

## Műanyag tárgyak díszítése szerszámban és azon kívül

*Tárgyszavak: szerszámban díszítés; IML, IMD technológia; sörösrekesz; vékony falú termékek; vizes transzfernyomás; digitális képtranszfer, mobiltelefon.*

A műanyagtermékekkel szemben fokozódó elvárások nem csak ezek funkcionális tulajdonságaira, hanem megjelenésükre is vonatkoznak. Gyártásuknak mindezen igények kielégítése mellett gazdaságosnak is kell lennie. Ezért a vonzó külsőt termelékeny technológiákkal kell létrehozni. A következőkben ezekre mutatunk be néhány példát.

### A szerszámon belüli díszítés

Ma, amikor a hatékonyság egyre fontosabbá válik, nő a *szerszámon belüli címkézés (IML = in-mould labeling)* jelentősége, mert ez *egy feldolgozási lépésbe tömörít össze egy soklépcsős dekorációs eljárást*. A lehetséges alkalmazási területek a műszaki eszközöktől az élelmiszer-csomagolásig terjednek. Az élelmiszerek csomagolásán el lehet helyezni ezzel a módszerrel a vonalkódokat, a törvény által előírt információkat (pl. tápanyag-összetétel, adalékok stb.). A hagyományos jelölési módszerek közé tartozik a nyomtatás, a ragasztható címkék alkalmazása vagy a lézergravírozás. Az utóbbi években egyre nagyobb erőfeszítéseket tettek a fröccsöntés és a dekorációs lépések integrálására. Ennek eredménye a szerszámon belüli díszítés (IMD = in-mould decoration) és a szerszámon belüli címkézés (IML). *Az IMD eljárásban előzetesen megformázott, nyomtatott fóliát helyeznek a szerszámba, majd erre fröccsöntik rá a darabot. Az IMD eljárás tulajdonképpen a meleg prégezés (dombornyomás) és a fröccsöntés kombinációjának tekinthető. A hordozófólia véges (10–12%-os) deformálhatósága miatt ez a módszer főként sík felületeken alkalmazható. Az IML eljárásban a címkét nem formázzák meg előre. A címke elhelyezésének több módja is ismert:*

- szabadeséssel beejtik a szerszámműregbe,
- segédeszközökkel, pl. szállítószalaggal vezetik be,
- megfelelő automatikával vezérelve juttatják a szerszámba.

## Az IML előnyei

Az IML eljárásnak számos előnyét lehet felsorolni: kiváló minőség (fényesség, offset vagy mélynyomás alkalmazása), több felület bevonása egyszerre; díszítő fóliák alkalmazása mindkét oldalon (külső és belső felület eltérő dekorálása). *Az IML módszer alkalmazásával a csomagolások szigetelő (gáz-, aroma- vagy nedvességzáró) tulajdonságait is javítani lehet, ami a csomagolásban tárolt áru eltarthatóságát növeli. A címke megfelelő kialakításával beállítható a csomagolás merevsége, és a dekoráció a gyártási folyamat megállítása nélkül változtatható.* A kivágott fóliának mindenképpen kell hogy legyen bizonyos saját merevsége, ezért általában 50–80 µm vastagságú fóliákat használnak. Ennél vékonyabb fóliákat csak az ún. „cut-in-place” technológiában használnak, ahol a kivágást és fröccsöntést szimultán végzik, és közvetlenül fóliatekercsről dolgoznak.

Az IML eljárásnak a fóliázás bonyolultsága szabhat határt. Merőleges hasáb alakú dobozok 3 vagy 5 oldalát is lehet dekorálni. Ez nagy előnyt jelent, mert kevesebbfajta fóliát kell tárolni és kezelni, mint a hagyományos módszerek alkalmazásakor. A hengeres vagy ovális tárgyak gyártásakor már nagyobb követelmények lépnek fel a fóliagyártókkal szemben. Itt is többféle megoldás létezik. Van úgy, hogy ilyen esetben is szabadeséssel juttatják helyükre a fénék és az oldallemez dekorációját, de néha speciális elhelyező automatikát használnak. Kifejlesztettek olyan módszert is, amelyben egy segédtüskén formázzák meg a fóliát, és úgy helyezik be a szerszámba. Egyes esetekben a hengeres felületre a felvitelt sztatikus elektromossággal oldják meg.

## Gyártási költségek

Az elérhető ciklusidők az alkalmazott módszertől függenek, de a 0,8–1,5 s-os ciklusidő átlagosnak tekinthető. A gazdaságosságot a ciklusidőn kívül befolyásolja a darabszám, a címkeváltás gyakorisága, valamint a gyártórendszer megfelelő megtervezése. Ami a különböző technológiák árának összehasonlítását illeti, a nyomtatással való közvetlen összehasonlítás értelmetlen. Amúgy minden egyes esetben számos minőségi és mennyiségi tényezőt kell figyelembe venni. Az egyik fontos szempont, hogy bizonyos nyomtatási minőség (pl. a fotorealistikus nyomtatás) eleve csak az IML technológiával érhető el, és az éles kontúrok révén jóval több szöveg helyezhető el azonos felületen. Az utólagos nyomtatás logisztikai költségei sokkal nagyobbak (ismételt ki és becsomagolás, köztes tárolás, belső szállítás, ami nagyobb hibaszázalékot, tárolási és bérköltségeket eredményez). *Az IML előnyei különösen a nagyobb darabszámok gyártásakor mutatkoznak meg, és pl. dobozok esetében akkor, ha mind az öt felületet dekorálják. Megfelelő szerszámkialakítással még a fröccs-oldali felület is teljesen lefedhető.*

Egyre több cég kínál teljes rendszert (gyártóberendezést, szerszámot és kezelőberendezést). A csomagoló cégek egy része saját technológiát alakított ki. Igazán gazdaságos gyártást csak a komponensek megfelelő összehangolásával lehet elérni. Az IML előnye még a jó reprodukálhatóság, ami a fröccsöntő gépek precíz beállíthatóságának köszönhető.

## **Sörösrekeszek szerszámon belüli címkézése**

A szerszámon belüli címkézés nem egyszerű technológia, de aki belevág és megtanulja, annak megéri. *Egy német cég sörösrekeszek fröccsöntéséhez használta ezt a módszert, hogy versenyképesebbé váljon, ugyanakkor ne okozzon drágulást. Ez tette lehetővé számára, hogy a hagyományos szitanyomás helyett a sörösrekeszekbe már a fröccsöntés során elhelyezzék a márkanévet tartalmazó címkét. Ez azért lényeges, mert a rekesz nem egyszerűen szállítóeszköz, a formatervezésnek és a márkanév hordozásának legalább olyan jelentősége van, mint a gyakorlati funkciónak. A reklámhordozónak karcállónak kell lennie, jól kell tapadnia, és ellen kell állnia az időjárásnak, napsugárzásnak – a felhasználók általában 5 éves időtartamot követelnek, de a piac inkább a 10 éves szavatosság felé halad. Ilyen kemény követelményeknek pedig csak egy anyagába beépített felirat tud megfelelni, pl. olyan, amelyet IML technikával vittek fel.*

Az IML ezen a területen is számos előnyt kínál. Ezzel az eljárással dolgozva a darabot csak egyszer kell megmunkálni, az alkalmazásra kész állapotban kerül ki a gyártóberendezésből. Szitanyomással a különböző színek felvitele akár nyolc kezelési ciklust is igényelhet, ami hosszabb feldolgozási időt, nagyobb munkaráfordítást és sokkal több potenciális hibát jelent a szerszámon belüli címkézéssel szemben. Az IML nemcsak az idő, de a logisztika szempontból is kedvezőbb (kevesebb anyagféleség stb.). Csökken a köztes tárolás, kevesebb a szállítási költség – mindez jobb optikai minőség, nagyobb tartósság, karcállóság mellett. Persze számít a darabszám is – *a „beépített” felirat 50-100 ezres darabszámnál kezd gazdaságosabbá válni, mint a szitanyomás, mert a címke előállítás csak nagy sorozatszámú gazdaságos.*

## **Többrétegű címkék**

Jelenleg kétféle technikát is alkalmaznak: vagy előre kivágják a címkét, és egyenként helyezik be a szerszámba, vagy az előre nyomtatott fóliatekercs szinkronban mozog a fröccsöntés fázisaival, és a kivágást (stancolás) helyben végzik. A sokfészkés szerszámokban könnyebb boldogulni az előre kivágott címkékkel. *Az igényesebb címkék többrétegűek is lehetnek, pl. a kérdéses sörösrekesz címkéje tartalmaz egy karcálló fedőréteget, a tulajdonképpeni nyomtatást, egy ragasztóréteget és egy műanyag réteget, amely hozzátapad a rekesz anyagához. Vannak egyszerűbb címkék is, amelyeket csak egy átlát-*

szó lakkréteggel vonnak be, de azok nem mindig felelnek meg a magasabb követelményeknek. A címkéket egyébként mindig temperált környezetben, adott nedvességtartalmú levegőben kell tárolni, mert a különböző rétegek eltérő hőtágulási együtthatója miatt torzulások léphetnek fel. A többrétegű címkék az újrahasznosításnál nem jelentenek gondot, minden további nélkül bedarálhatók, és a láda anyagával együtt újra feldolgozhatók.

## A rugalmas feldolgozórendszer

A feldolgozórendszer a következő egységekből áll: anyagellátás, az IML egység (beleértve a címkekezelő egységet is), a fröccsöntő gép, a készterméket kezelő egység és az optikai minőség-ellenőrző egység. *A berendezés modulszerűen, standard egységekből épül fel, de hozzáigazítják az éppen aktuális alkalmazáshoz.* Ez fontos lehetőség, mert az adott esetben ugyan 14 hónap alatt 2,5 millió rekeszt kell legyártani, de utána át kell állni egy másik termék gyártására. Az átalakíthatóság, a viszonylag kis belmagasság, a rekeszekhez szükséges nagy nyitási távolság mind olyan tényezők voltak, amelyek a **Husky** cég *Hylectric* típusú fröccsgépeinek kedveztek a választáskor. A nagy nyitótávolságra szükség van a címkék kezelése és a késztermék eltávolítása miatt is. A Husky gépei átépítés nélkül lehetővé tették a nagy nyitási távolságot és a nagyméretű felfogólemezek alkalmazását, amire az adott esetben szükség volt. A standard gépek pótalkatrész-ellátása mindig jobban megoldott, mint az egyedieké, és a Husky az egész rendszer valamennyi komponensét együtt tudta szállítani.

## A címkék elhelyezése a szerszámban

Voltak gondok a címke elhelyezésével is. A megrendelő eleinte a címkét aranykeretben szeretne látni, ami lehetetlenné tette az elektrosztatikus rögzítést. Később azonban erről a követelésről lemondtak, ezért mind az elektrosztatikus, mind a vákuumos rögzítés számba jött. *A címkéknek egész pontosan és simán kell felfeküdni a szerszám felszínére, hogy se felhajlás, se mögéfröccsöntés ne lépjen fel.* Végül a két rögzítési technika kombinációját valósították meg. *A címke mozgatásához vákuumot alkalmaznak, és behelyezés közben sztatikusan feltöltik, hogy simán a szerszám falára tapadjon. A már behelyezett címke helyben tartásáról már ismét a vákuum gondoskodik.* Ez a kombináció lehetővé tette, hogy a selejtet 1% alá csökkentsék. A géphez a Kuka cég hat tengely mentén mozgó hajlított karú robotját használják – bár a jelenlegi alkalmazáshoz egy egytengelyű robot is elegendő volna. A hattengelyű robot azonban sokkal nagyobb rugalmasságot kínál a későbbi átépítés és újabb alkalmazások során. A cég filozófiája az, hogy inkább többet fektetnek be a technológiába, de rugalmasabban rendezkednek be a jövőre. Ez a beruházás tette lehetővé számukra, hogy ismét bejussanak egy olyan piacra,

ahonnan korábban annak ellenére szorultak ki, hogy nem volt rossz a versenyképességük.

## Vékony falú termékek fröccsöntése szerszámon belüli címkézéssel kombinálva

Az IML technológia mindig sok know-how jellegű elemet tartalmaz (pl. a címke pontos összetétele, a fröccsciklus részletei) – különösen akkor, ha nem szokványos eljárásról van szó. Erre példa a **Gassman** nevű cég kezdeményezése, ahol *filmeket reklámozó és 3D effektusokat mutató poharakat állítanak elő ilyen technológiával*. Az addig inkább műszaki eszközöket gyártó feldolgozó cég egy éve próbálkozott meg 0,5 mm falvastagságú és 160 mm mély poharak előállításával 6 fészkes szerszámban. A dologban a különlegességet az jelenti, hogy a műanyagot egy 0,48 mm vastag lentikuláris (lencse formájú) fólia mögé fröccsöntik, ami ezt az egyszerű terméket valóban egyedivé és érdekessé teszi. A pohár mozgatásakor változik a szemlélő által érzékelt kép – a 3D effektusoknak megfelelően – ezért ezek a poharak nem az eldobható kategóriába tartoznak, hanem tartós használatra (adott esetben gyűjtők számára is) készülnek. A többször felhasználható jelleg miatt az ilyen poharaknak bírniuk kell a mosogatógépek okozta igénybevételt is. Ilyen termékekből a 10 ezres darabszám is elérhető – ez alatt a fólia túl drága megoldás lenne. A technológia alkalmas 0,25, 0,33 és 0,5 l-es vagy egyedi térfogatú poharak gyártására is.

A technológiát *Ergotech ElExis S* típusú, 3000 kN záróerejű gépre adaptálták (gyártó **Demag Ergotech**). Az elektromechanikus záróegység, a villamosan mozgatott csiga és a tároló hidraulika lehetővé teszi a gyors és pontos befröccsöntést. A befröccsöntési sebesség eléri az 1000 mm/s, a csigagyorsulás pedig a 12 m/s<sup>2</sup> értéket.

## Speciális elhelyező robot

A fröccsoldali üregbe a címkéket speciális egység segítségével helyezik el. Ugyanez az egység veszi ki és bálázza a kész fröccsdarabokat is. A behelyezéshez és a kivételhez vákuumot használnak, mert elektrosztatikus kezelés esetén előfordult, hogy a címkék egymáshoz tapadtak. Nehézséget okozott mind a címkék elhelyezésekor, mind a poharak kivételekor a nagy gyártási sebesség, amit még tovább fokozott az a tény, hogy a címkének teljesen simán kell elhelyezkednie, hogy ne zavarja a fröccsöntés folyamatát. Egy cég egy magában ezt a problémát nem oldhatja meg, a legszorosabb együttműködés kell a feldolgozó, a címkegyártó és a gépgyártó között. Az eljárás igen nagy követelményeket támaszt a fröccsgéppel szemben is (itt 25D-s kompressziós csigát használtak). A szerszámmozgást igen merevre kell tervezni, és elhagyhatók a kidobók is ennek érdekében – ezekre itt amúgy sincs szükség, mert a rögzítéshez vákuumot használnak. A nagy gyorsulások miatt a mozgatott tö-

meget is csökkenteni kellett, vagyis *mind a plasztifikáló egység, mind a szerszámzáró egység speciális felépítésű. Mindezt azonban a Demag sorozatban gyártott alkatrészeiből össze lehetett állítani*, különben a beruházási költségek indokolatlanul megnőtték volna. A szerszámokat folyamatos védelemmel is ellátták. Az erő alakulását folyamatosan mérik, és ha eltérést észlelnek, az aktív oldal elmozdulásával reagálnak, hogy a záróegység helyben maradjon. Elektromechanikus záróegységet alkalmaztak, mert tisztán mechanikus szerkezettel nem volna lehetőség ilyen gyors válaszra. Nagyon fontos a fröccsciklus részleteinek (pl. a gyorsítási és lassítási szakaszoknak) pontos megtervezése és szabályozása, hogy minél rövidebb lehessen a ciklusidő. A megfelelő teljesítményhez a hűtést is pontosan be kellett állítani – ehhez a szokásos hűtőegységek nem voltak elegendők. Itt a hűtéshez 10 °C-os vizet kellett használni. A szerszámtervezéskor a hűtőcsatornákat kellően közel helyezték a szerszámüreghez, hogy a hőmérséklet-gradiens elég nagy legyen. A feldolgozó cég meg van elégedve a Demag Ergotech gépeivel és az ár/teljesítmény hányadossal is. Külön előnyt jelent a rendszer felhasználóbarát vezérlési rendszere, amelyet a munkatársak könnyen elsajátítottak.

Tervezik további hasonló termékek gyártását is, amelyek nem föltétlenül lesznek hengeres formájúak. Számításba jönnek más csomagolóeszközök, reklám- és ajándéktárgyak. A görbületi sugaraknak mindenesetre határt szab a fólia deformálhatósága.

## **Vizes transzferyomás és digitális képtranszfer**

*A vizes transzferyomás technológiájában egy különleges nyomtatott fóliát helyeznek el víz felszínén, majd a fólia egy idő után feloldódik és a színezőanyagok olajfolt formájában úsznak a felszínen. Aktivátoranyag alkalmazásával elérhető, hogy a pigment később rátapadjon a műanyag felszínére. A nyomtatandó műanyag alkatrészeket szállítószalag viszi a víz felszíne felé, és ott kézzel vagy gépi úton bemártják őket a festékrétegbe. A sztatikus víznyomás miatt a festék a műanyag egész felszínét beborítja. A hordozófólia maradványait a műanyag formadarabról vízből való kiemelése után le lehet mosni. Ez után a darabot meg kell szárítani, és végül védő lakkréteggel le kell fújni, ami egyben a kívánt felületminőséget is biztosítja. Ezzel a módszerrel elsősorban szabálytalan, végtelenített mintákat (pl. faerezetet stb.) lehet felvinni, ahol nem lényeges a pontos pozicionálás.*

*A digitális képtranszfer több tekintetben is különbözik a vizes transzferyomástól: másképp állítják elő a nyomófóliát, pontosabban lehet pozicionálni a képet és alkalmasabb a sorozatgyártásra. A módszer bármilyen digitális fotó vagy rajzolóprogrammal előállított ábra kezelésére alkalmas. A digitális képet tintasugaras nyomtatóval viszik fel a speciális fóliára, majd egy különleges hordozóréteg következik. Az eljáráshoz speciális, erre a célra kifejlesztett festékeket kell használni. Ez a módszer különleges szabadságot biztosít a mű-*

anyagtermékek felületének tervezéséhez. Nincsenek megszorítások, és a modern nyomdatechnikával nagy felbontású, magas fényű képek állíthatók elő. A felhordás módja emlékeztet a vizes transzferyomásra, de rendelkezésre állnak fél- vagy teljesen automatizált berendezések is. A pontos pozicionáláshoz kamerákat használnak. A rendszert gyártó **Smart Design Systems** cég szerint 0,5-1 mm pontossággal lehet a képet elhelyezni. A módszer előnye a vizes transzferyomással szemben, hogy a hordozófolia a felhordás során nem deformálódik. Nincs szükség sem magas fűrdőhőmérsékletre, sem előformázott fóliára, mégis lehetővé teszi a méretpontos képfelhordást. A vizes transzferyomáshoz hasonlóan a hordozófolia maradványait le kell mosni, és átlátszó védőlakot kell felhordani. A felületi fényesség a nagyon fényes és a mérsékelt matt között beállítható. Még arra is lehetőség van, hogy a lakkréteg puha tapintású legyen.

## **Mobiltelefonok házának díszítése**

A nagyobb mobilgyártók megvizsgálták a digitális képtranszferrel díszített felületek tulajdonságait (karcállóság, UV-állóság). Jelenleg folynak olyan fejlesztések, hogy a védőréteget egyszerre lehessen felvinni a dekorációs réteggel, mert ez olcsóbbá tenné a módszer alkalmazását azzal, hogy feleslegessé tenne egy utómegmunkálási műveletet. Az élénkebb színek érdekében célszerű fehér színű tárgyakat festeni. Ehhez vagy a műanyagot kell fehérre színezni, vagy először egy fehér lakkréteget kell felhordani rá. A módszer teljes automatizáltság mellett is lehetővé teszi, hogy a festendő tárgyakat és a képmotívumokat egyedileg változtassák. A fólia lehet akár 90 cm széles és 50 m hosszú. *A legtöbb műanyag (még a habosított polisztirol is) dekorálása könnyen megoldható, sőt a díszítés fémre és fára is felvihető. A módszer kisebb és nagyobb sorozatok gyártására is alkalmas, sőt speciális sorozatok is előállíthatók. A felhordott képek gyorsan megváltoztathatók.* Az autóiparban bőrfelülethez vagy kárpitozott felülethez illeszkedő műanyagfelületek készíthetők (pl. kapcsolók felülete) egyszerűen úgy, hogy a megfelelő felületet lefényképezik, majd „átnyomtatják” a műanyagfelületre. Különleges színeffektusok is elérhetők, mint pl. metálfény, gyöngyházhatás vagy sötétben fluoreszkáló színek.

A módszer legújabb továbbfejlesztése már azt is lehetővé teszi, hogy a képet olyan strukturált felületekre vigyék át, mint egy golflabda felszíne vagy egy farmernadrág szövete.

**Dr. Bánhegyi György**

Gallati, P.: Zwei auf einen Streich. = KunstStoffTrends, 2. sz. 2004. ápr. p. 4–5.

Renninger, K.: Freiheit im Design. = Plastverarbeiter, 55. k. 5. sz. 2004. p. 52, 54.

Götz, W.: Zunkunftssicher. = Plastverarbeiter, 55. k. 2. sz. 2004. p. 20–23.

Götz, W.: 3D im Sekudentakt. = Plastverarbeiter, 55. k. 2. sz. 2004. p. 24–26.

Günther, J.: Individualität in Großserie. = Plastverarbeiter, 55. k. 5. sz. 2004. p. 56–57.