

## **Fröccsprézelés vagy fröccsöntés + szerszámban díszítés = szebb és jobb mobiltelefonok és egyéb termékek**

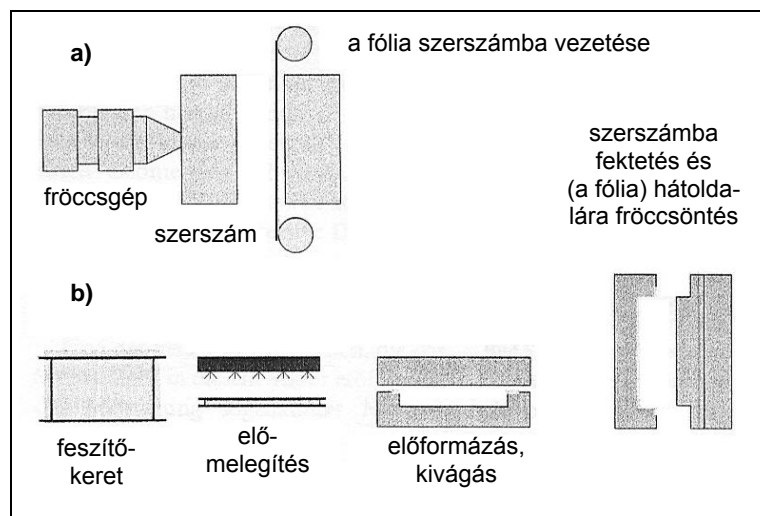
A fröccsöntött vagy fröccsprégelt termékek utólagos festése, feliratozása helyett egyre inkább alkalmazzák az előre nyomtatott fóliával a formázással együtt végzett, gazdaságosabb szerszámban díszítést. Ezt az eljárást ipari méretekben először a mobiltelefonok házának gyártásához használták, de az autógyártásban és a háztartási gépek gyártásában is terjed. Az IMD és IML eljárással egészen különleges hatású felületeket is lehet készíteni.

*Tárgyszavak: műanyag-feldolgozás; fröccsöntés; fröccsprézelés; szerszámban díszítés; IMD; IML; mobiltelefon; autógyártás.*

Ha a ma széles körben használt telekommunikációs eszközöket műszaki színvonaluk szerint rangsorolnák, a mobiltelefonok alighanem nagyon jó helyezést kapnának. Ezeknek az eszközöknek azonban nem csak a funkcionális szerkezetük képviseli a legkorszerűbb technikát, hanem burkolatuk és az ebbe foglalt képernyő is. Ezeknek az eszközöknek a teljesítménye és sokoldalúsága néhány év alatt rendkívüli mértékben megnőtt, és ma már nem is volna szabad telefonnak nevezni őket, hiszen multimédiás szolgáltatást nyújtanak. Részben emiatt, részben pedig azért, mert divatcikké is váltak, a felhasználók gyakran cserélik őket újabb és újabb típusokra. A versenyképesség megtartása minden termékénél megköveteli a gyártási költségek csökkentését, de fokozottan érvényes ez az olyan gyorsan változó termékeknél, mint a mobiltelefonok.

A telefonok vékony, 0,8 mm falú házait fröccsöntéssel is elő lehet állítani, de sokkal jobb minőségű házakat lehet gyártani *fröccsprézeléssel*. Különösen igaz ez a készülékek optikai elemeire, a képernyőre és a ma már fényképezőgépként is használható eszközök kameraablakára. A fröccsprézelés lényege, hogy a formázandó darab térfogatánál nagyobb formázószerszámot alkalmaznak, amelyet a formázás első szakaszában 80-95%-ban töltenek meg ömledékkel, de annak térfogata valamivel nagyobb, mint a gyártandó darabé. Ilyenkor a szerszám nincs teljesen zárva, az ömledék felett ún. préglőrés marad. Ezt követően szakaszosan vagy előre meghatározott sebességgel záródik a szerszám, az anyag teljes felülete nyomás alá kerül és ilyen állapotban hűtik le, majd lehűlés után a szerszám kinyílik, a kidobó kilöki a fészekből a kész darabot. Az darab zsugorodása nem az anyag plasztikusságától függ, mert az a sajtolónyomás alatt hűl le, és az egy vagy több beömlőnél kialakuló utónyomás helyett a teljes felületre ható nyomás miatt sokkal egyenletesebben oszlik el benne a feszültség. Néhány cég már nagy tapasztalatokat szerzett ennek a technológiának az alkalmazásában.

A telefonok utólagos kikészítése, díszítése, feliratozása nagyon költséges és időigényes lenne, ez az eszközöket nagyon megdrágítaná. Díszítésüket ezért a formaadásal egy időben, ún. szerszámban díszítéssel végzik. Ilyenkor előre nyomtatott poliészterfóliát vezetnek tekercsről a két szerszámfél közé, amelyet külön munkaműveletben vagy a formázással egy időben előformáznak, behelyeznek a szerszámba (ahol enyhe vákuummal akadályozzák meg elmozdulását), és erre fröccsöntik rá az ömledéket. Az eljárásnak alapvetően két változata van. Az IMD eljárásban (in-mould-decoration) a kész darabról lefejtik a hordozófóliát, a felületen csak a díszítést adó festék- és lakkréteg marad rajta; az *IMF (in-mould-foiling)* vagy más elnevezés szerint *IML eljárásban (in-mould-labeling, szerszámban címkézés)* a hordozófólia is eltávolíthatatlanul rajta marad a felületen, annak részét képezi. Az eljárások vázlatát az 1. ábra mutatja.



1. ábra Az IMD eljárás a) és az IMF vagy IML eljárás b) vázlata

## Hétmillió kameraablak a Nokia telefonokhoz

A multimédiás szolgáltatást nyújtó mobiltelefonok LCD-s kijelzői egyre nagyobb felbontással és egyre több színnel jelenítik meg a képeket. Ezek fedőlapját és a beépített kamerák lencséit egyszerű fröccsöntéssel nem lehet kifogástalan optikai minőségben elkészíteni, mert a poláros fényt kibocsátó eszközön a kettős törés miatt zavaró szivárványszínű betűk, jelek láthatók. A hosszú folyási utak miatt a nagy felületű és vékony falú, héjszerű ház fröccsöntése sem könnyű feladat. A **Balda Solutions Deutschland GmbH** (Bad Oeynhausen) ezért bevezette a fröccsprégelt és IMF technikával szerszámban díszített telefonházak gyártását. 2007 elejéig több mint hét millió ilyen házat készített el egyetlen munkaműveletben, amelynek során a házba a kameraablakot is beillesztették.

A fröccsprégelt házaknak nemcsak a méretpontossága és a méretállandósága jobb a fröccsöntöttekénél, hanem a kisebb belső feszültség miatt lényegesen gyengébb a

kettős törés, a foltosodás, a vetemedés, a folyási utak nyoma. A Balda cégnél gyártott termékeknél különösen fontos a kettős törés kivédése. A cég ugyan PMMA-ból készíti a kameraablakokat, amelynél ritkább ez a jelenség, mint a polikarbonátnál; az egyenletes utónyomás következtében a beömlőnyílás környezetében nem alakul ki molekularendeződés, kisebb a kettős törés kialakulásának a valószínűsége.

A fröccspréglés eredményes megvalósításához a szerszámon és a fröccsöntő gépen is módosításokat kellett végrehajtani és újabb paramétereket kellett meghatározni és betartatni. A rendkívül vékony falú termék gyártásához nem alkalmasak a hagyományos fröccspréglő szerszámok. Az utóbbiak préglőelei nem tennék lehetővé a szerszámba helyezett díszítőfólia alkalmazását. Ehelyett a szerszámokba behatoló magokat alkalmaznak, amelyeket hidraulikus vagy villamos hajtás mozgat, de mozoghatnak együtt a fröccsöntő gép szerszámzárásával is. A gyártás gazdaságosságát fűtött csatornarendszer és túvel elzárható fűvóka növeli. Ezáltal takarékosabbá válik az anyagfelhasználás, és könnyebben vezérelhető a gyártás. A fűtött csatorna és a mozgó mag nehezíti a szerszám temperálását, de megfelelő anyagválasztással és a gyártási paraméterek pontos beállításával optimálni tudták a gyártást. A fröccsöntött darab egyenletes hűtéséhez kontúrközeli hűtőcsatornákat építettek be, amelyek jótékony kiegyenlítő hatása a fűtött csatorna beömlőnyílása körül is érvényesül. Termogramok tanúsága szerint hagyományos hűtéssel a hasonló termék gyártásakor a szerszám hőmérséklete 24–37 °C között volt, az átalakított szerszámban ezzel szemben egyenletes hőmérsékletet mértek. 1,2 mm-nél vastagabb darabok előállításakor a kontúrhűtés mellett impulzushűtést is alkalmaznak, amellyel a ciklusidőt tovább lehet rövidíteni.

A Balda cég 2004 óta alkalmaz fröccspréglést optikai elemek gyártásához. Kiderült, hogy a Nokia telefonházak kameraablakának fröccsprégléssel és IMD vagy IMF eljárással kombinált gyártásakor sokkal szélesebb paramétertartományban – feldolgozási ablakkal – lehet dolgozni, mint a hagyományos fröccsöntéskor. A gyártás emiatt sokkal biztonságosabb, kevesebb a selejt. A termelékenység 2–3%-kal nőtt, mert ritkábban kell a paramétereket módosítani. A következmény: mind a feldolgozó, mind pedig a felhasználó költségei csökkennek. Emellett az újabb beállítási paraméterek (préglőrés, préglősebesség, préglőnyomás és az ezekhez kötődő idő és késleltetés) finomításával tovább javítható a termékminőség.

A Balda cég legújabb fejlesztése nyomán ma már olyan telefonházakat is készítenek, amelyek két optikai elemet: a kijelzőablakot és a kameraablakot is magukban foglalják. Ebből is több millió darabot készítettek eddig. A korábban több lépcsőben összeszerelt elemeket most egyetlen befröccsentéssel készítik el, ami által nem csak az erre szánt munkaidőt, hanem a szereléshez használt eszközök beruházási költségeit is megtakarítják. A kettős törés ellenőrzésére beszerzett mérőműszer szerint a fröccsöntött optikai elemek kettős törésének átlagos értéke 78 nm, maximális értéke 149 nm volt, a fröccspréglelt elemeké ugyanilyen sorrendben 19, ill. 37 nm.

A sorozatgyártás megindítása előtt az üzem munkásai egy kísérleti szerszámon gyakorolták az új eljárást, hogy biztonságosan tudják azt alkalmazni a háromműszakos termelés során. Amikor beindult, kiderült, hogy sokkal ritkábban kell a paramétereket

módosítani, mint azt előre gondolták. Az IMD vagy IMF eljárás alkalmazásakor a fröccspréglés sokkal kevésbé vette igénybe a fóliát, mint a fröccsöntés.

A fröccspréglés tette lehetővé a nagyon finoman strukturált, reflexiómentes pillangószemes (Mottenaugenstrukturen) felület kialakítását is, ami által a kijelzőablak fényáteresztése 4%-kal, 92%-ról 96%-ra nőtt. A telefon használója észre fogja venni, hogy a kijelzőernyő világosabb lett, és a rajta megjelenő jelek élesebben láthatók.

## **IMD eljárás alkalmazása tisztatérben is**

Az IMD eljárást a mobiltelefonokon kívül más telekommunikációs eszközök, gépkocsik külső és belső elemeinek, orvosi berendezések, nagyobb háztartási gépek kezelőlapjának kikészítésére is alkalmazzák. Ez az eljárás sokféle műanyaggal (PP, ABS, PC, ABS/PC, ASA, SAN, PMMA, PBT) társítható. A **Demag Plastics Group** (Schwaig) olyan fröccsöntő gépeket gyárt, amelyek fröccspréglésre is használhatók, és ezeket oly módon tudja elkészíteni, hogy azok tisztatérben is üzemeltethetők. Ilyenek a teljesen villamos hajtású precíziós *IntElect* gépek, amelyeket kompakt felépítésű automatizálással láttak el. A hattengelyű ipari robot beépítését a gép védőházának megnagyobbítása tette lehetővé. A robotot a **Stäubli** cég szállította, és a fröccsgép egyik felfogó lapján elhelyezett tartóra szerelték fel. Ez a helytakarékos elhelyezés mozgékonyá teszi a robotot, és rövid utat szab neki a szerszámkivételtől a formadarab kikészítésén át a lerakóhelyig. A feldolgozóüzemben ezért viszonylag kicsi lehet a tisztatér térfogata.

Az IMD technikához a tisztatérben alkalmazhatnak *Filter Fan Unit (FFU)* elnevezésű levegőszűrőt, amely folyamatosan szállít pormentes és turbulenciamentes levegőt felülről lefelé közvetlenül a szerszámterbe, de alkalmazhatnak előre megtisztított fóliát is. A két eljárás együttesen is használható.

A szerszám kinyitásakor előfordulhat, hogy az éleken megtört lakkrétegből apró szemcsék leválnak és megtapadnak a formadarabon. Ezt a tisztítóállomás kíméletesen dolgozó keféi eltávolítják, és ionizált levegőáram védi meg a formadarabot a további szennyeződéstől.

## **Egyre kedveltebb az IMD eljárás az autógyártásban is**

A gépkocsigyártók már ma is alkalmazzák az IMD technológiát kisebb külső elemek (tükörfoglalat, tetőablakléc stb.) gyártásához, de a **Bayer MaterialScience** azt reméli, hogy az ún. *fordított bevonásos technológia (reverse coating technology)* a nagyobb darabok, pl. az egész tető vagy a függőleges karosszériaelemek előállításában is szerepet fog kapni.

A **Daimler Chrysler** cég a közelmúltban kezdte meg az USA-ban készített *Mercedes R-osztályú* gépkocsik tetőelemeinek gyártásában ennek a technológiának a használatát. A fordított bevonásos eljárást jelenleg két színnel alkalmazzák, de tervezik az IMD technológia adaptálását valamennyi kikészítési formához. A más színű paneleket jelenleg *szórással festett SMC-ből készítik* (SMC: sheet moulding compound, üvegszá-

las poliészterpaplan). A „reverse coating” során olyan gyantákat alkalmaznak, amelyek kemények, szívósak, időjárásállóak, és élettartamuk azonos a gépkocsiéval.

Az átlátszó vagy alapbevonatot felviszik a hordozófóliára – ez esetben ez PC vagy PC/ABS fóliával való koextrudálást jelent – és részlegesen térhálósítják. Ennek következtében a fólia elég hajlékony marad ahhoz, hogy a következő lépésben hőformázzák a bevonat simaságának megtartásával, a repedezés elkerülésével. A hőformázás után UV-fénnyel teszik teljessé a térhálósítást. Az R-osztályú tető elkészítéséhez a **Krauss-Maffei** cég *LFI (long fiber injection moulding) eljárásával* hosszú üvegszálaspoliuretánt fröccsöntenek a fólia hátsó oldalára. A tetőelem külső rétege a térhálósított gyanta lesz. A fóliára hőre lágyuló műanyagot is lehet fröccsönteni.

A technológia kifejlesztésében több cég vett részt. A **Wörwag** cég szállította hozzá a bevonat anyagát (amely Bayer alapanyagból készült), a **Magna Csoport** tartalmazó **Decoma** cég készítette a tetőelemet.

A **Daimler Chrysler Mercedes S-osztályú** gépkocsijainak kikészítéséhez a **MacDermid Autotype** cég polikarbonát fóliára felvitt nagyon jó minőségű és nagyon kemény bevonatát választotta. A bevonattal ellátott fólia márkanéve *Autoflex Xtraform*. 44 háromdimenziós belső téri elemet alkalmaznak, többek között a műszerfalon, a fényszórókat és az ablakot működtető kapcsolókon.

A „reverse coating” technológia lágy tapintású felületekhez is alkalmazható. A **Bayer** cég szállítja hozzá a bevonattal ellátott fóliát *Makrofol Softtouch* vagy *Bayfol Softtouch* márkanévvel. Legfőbb alkalmazási területe a gépkocsi belső elemeinek kialakítása lehet. A fóliát nagy nyomással hidegen vagy kisebb nyomással melegen lehet formázni. Mindkét esetben matt felület is nyerhető. A lágy tapintású felület kopásállóbb és vegyszerállóbb, mint a bevonat nélküli PC vagy PC-keverékből álló alapfólia.

A lágy tapintást adó fóliát mások is felfedezték. A **Braun** cég villanyborotvái, elektromos fogkeféi, porszívói, hordozható zenelejátszó eszközei felületén tervezi alkalmazását.

## **Az IML technológia szárnyat ad a fantáziának**

A **Schuster Kunststofftechnik** cég sok tapasztalatot szerzett a szerszámban címkézés tervezéséről és az IML technológia alkalmazásáról. A csoporthoz tartozó címkeszállító vállalat, a **Bad Stickers** és a szerszámgyártó **Ruhla** cég már nagyobb felületek kikészítésére is vállalkozik. A **Philips** cég *Senseo* márkanévű kávéfőzője külső megjelenésének kialakításához olyan IML technológiát ajánlottak, amelyben nincs szükség a fólia előformázásához, a lyukkal ellátott fólia mégis hűségesen követi a síktól eltérő fröccsöntött felületet. Az előformázó szerszám és az előformázás elhagyása 66%-kal csökkentette a gyártás költségeit.

A cég úgy véli, hogy a jövőben még fantáziadúsabb ötleteket is meg lehet valósítani. A tömegtermelésben megjelent Kína mint erős versenytárs, és az európai gyártók csak akkor maradnak talpon, ha ötleteikkel legalább 15 évvel megelőzik versenytársa-

ikat. A Schuster cég volt korábban a mobiltelefonok fő gyártója, de ez a piac telítődött, ezért fordultak az autógyártás, és legújabban a háztartási gépek gyártása felé.

A Schuster cég – feltehetően a világon elsőként – kifejlesztett egy „ikerfóliás” eljárást is, amelyben a szerszámba helyezett két fólia közé fröccsöntik be az ömledéket. A **Pröll** céggel (amely 3D-s mintázatot létrehozó mágnesezhető és fóliára nyomtatható festéket készít) és egy svájci műanyag-feldolgozó intézettel (**Institut für Werkstofftechnik und Kunststoffverarbeitung, IWK, Rapperswil**) közösen fémfólia alkalmazásával fémhatású és szénszálakra emlékeztető IML fóliákat is készített. A fémfóliát tartalmazó IML fóliák között vannak alumíniumot és rozsdamentes acélfóliát tartalmazók is, de ezek feldolgozása a fémfóliák érzékenysége és a hordozófóliától eltérő hőtágulása miatt meglehetősen nehéz.

A **Pröll** cég *mágnesezhető festéke*, a különböző színekben kapható *Noriphan HTR 3D* szitanyomtatással vihető fel a műanyag (PC, PMMA) fóliára, és amíg nedves, a benne lévő részecskék mágneses tér hatására látványosan rendeződnek. Forró levegővel való szárításkor a rendeződéssel létrehozott mintázat rögzül, és szokatlan vizuális megjelenést ad az így díszített felületnek.

Egy másik fröccsöntő cég, a **Kunststoff Helmbrechts**, amelynek Németországban, Csehországban és Kínában vannak üzemei, ugyancsak járatos az IML technológiában. A cég különlegessége a „zongorafekete” és az „erezett fa” színű IML fólia, de legújabb terméke a fémgőzölhető IML fólia, amely hőformázható, kivágható és hátsó felére fémmel nem gőzölhető műanyag fröccsönthető. Ilyen módon fémmel szelektíven bevonható formadarab állítható elő, sokkal olcsóbban, mint pl. kétkomponensű fröccsöntéssel vagy maszk alkalmazásával. Ehhez a *Foliotec* nevű eljáráshoz a cég maga gyártja a fóliát, amellyel magas fényű krómozott hatású felület is készíthető, de különböző módon strukturált és matt felületű változatai is vannak.

A fémhatású fóliák elvárt hűvös tapintása a fémréteg vastagságától és a fém hővezető képességétől függ. Az alumínium tapintása hűvösebb pl., mint az acélé; egy 15–40 µm vastag krómréteget megtapintva viszont azt egyáltalán nem érezzük hűvösnek.

Összeállította: Pál Károlyné

Brockmann, C.; Stecker, Ch.: Großeinsatz für optische Formteile. = *Kunststoffe*, 97. k. 3. sz. 2007. p. 40–44.

Mehler, Ch.; Lück, A.: Rezept gegen Falten. = *Plastverarbeiter*, 58. k. 1. sz. 2007. p. 22–24.

A perfect finish. = *European Plastics News*, 34. k. 1. sz. 2007. p. 22.

Vink, D.: Focused on the surface. = *European Plastics News*, 35. k. 1. sz. 2008. p. 23–24.