

Műanyagok felületének nemesítése, módosítása

A műanyagoktól ma nagyon gyakran elvárják, hogy tulajdonságaik merőben mások legyenek, mint ami lényegükből adódik. Néha úgy kell kinézniük, mintha fémek volnának, színüknek követnie kell az aktuális divatot, az apoláros műanyagoktól pedig megkövetelik, hogy jól tapadjanak rajtuk a poláros festékek vagy ragasztók. Ezeket az igényeket a felület módosításával lehet kielégíteni, amelyhez ma már számos módszer áll a feldolgozók rendelkezésére.

Tárgyszavak: műanyag-feldolgozás; felületkikészítés; felületmódosítás; gépkocsigyártás; fröccsöntés; lakkozás; galvanizálás; nanostrukturálás; NanoSkin eljárás; reaktív felület.

A nagy értékű gépkocsik műszaki színvonala, minősége között ma már alig van különbség, a vásárlók ezért legtöbbször a megjelenés alapján döntenek el, hogy melyik típust választják. Szeretik azt, ha az autó sugározza, hogy különleges, egyedi modell, ami elsősorban a felületek szokatlan, lehetőleg meglepő kiképzésének köszönhető. Ilyen pl. a magas fényű „zongorafekete” műszerfal, amely nem téveszthető össze semmilyen más fekete színű lakkozással.

A felületi kikészítés fontossága miatt az utóbbi években fél évente jelenik meg valamilyen új eljárás, bevonatfajta, strukturálási technika, amelyet a tervezők azonnal megpróbálnak bevonni az új modellek küllemének minél fantáziadúsabb kialakításába, hogy termékeik a világméretű versenyben fel tudják hívni magukra a figyelmet. Az ötleteket úgy kell megvalósítani, hogy azok egyúttal hozzájáruljanak a minőség javulásához és lehetőleg a költségeket is csökkentsék. Ehhez nagyon magas fokú anyag- és technologiaismeret szükséges. A következőkben bemutatjuk a felületkikészítés néhány továbbfejlesztett vagy új irányát.

A felület módosítása azonban nemcsak a megjelenés szépségét, érdekességét szolgálhatja, hanem *funkcionális szerepe* is lehet: a hidrofób felület reaktívvá – ezáltal előkezelés nélkül nyomtathatóvá, könnyen ragaszthatóvá válik. Ilyen módosítást egy új technológia révén a fröccsöntéssel párhuzamosan, a fröccsöntő szerszámon belül lehet elvégezni, ami által megtakarítható a felület külön munkaműveletben elvégzendő aktiválása.

Lakkozás

A lakkozás az autógyártás klasszikus felületkikészítési eljárása. Ma a magas fényű lakkozás a divat, elsősorban a már említett „zongorafekete”, amely igen nagy kö-

vetelményeket állít a bevonatkészítők elé, mert a tükörsima felületen a legkisebb por-szem is meglátszik, és esetenként 50–80%-os a selejt. A lüdenscheidi műanyagkutató intézet (**Kunststoff-Institut Lüdenscheid**) saját bevonatkészítő technikumában végez folyamatelméletet, hogy felderítse, melyik munkaműveletben képződik a legtöbb hibás darab. Elkerülésére különböző megelőző műveletekkel (a kikészítendő darabok, a lakk, a kabin tisztítása, szárítás stb.) végeznek kísérleteket.

A karcállóság iránti fokozott igények kielégítése és az illékony szerves anyagokra (VOC) vonatkozó irányelvek betartása érdekében egyre népszerűbbek az UV fényvel térhálósított lakkok, amelyek között vannak *ún. nanolakkrendszerek* is. Az ilyen lakkok akkor okoznak gondot, ha 3D-s formákon a fény bizonyos felületrészeket nem képes megfelelő intenzitással besugározni, és ott tökéletlen a lakk keményedése. Ilyenkor az inert gázban végzett UV-besugárzás a megoldás.

A vákuumos porlasztással felvitt rétegek felületi védőlakkjának kikeményítéséhez a *DBL 7384* szabvány ugyancsak az inert gázos térhálósítást ajánlja. Meg kell jegyezni, hogy az autógyártók már szívesen alkalmazzák ezt az eljárást, a lakkozást végző beszállítók azonban erre még nincsenek felkészülve.

Próbálkoznak azzal is, hogy a lakkréteget a fröccsöntő szerszámban vigyék fel a formadarabra. Az eljárás hasonló a kétkomponensű fröccsöntéshez, de második komponensként műanyagömladék helyett egy lakkrészt fröccsentenek be. Ha sikerül ezt az eljárást biztonságosan alkalmazhatóvá tenni, valószínűleg gyorsan elterjed, mert viszonylag kis beruházással már a fröccsöntő üzemen lakkozhatnák a darabokat, és a kényes „feketezongora” színű vagy a fényes átlátszó lakkal bevont termékek selejtszázaléka is csökkenne. Ez az eljárás újabb lehetőségeket adna a tervezőknek, mert a lakkréteg leképezné a szerszámfal struktúráit, ezáltal annak egyes részeit látványos mintázattal, felíráttal lehetne ellátni.

Nagy értékű apró elemeket ömlesztett áruként költségtakarékos doblakkozással is kezelnek; 2D-s felületekre pedig karcálló lakkot festéksugaras eljárással visznek fel.

Fóliák hátulról fröccsöntése

A szerszámban díszítésnek is nevezett eljárásban előre nyomtatott műanyag fóliát helyeznek a szerszámba, és ennek hátoldalára fröccsentik rá a műanyagömladékot (FIM, film insert molding). Ezt az eljárást alkalmazzák a műszerfal számlapjainak, feliratainak felviteléhez, a fűtő/hűtőrendszer blendéjének és a középkonzolnak a kikészítéséhez.

Kifogástalan minőségű magas fényű darabokat ezzel az eljárással sem tudnak még gyártani. Itt nem annyira a porral van baj, hanem azzal, hogy az ebben az eljárásban alkalmazott PC (polikarbonát) vagy PC/PBT [polikarbonát/poli(butilén tereftalát) keverékek] karcállósága nem kielégítő. Egyik megoldás a fóliák bevonása védőlakkal, amelyet formázás után térhálósítanak UV fényvel. Ezt az eljárást a *Mercedes S* gépkocsikhoz már alkalmazzák. Az ilyen fóliák formázhatósága azonban korlátozott, az eljárás pedig költséges. A fóliagyártók lázasan dolgoznak a jól formázható és utókezelés nélkül is karcálló díszítő fóliák kifejlesztésén.

A közelmúltban sikerült a fóliák hátulról fröccsöntésének egy kellemetlen jelenségét, az ún. *kimosódást (wash out) megszüntetni*. A forró ömledék hőhatása és egyidejű nyíró hatása következtében a fóliára felvitt festék meglágyult és szétmigrált (ennek következtében a díszítés színintenzitása csökkent), de esetenként akár meg is olvadt, és a látható felületen foltosodást okozott. Néha maga a fólia is megolvadt. Ez a jelenség elsősorban a fólia rögzítésének helye körül következett be. A **Bayer MaterialScience AG** (Leverkusen) 2009-ben olyan szerszámot készített, amelyben az egyik kidobót kiköszörülve abban alagútbeömlőt alakított ki, és ezen keresztül sikerült a fóliát rögzíteni. Ez a kidobó kiemelkedéssel prégelő hatást is kifejt, amivel elkerülhetővé vált a beszívódás. A **Pröll KG** (Weißenburg) pedig olyan festékrendszert állított elő, amely ellenáll a kimosódásnak.

A nagyon pontosan pozicionálható szimbólumokat hordozó fóliák formázásához nagynyomású eljárást alkalmaznak (*Niebeling-eljárás*, pl. műszerfalak gyártásához). Itt jelenleg 365 x 650 mm a legnagyobb hasznos felület, de ezt nemsokára 500 x 1000 mm-re tudják majd növelni.

A fóliagyártók már hosszabb ideje kielégítik a hátulról fröccsönthető lágy tapintású fóliák iránti igényt is. Kérdés, hogy ez a divatirányzat tartósan fennmarad-e a klasszikus lakkozás mellett. Krómozott hatású és különféle tapintású strukturált fóliák ugyancsak az autógyártók rendelkezésére állnak.

A fémes felületekre vonatkozó igények kielégítésére újabban *fémfóliákat vagy vékony fémlemezeket is próbálnak a hátoldalra fröccsöntésbe bevinni*. A vásárlók ugyanis arra vágnak, hogy a fémnek látszó elemek tapintása ugyanolyan hűvös legyen, mint a teljes anyagában valódi fémből készítteteknek. A lüdenscheidi műanyagkutató intézetben különböző autógyártókkal együttműködve két eljárás kifejlesztésén dolgoznak. A fémek és a műanyagok jó tapadását már olyan sikeresen megoldották, hogy szétválasztáskor mindig a fémen vagy a műanyagban belül következik be kohéziós törés.

Különlegességnek számítanak az *elektrolumineszcens fóliák*. Ezek a szimbólum vagy annak környezete külön fényforrás nélkül világít a sötétben, ami igazán egyedivé teszi a gépkocsit. Ilyen kapacitív érzékelőket tartalmazó világító fóliákból jó néhányat már a 2009 szeptemberében tartott frankfurti nemzetközi gépkocsi kiállításon (IAA2009, Internationale Automobil-Ausstellung) bemutattak.

Galvanizálás

A galvanizált fémfelületeket az autógyártók a magas fényűtől a mattig sokféle, a gyártóra jellemző színárnyalatban kínálják a vásárlóknak. A fémbevonat színét a technológia során alkalmazott, nagyon szűk paramétertartománnyal („feldolgozási ablakkal”) érik el, ami igen nagy kihívást jelent a beszállítók számára.

Divatosná vált a *műanyagok részleges bevonása fémmel*. Ilyen alkatrészeket sorozatgyártásban kétkomponensű fröccsöntéssel készítenek, ahol az egyik műanyag (legtöbbször ABS vagy PC/ABS) galvanizálható, a másik (PC) nem galvanizálható. Galvanizáláskor csak az ABS-tartalmú felületen képződik fémbevonat. A fejlesztők

ehhez a technológiához alkalmazható újabb műanyagpárok kiválasztásán dolgoznak. A részleges fémbevonáshoz kipróbált más eljárások eddig nem bizonyultak gazdaságosnak.

A galvanizálással előállított krómbevonatok Cr(VI)-tól mentesek. A felületelőkészítésben és a galvánfürdőkben azonban található Cr(VI)-vegyületek. Jelenleg még csak laboratóriumi szinten vannak olyan eljárások, amelyekben kizárólag Cr(III) vegyületekkel alakítják ki a krómbevonatot. Ezekkel újabb színárnyalatokat tudnak adni a fémrétegnek.

Vákuumgőzölés

A magas fényű krómbevonatok felvitelében az utóbbi években előretört a *vákuumgőzölés* (*PVD, physical vapor deposition*). Ez a technológia kevésbé függ a műanyag fajtájától, kevésbé terheli a környezetet, balesetben nem törik szilánkosan, könnyebben lehet általa a felületet részlegesen bevonni. A rendszer forgalmazója szerint vákuumgőzöléssel mindazokat a színárnyalatokat elő lehet állítani, mint galvanizálással. Az áttetsző rétegek, a lézertechnika, a formától független fémbevonat alkalmazhatóságával a tervezők újabb lehetőségeket kapnak fantáziájuk szabad szárnyalására.

A PVD technika alkalmazásához azonban kifogástalan felületű műanyag formadarabra van szükség. A lüdenscheidi műanyagkutató intézetben kifejlesztett *Indumold* elnevezésű induktív szerszámfűtéssel képesek ilyen formadarabokat készíteni, amelyeket nem kell a felületminőség javítása érdekében alapozólakkal ellátni.

Kísérleteket végeznek arra is, hogy a PVD eljárással fémkerámiákat szimuláló műanyag formadarabokat állítsanak elő.

A felületnemesítés fejlesztésének irányzatai az IAA2009 tükrében

A már többször említett lüdenscheidi műanyagkutató intézetben a frankfurti IAA2009 után összefoglalták a felületnemesítés fejlesztésének a kiállításon megfigyelhető legfőbb irányzatait. Ilyenek:

- *a magas fény*, elsősorban a zongorafekete szín, amely valamennyi gépkocsiosztályban megjelent, és az IAA2007-hez képest gyakrabban használják. Alkalmazása mindenekelőtt a középkonzolon, a díszítőléceken, a rádiófeleleken, a B és C oszlop burkolatán és a külső elemeken jellemző. A jövő autót bemutató néhány „*concept-car*”-ban az utastér kiképzésében a magas fényű fehér és más színű lakkok is helyet kaptak;
- *az ezüst színű fémbevonatok (lakkok, galván- vagy PVD-bevonatok)*, különösen matt és sötét színű elemekkel társítva nincsenek visszaszorulóban. Az új gépkocsikban szinte valamennyi hevedercsat és a kormány közelében lévő számos alkatrész krómbevonattal készült;

- *a szénszálas bevonatok (Echt-Carbon)*, amelyekben szénszálas fóliával fedik a műanyagfelületet. Ezek aránya 2007-hez képest jelentősen növekedett. Az ilyen felületekhez még keresik a legjobban hozzá illő optikai megjelenés kialakításához alkalmas egyszerű technológiát,
- *a fénytechnika*, azaz a világító emblémák néhány „concept-car”-on, ezt az első sorozatgyártásban előállított gépkocsin is bemutatták. Feltehető, hogy ezek egyre nagyobb szerepet kapnak a gépkocsigyártásban.

Nanostruktúrák a műanyagfelületeken

A nanoméretű struktúra meglepő tulajdonságokat kölcsönözhet a felületeknek. Ilyen struktúrák a természetben is előfordulnak. Közismert pl. a lótoszvirág öntisztuló felületi rétege vagy a molypille tükrözésmentes szaruhártyája. A technikában ma megpróbálják utánozni ezeket a természetes képződményeket és általuk funkcionálisítani a műanyagfelületeket. *A jövőben valószínűleg rohamosan megnövekszenek majd a különböző mikro- és nanostruktúrákkal ellátott műanyagtermékek.*

Ma a szerszámban formázott műanyagtermékek között a legfinomabb struktúrákat az *optikai adathordozók* viselik. A fröccsöntött DVD lemezek pít szerkezetében a legkisebb pithossz 400 nm. Ezeket hőre lágyuló amorf műanyagokból, általában polikarbonátból készítik. Ennél finomabb felületi mintázatot hőre lágyuló műanyagból a szokásos izoterm körülmények között lehetetlen előállítani, az esetleg alkalmazható varioterm fröccsöntés viszont hosszabb ciklusidőt igényelne. Kétséges azonban, hogy a hőre lágyuló műanyagok feldolgozási eljárásaival lehetséges-e egyáltalán mechanikailag tartós finomszerkezetet létrehozni.

A fröccsöntő szerszám falának leképezése (replikálása) mellett finom felületi struktúrákat többlépcsős eljárással, *bonyolult prézelő eljárással* is készítenek. Meleg prézeléssel hőre lágyuló félkész termékeken 50 nm-nél kisebb struktúrákat is ki tudnak alakítani. Az ún. *Dual-Cure lakkrendszerrel* többlépcsős prézeléssel kémiaiag térhálósított műanyagok felületét látják el finom mintázattal, amelynek elemei mechanikailag és kémiaiag is stabilak, az eljárás azonban nagyon munkaigényes.

Lényegesen egyszerűbb a heilbronni **Polymer-Institut Kunststofftechnik** és a freiburgi **Fraunhofer Institut für Werkstoffmechanik** közösen kifejlesztett *NanoSkin* eljárása, amelyben egyetlen lépésben dolgoznak fel kétkomponensű fröccsöntéssel egy hőre lágyuló műanyagot és egy kémiaiag térhálósított polimert. Elsőként a hőre lágyuló műanyagot fröccsentik be a szerszámba, másodikként ennek a felületére a szerszámon belül térhálósodó alifás poliuretánt (RIM, reaktív fröccsöntés). A szerszám finom struktúráját a legfeljebb 200 µm vastag poliuretánréteg képezi le. Az utóbbi mintázata vegyszerálló és mechanikailag tartós.

A *NanoSkin* eljáráshoz szükséges finoman strukturált szerszám felületét fémgözléssel alakítják ki. A folyamat megfelelő vezérlésével a kemény és kopásálló fémréteget közvetlenül a szerszámfalra lehet felvinni. Önszerveződés révén itt leképezhető, optikailag kellemes hatású nanoszerkezet alakul ki. A kísérleti szerszámban a molylepkék tükrözésmentes szaruhártyájára emlékeztető nanoszerkezetet készítettek.

Alkalmas fémforrás és berendezés birtokában elvileg nagyméretű szerszámok is gyárthatók ezzel az eljárással.

Két hőre lágyuló műanyag társítása kétkomponensű fröccsöntéssel nem különösebben bonyolult dolog. A *NanoSkin* eljárásban azonban egy viszkozus műanyag feldolgozását egy nagyon kis viszkozitású PUR előkeverékével kell összehangolni. Az utóbbi kis viszkozitása miatt különös gondot kellett fordítani a szerszám tömítésére, levegőztetésére, a szerszámzárás tökéletesítésére. A hőre lágyuló műanyagot a befröccsentés után hűteni, a reaktív PUR-t a befröccsentés után melegíteni kell. Ezt elektromos ellenállás alapján működő fűtőelemekkel, nagyon dinamikus fűtőrendszerrel oldották meg.

Az alapformát polikarbonátból, poli(metil-metakrilát)-ból vagy műszaki műanyagból: poliamidból, poli(butilén-tereftalát)-ból lehet készíteni. A kísérletekben polikarbonáttal dolgoztak. A polioltól, izocianáttól és katalizátortól álló PUR keverékből a nagyon vékony réteg miatt néha csak néhány ml-t kellett befröccsenteni, amihez ilyen kis mennyiségek kezeléséhez alkalmas adagolókat kellett alkalmazni. A komponenseket nagynyomású keverőrendszerrel homogenizálták.

A szokásos RIM eljárásban formaleválasztókat kell alkalmazni, hogy a kész darab bele ne tapadjon a szerszámba. A klasszikus formaleválasztók szerves viaszt vagy olajat tartalmazó oldatok, amelyeket felszórnak a szerszámfelületre, és ezek a darab kivétele után a szerszámfalán maradnak. A *NanoSkin* eljárásban ez a módszer nem alkalmazható, mert betömné a finom mintázat réseit. Ezért olyan megoldásokat dolgoztak ki, amelyek révén erőteljesen csökkentették a nanostrukturált kész darab és a szerszámfal között adhéziót. Az egyikben kis nyomású és atmoszferikus nyomású *plazmapolimerizációs eljárással* vittek fel ultravékony, kontúrkövető antiadhezív (szerves szilícium- vagy fluorvegyületet tartalmazó) réteget a szerszámfelületre. Az ilyen rétegek tartósságát még vizsgálják.

Az eddig elvégzett vizsgálatok igazolták, hogy a felületi poliuretánrétegben kontúrhú replikákat lehetett készíteni átlagosan 240 nm távolságú és 220 nm mélységű elemeket tartalmazó struktúrákról. Mindkét típusú plazmapolimerizációval felvitt leválasztóréteg elősegítette a 300 nm alatti mintázat hű leképezését, és megkönnyítette a kész darabok kiemelését.

A mikro- és nanostrukturával ellátott műanyagokat elsősorban a gépkocsik utasterébe szánják, ahol tükrözésmentes, kellemes tapintású, szennyeződést taszító felületeket lehet ilyen módon létrehozni. További alkalmazási lehetőségek a mikrooptikai berendezések, a holográfiás biztonsági eszközök, a tükrözésmentes kijelzők.

Jól tapadó felületű formadarabok előállítása fröccsöntéssel

A legtöbb műanyag felülete hidrofób, a vizes ragasztók, lakkok, festékek ezért nem tapadnak rájuk, ami miatt csak előzetes felületkezelés után ragaszthatók, nyomtathatók, lakkozhatók. Felületüket általában lángkezeléssel, plazmakezeléssel aktivizálják. Ilyenkor funkciós csoportok – karbonsavak, aminok, szabad gyökök – képződnek a felületen, de sem fajtájuk, sem sűrűségük a felsorolt módszerekkel nem szabá-

lyozható. A kezelés hatása viszont a idővel csökken, ezért azt célszerű közvetlenül a tervezett művelet (ragasztás, nyomtatás stb.) előtt elvégezni, ami növeli az ilyen műveletek lépéseinek számát. Nem elhanyagolható hátránya a szükséges előkezelésnek, hogy nagy hőterheléssel jár, és ez károsíthatja a műanyag legfelső rétegét.

Két német intézmény, a **Leibnitz-Institut für Polymerforschung Dresden (IPF)** és a **TU Chemnitz (TUC)** munkatársai közösen fejlesztettek ki egy módszert, amellyel feldolgozva a fröccsöntött darab úgy jön ki a fröccsszerszámból, hogy az előkezelés nélkül ragasztható, nyomtatható, lakkozható. Az eljárás elve szerint fröccsöntéskor a nyitott szerszám felületére *reaktív módosító anyagot* szórnak. Az oldószer elpárolgása után a felületen vékony – ideális esetben monomolekuláris – film marad vissza. Szerszámzárás után a fészekbe fröccsentett forró ömledék kémiai reakciót indít meg a filmben, amely összeépül a műanyaggal. A módosító anyagban lévő funkcionális csoportok előre kiválaszthatók, ezáltal a felületnek különböző fizikai-kémiai tulajdonságot adhatnak. Lehűlés után vékony filmmel borított formadarab esik ki a kinyílt szerszámból (*1. ábra*). Az eljárás előnyei a következők:

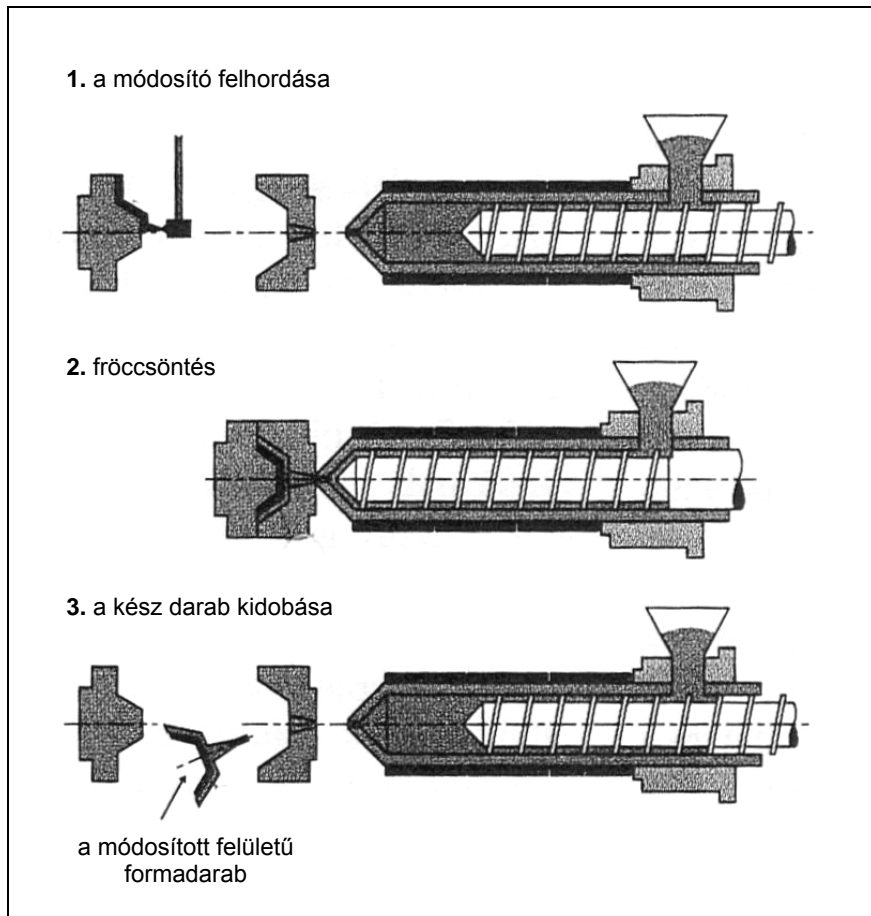
- nincs szükség a felület előkezelésére,
- megtakarítható az előkezeléshez felhasznált energia,
- részleges módosítás is megvalósítható,
- a módosított felület funkcionalitása szabályozható,
- a felület aktivitása az időtől független.

A reaktív extrúzióval ellentétben, ahol a polimerek közötti reakciókat a keverés segíti, a fröccsszerszámban lamináris áramlással előrehaladó viszkózus ömledék és a szerszámfelületre szórt módosító anyag között a kémiai reakciónak nagyon rövid idő alatt kell végbemennie, mert az ömledék a hideg szerszámfalon gyorsan lehűl. Emiatt csak a polimer és a módosító anyag legkülső, kb. 1 nm vastagságú molekularétegei tudnak egymásba diffundálni. Mivel az ömledék falhoz ütközésének hőmérsékletfutását kísérleti úton nem lehet mérni, speciális szimulációs kísérletet végeztek. Ennek alapján a polikarbonát (PC) maximális reakcióidejét 1 ms-ra becsülik. A módosítás sikere attól függ, hogy sikerül-e ennyi idő alatt megfelelő mértékű kémiai átalakulást előidézni.

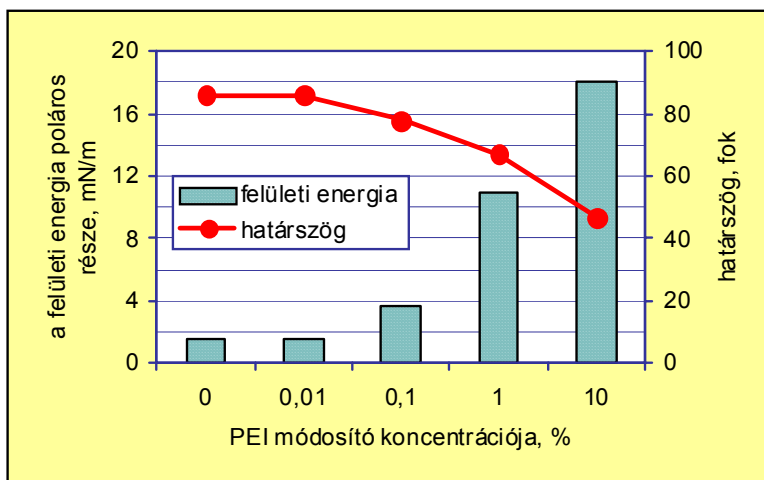
A kutatócsoport módosító anyagként egy erősen elágazó, sok reaktív aminocsoportot tartalmazó poli(etilén-imin)-t (PEI, molekulatömege 750 000, gyártja **Sigmund-Aldrich Co.**) választott a PC (*Lexan 121*, gyártja **Sabic**) mellé. Ebből 0,001–10 % (m/m) koncentrációjú oldatokat készítettek a 150 x 75 x 2 mm-es lapszerszám felületének beszórásához. A szórást robot végezte, az oldatcseppek eloszlását a felületen mikroszkópos képelemzéssel vizsgálták. A cseppek a felület 48%-át fedték le. (Az optimális szórási kép a levegőnyomás, a fúvókaméret, a fúvóka és a fészek távolsága, továbbá a szórási sebesség beállításával és összehangolásával érhető el.) A módosítóval kezelt 80 °C-os szerszámba **Krauss-Maffei 90-340 B** típusú fröccsöntő gépen 300 °C-os ömledék-hőmérséklettel fröccsentették be a PC-t.

A felületmódosítás hatásfokát a fröccsöntött lapra cseppentett víz, ill. dijudmetán határszögének mérésével vizsgálták. A *2. ábrán* látható, hogy a felületmódosítás nélküli PC-t a víz alig nedvesíti, a határszög 86°, amely már 0,1%-os módosító

anyag hatására jelentősen csökken, a 10%-os módosítóval kezelt felület határszöge pedig kisebb, mint 50° . A kezeletlen PC felületi energiájának poláros része <2 mN/m, a 10%-os módosítóval kezelt felületé eléri a 18 mN/m-t.

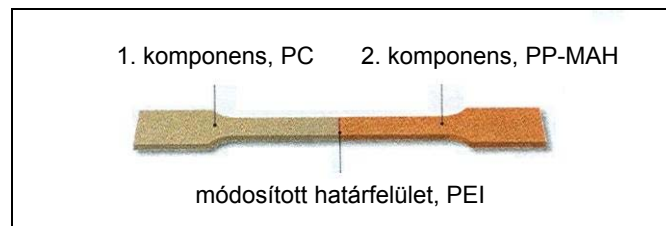


1. ábra A fröccsöntés közbeni in situ felületmódosítás három fontos lépése



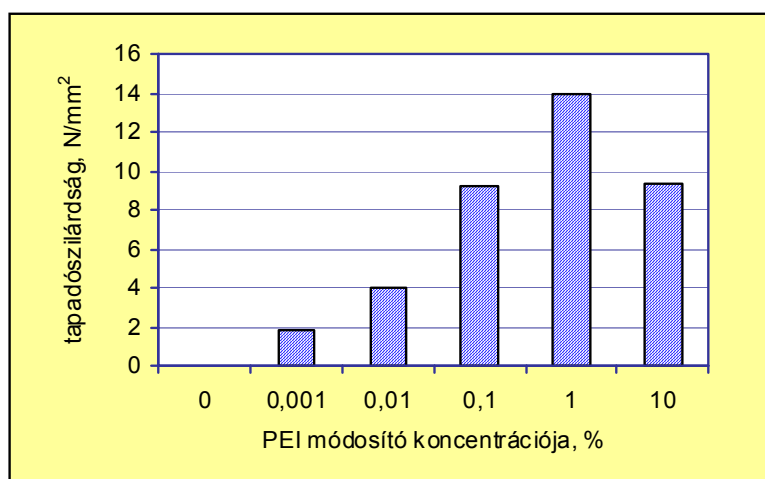
2. ábra
A víz nedvesítési határszöge és a PC felületi energiájának poláros részaránya a módosító koncentrációjának függvényében

Hat hónapi tárolás után a módosított lapok felületi tulajdonságai változatlanok voltak. 60 °C-os ultrahangos vízfürdőben 90 percig kezelt lapokon is ugyanazokat a határszögeket és felületi energiákat mérték, ami a felületkezelés tartósságát igazolja.



3. ábra A kétkomponensű fröccsöntéssel készített próbatest

A módosító anyag tapadást segítő hatását kétkomponensű fröccsöntéssel olyan szakítópróbatesten próbálták ki, amelyek egyik felét PC-ből, másik felét maleinsv-anhidriddel ojtott polipropilénből (PP-MAH) készítették. A módosítót az első polimer befroccsöntése előtt a szerszámüreget kettéosztó mag felületére fújták, a módosító film így a próbatest PC-részére, a „lapátnyel” homlokfelületére került. A mag visszahúzása után erre fröccsöntették rá a PP-MAH-t (3. ábra). A határfelület tapadását húzóvizsgálattal mérték. A 4. ábrán látható, hogy a tapadószilárdság 1%-os koncentrációig hasonlóan nő, mint a nedvesítési határszög, azután csökken. Ennek oka az lehet, hogy a koncentráció növekedésével nő a funkciós csoportok száma, ami növeli a tapadást. 1% felett azonban a sok aktív csoport már nem tud megkötődni, a szabad csoportok viszont már inkább gátolják a két polimerréteg összeépülését. 1%-os módosító-koncentrációt alkalmazva 60–100 °C között a szerszámhőmérséklet emelkedése 13,5 N/mm²-ről 15,2 N/mm²-re növelte a tapadást, 130 °C-os szerszámhőmérsékleten ez azonban drasztikusan, 4,8 N/mm²-re esett vissza.



4. ábra
A PC és a PP-MAH
tapadószilárdsága a PEI
módosító koncentráció-
jának függvényében

A módosítót szelektíven, valamilyen mintázat formájában is fel lehet vinni a szerszám felületére, fröccsöntés után a formadarab ennek a mintázatnak megfelelően hordozza a funkciós csoportokat. Ezt kipróbálандó egy rozsdamentes acéllemezzre tintasugaras nyomtatóval vittek fel finom strukturálással módosítóoldatot. Az acéllemezt fröccsszerszámba helyezték, és a nyomtatott oldalára fröccsöntötték a műanyagot, amelynek felületére rátapadt a módosítófilm. A műanyag lapot ezután indikátoroldatként alkalmazott eozinba mártották. Az eozin karbonsavcsoportjai és a módosító aminocsoportjai reakcióba léptek, és a felületen nagy részletgazdagsággal – mikrométer nagyságrendben is – megjelent a nyomtatott minta.

Összeállította: Pál Károlyné

Günther, J.: Kunststoffoberflächen in neuem Glanz = Kunststoffe, 100. k. 3. sz. 2010. p. 89–92.

Burr, A.; Kübler, M. stb.: NanoSkin: Beständige Nanostrukturen in Visier = K-Berater, 54. k. 9. sz. 2009. p. 33–36.

Härtig, T.; Nagel, J. stb.: Prozessintegrierte Oberflächenmodifizierung beim Spritzgießen = Kunststoffe, 100. k. 1. sz. 2010. p. 38–42.