását, és az ujjnyomok sem látszanak meg rajta.*

A. *háromdimenziós fröccsöntött kapcsolóelemek (3D MID-ek)* gyártásában is fontos szerepet kap a galvanizálás. Ezekben a szerkezetekben a mechanikus és villamos funkciókat integrálják az ún. 2K (kétkomponensű) fröccsöntési technológia segítségével. A két komponensre azért van szükség, mert az egyik műanyag galvanizálható, a másik nem. A galvanizálható műanyag alkotja a vezető pályákat, amelyekre réz-, nikkelt-, cink- vagy aranyelektrodok vihetők fel. A jó tapadás miatt a galvanizált rétegek akár mechanikai megmunkálást (pl. fúrást) is kibírnak.

Öntisztuló felületek nanotechnológia segítségével

A **BASF** által kifejlesztett, ún. *lótuszeffektus* alapján működő nedvesség-lepergető műanyagfelületeket eddig rendszerint kiegészítő munkaműveletben valamilyen dombornyomási technológiával vagy bevonatok felvitelével alakították ki. *A lótuszeffektus kifejezés arra utal, hogy a hidrofóbbá tett és nanoméretű mintázattal ellátott felület azt a mechanizmust próbálja utánozni, amellyel a lótuszlevelek lepergetik a vizet.*

Az ilyen tulajdonságokkal rendelkező felület öntisztuló, mert a víz nem tud megállni a felületen, és a mozgó cseppek a szennyeződések nagyobb részét lemosják. Ez különösen kültéren működik, ahol az eső, a reggeli harmat vagy esetleg egy permetező lemosás biztosítja a szükséges vizet. Ennek feltétele persze, hogy a por és más szennyeződés ne tapadjon rá erősen a nanostrukturált felületre. Az ilyen öntisztuló felületek sem mechanikus mosást, sem mosószereket nem igényelnek ahhoz, hogy tiszták maradjanak. A könnyen tisztítható felület tehát nem azonos az öntisztuló felülettel, az utóbbi „többet tud”.

A legtöbb fröccsöntött műanyag nem elég hidrofób ahhoz, hogy ez a hatás kialakuljon, még ha a szerszám felülete nanostrukturált is. Van azonban egy viszonylag egyszerű technika, amellyel a szokásos módon fröccsöntött tárgyak felületén is kialakítható a „lótuszeffektus”. A szerszám belső felületét a formaelválasztóhoz hasonlóan nanorészecskékkel fújják be, amelyek belefúródhatnak a beömlő műanyag felületébe, és a szerszámból kivett tárgy felülete nanostrukturált lesz, ami lehetővé teszi az öntisztulást. Az is járható út, hogy a fröccsöntendő műanyagba viszik be a nanorészecskéket, akkor nem kell minden ciklusban befújni a szerszám felületét. Ehhez azonban először választ kell adni azokra a kérdésekre, hogy mi a hatása a feldolgozási paramétereknek, a nanorészecske-tartalomnak és a mátrixpolimernek a lotuszeffektus kialakulására. Ha ezeket tisztázták, még mindig hátravan a sorozatgyártási technológia megfelelő kialakítása. Az ehhez szükséges kutatásokban a **Degussa AG** és a **lüdenscheidi Műanyagkutató Intézet** vesz részt számos más partnerrel együtt. A fröccsöntés mellett vizsgálják az extrúziót, a fúvást, a szinterezést, a mélyhúzást és más technológiákat.

A szerszám belső felületének nanorészecskékkel való borítása még egy pozitív hatással jár a lotuszeffektus mellett: csökken a szerszámból való kivételhez szükséges erő. A kész próbatesteken klimatikus, gyorsított öregedési, vegyszerállósági, szennyeződési és kültéri öregedési vizsgálatokat kell még elvégezni. Az öntisztuló képességet egy előre meghatározott szennyezési ciklus után észlelhető színváltozással mérik. Minél kisebb a színváltozás, annál jobb az öntisztuló képesség. A felület hidrofobicitását a kontaktszöggel, ill. azazal a szöggel mérik, ahol a csepp legurul a felszínről. A vizsgálathoz egy 60 µl-es cseppet visznek fel egy vízszintes mintafelületre, amelynek egyik oldalát elkezdik emelni. Azt a szöget, ahol a csepp legurul, feljegyzik. A kontaktszöget sztatikus körülmények között mérik. A lotuszeffektus 140° feletti kontaktszögeket eredményez.

Az alkalmazás lehetőségei és korlátai

Az alkalmazási lehetőségek köre nagyon széles, ilyenek pl. a maradék nélkül kiüríthető tartályok, a nehezen elérhető helyre felszerelt világítóablakok, amelyeknek mindig tisztán kell maradni. Sajnos ezt az eljárást jelenleg még nem lehet graffitiálló felületekhez alkalmazni, mert a felületi szerkezetet a

szerves oldószerek károsítják. A másik korlátozó tényező az, hogy a lótuszeffektussal hidrofóbbá tett felületek nem mutatnak egyidejű oleofób hatást is, tehát olajos, zsíros szennyeződésekkel szemben nem ellenállóak, azok semlegesíthetik a vízlepergető hatást.

Az előkísérletek mindenesetre azt mutatták, hogy a lótuszeffektus számos feldolgozási technológiával (fröccsöntés, extrudálás, mélyhúzás, szinterezés) és sokféle hőre lágyuló műanyaggal [polipropilén, poli(oxi-metilén), akrilniril-sztirol-akrilészter kopolimer, nagy sűrűségű polietilén, poli(butilén-tereftalát)] elérhető, ezért a lehetséges termékek köre is széles, nagyok a piaci lehetőségek az effektus kiaknázására.

Dr. Bánhegyi György

Schulz, D.: Auf Hochglanz gebracht. = Plastverarbeiter, 55. k. 9. sz. 2004. p. 144–145.

Fedler, M.: Nichts geht ohne Nano. = Plastverarbeiter, 55. k. 9. sz. 2004. p. 146–147.