

## Többféle technológia együttes alkalmazása a fröccsöntés ciklusában

A műanyag-feldolgozás legújabb irányzata a különböző technológiák társítása olyan módon, hogy azt a nagyon termelékeny fröccsöntés keretében lehessen alkalmazni. Ilyen eljárás a többkomponensű fröccsöntés és a szerszámban díszítés, amelynek egyre többféle formája és funkciója van. Az USA-ban „do-it-all-in-a-mold”-nak nevezett elv alapján már fémet helyettesítő szálvázis termékeket is lehet gyártani.

*Tárgyszavak: fröccsöntés; technológiák kombinálása; szerszámban díszítés; szerszámban lakkozás; clearmelt; organomelt eljárás.*

A megrendelők elvárják, hogy a fröccsöntött formadarabok többféle funkciót tartalmazzanak, emellett legyenek szépek, mégse kerüljenek sokba. A fröccsöntők azonban tudják, hogy minél bonyolultabb a darab, annál több munkát igényel az előállítása, és annál nagyobbak a gyártási költségek. Ebből a kutyaszorítóból úgy próbálnak kismászni, hogy a fröccsöntést más műanyag-feldolgozó eljárásokkal kombinálják, ezáltal már a fröccsöntés ciklusában végzik el azokat a kiegészítő vagy kikészítő műveleteket, amelyeket hagyományosan külön munkaműveletként hajtanak végre. A **KraussMaffei Technologies GmbH** (München, Németország) pl. *ColorForm* technológiájában az utólagos lakkozást takarítja meg kétkomponensű fröccsöntéssel, amelyben az egyik komponens térhálósodó PUR lakk. Az **Engel Machinery, Inc.** (York, PA, USA) ugyancsak alkalmaz egy hasonló technológiát, de *organomelt eljárásában az erősítővázis reaktív fröccsöntést kombinálja a hőre lágyuló műanyagok fröccsöntésével*. A hollandiai **Plasticum Group BV** eljárásával pedig ugyanabban a szerszámban és ugyanabban a ciklusban lehet elkészíteni egy tubus alsó csőszerű részét és felső zárórészét.

## Lakkozás helyett kétkomponensű fröccsöntés hőre lágyuló műanyaggal és reaktív gyantával

A fröccsöntés már régóta nemcsak azt jelenti, hogy a hőre lágyuló granulátumot megömlesztik, nyomás alatt belövik a szerszámfészekbe, ott lehűtik, és kivesszik a megszilárdult formadarabot. A széles körben alkalmazott gázzal/vízzel segített fröccsöntés bonyolultabbá tette ezt a technológiát, a két- vagy többkomponensű fröccsöntés pedig a fröccsöntés kombinálása egy másik fröccsöntéssel. A szerszámban végzett díszítés bevezetése igazi multifunkcionális technika, a műanyag formázása mellett szá-

mos más tulajdonságot (szép megjelenést, feliratozást, védelmet, vezetőképességet, árnyékolóképességet stb.) is adhat a darabnak.

Egy új funkció kialakítása a szerszámban azonban kockázatokat rejt magában. Ehhez nagyon jól kell ismerni a szerszámban lezajló folyamatokat, de azt is, hogy a gyártási költségek milyen részköltségekből tevődnek össze. Ha sikerül több funkciót kialakítani a fröccsöntési ciklusban, meg lehet takarítani az utólagos kiegészítő vagy kikészítő műveletek költségeit. A beavatkozás egy szerszámba, egy feldolgozógépbé, egy technológiába azonban költséges, bonyolult és kockázatos tevékenység, és minden mozzanata újabb kontrollt, adattárolást, adatfeldolgozást, azaz költségeket igényel. Kudarc esetén ez ablakon kidobott pénz.

A **KraussMaffei Technology GmbH** az autógyártásban, az elektronikában, a csomagolóstechnikában divatos lakkozott műanyag formadarabok racionálisabb gyártására keresett megoldást. A lakkot a fröccsöntés után általában külön munkaműveletben viszik fel a formadarab felületére, és a magas igények miatt viszonylag sok a selejt. Öt szorosabb és öt további együttműködéssel dolgozta ki a cég a *ColorForm* eljárást, amelyben *a hőre lágyuló műanyag fröccsöntését a reaktív fröccsöntéssel társította*.

A cél az volt, hogy a formadarab első osztályú felületét a zárt szerszámban valósítsák meg. Számba vették a lakkozáshoz szükséges munkaműveleteket, az általában szükséges tisztítást, az esetenként alkalmazandó alapozást (primert), a néha szükséges maszkírozást – a folyamat elég összetett és nagyon sok energiát igényel. Ha el tudják végezni a szerszámon belül – lehetőleg oldószermentes lakkal – biztonságosabbá és olcsóbbá válik az eljárás. Az adott esetben alapvetően meghatározza a sikert a kétféle anyag közötti tapadás, a nagyon magas színvonalú szerszámfelépítés és a megbízható eljárás technika.

Az új technológiát egy erre a célra tervezett modelldarabon mutatták be, amely egy vállalati ajándék átnyújtására szolgáló, diplomatatáskára emlékeztető elegáns fogantyús doboz volt. Lényegében ABS-ből (gyártja **A. Schulman GmbH**, Kerpen, Németország) fröccsöntött két fél héjből áll, amelyek alsó és felső negyedére barkázott TPU-t (gyártja **API S.p.A.** Mussolente, Olaszország) fröccsöntöttek rá. A fogantyú körül a lágy tapintású TPU-réteget nem barkázzák. Ugyancsak TPU-réteg fedi a filmzsanérokkal kialakított zárószervezetet is. Ezt is trükkösen tervezték: a táska első becsukásakor az alapanyag egy adott helyen eltörik, ezáltal a szerkezet zárhatóvá válik. A két fél héj alsó részén ugyancsak két-két egymásba illeszthető zsanér van, amelyeket fémcsappal lehet összekötni.

A táska két fél héjának középső része tükörfényes. Erre a felületre magas fényű, oldószermentes polikarbamid védőlakkot (gyártja **Panadur GmbH**, Halberstadt, Németország) szórnak. Az oldószermentes lakk használata révén a *ColorForm* eljárásban eltekinthettek több olyan eljárás technikai lépéstől, amelyet a szokásos vizes lakkok miatt be kellett volna iktatni. A polikarbamidlakk egyébként kitűnő időjárás-állósága, környezeti hatásokat (UV sugárzást) jól tűrő tulajdonságai és vegyszerállósága miatt is jó választás volt.

A bemutatott modelldarab bonyolult felépítése miatt a szerszámot gyártó **Hofmann Innovation Group** (Lichtenfels, Németország) először *sztereolitográfias eljárással* poliamidból 1:1-es prototípust készített. Ennek felhasználásával optimalizálták a formadarabot és a szerszámot is, és csak ezután készítették el acélból a gyártószerszámot.

A gyártócella központi berendezése egy 10 000 kN záróerejű *MX 1000-8100/3000 SpinForm* típusú, *2K-s fröccsöntő gép*, amelyet energiahatékony szervóhajtással szereltek fel. A nagyméretű *MX* típusú *SpinForm fröccsgépek* robusztus mechanikájuk és precizitásuk, továbbá forgó szerszámfelfogó lapjuk miatt különösen alkalmasak a *ColorForm* eljárás megvalósítására. A kétlapos záróegység optimalizált geometriája fontos szerepet játszott a sikerben, mert a nehéz, többkomponensű szerszámot is pontosan, tökéletes párhuzamossággal zárta. Ezáltal nemcsak a szerszámkopás elhanyagolható, hanem a vakítóan fényes lakkréteget létrehozó rendkívül kis viszkozitású PUR gyanta beáramlásakor is tökéletesen tömít.

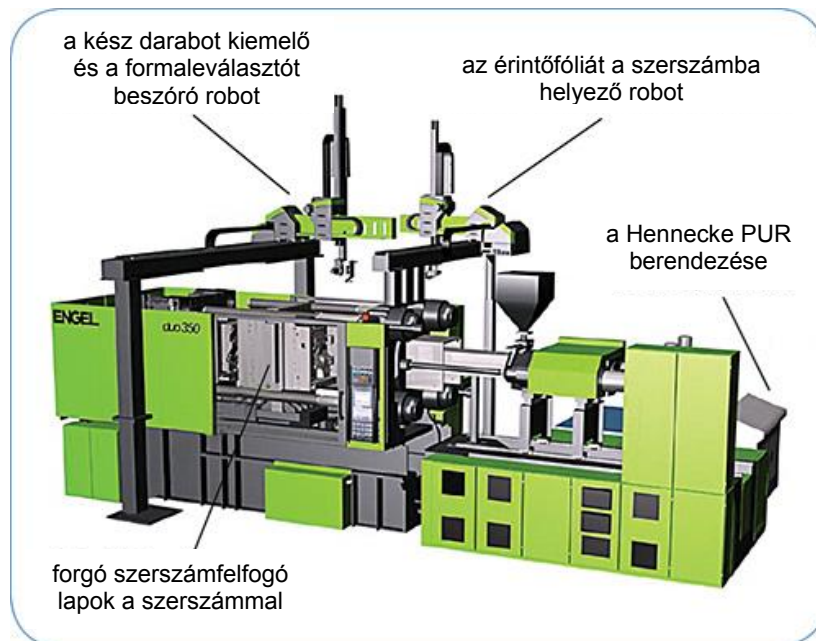
A lakkot behordó rendszer *RimStar Nano 4/4 adagolóból* és *MK 5/8 ULP-2-KVV* típusú *öntisztuló keverőfejből* áll, amelyet közvetlenül a fröccsszerszámra szereltek. Ez a rendszer egészen kis lakkmennyiségeket is képes adagolni, de üzemszerű gyártáskor egyszerre több fröccsgépet is ki tud szolgálni, ami ugyancsak költségkímélő megoldás. Hogy valamennyi gyártási lépés automatikusan követhesse egymást, a gépet hattengelyű robot szolgálja ki. A gyártócellát kivágó- és szerelőállomás teszi teljessé.

A gyártási folyamat teljesen átlátható. Első lépésként az ABS alapformát fröccsöntik. A szerszám ezután 180°-kal elfordul, és ebben az állásban a két szerszámfél összesen három fészket képez, kettőt a TPU, egyet a lakk számára. Szerszámzárás után befröccsentik a lakkot és a TPU-t, az utóbbit kaszkádvezérléssel. A hattengelyű robot kiemeli a darabokat és átadja őket a kivágóállomásnak, ahol levágják a filmek beömlésének helyét és a lakk légtelenítésénél maradt anyagot. A következő állomáson behelyezik a fémcsapokat a zsanérokba. Ezzel elkészült a táska.

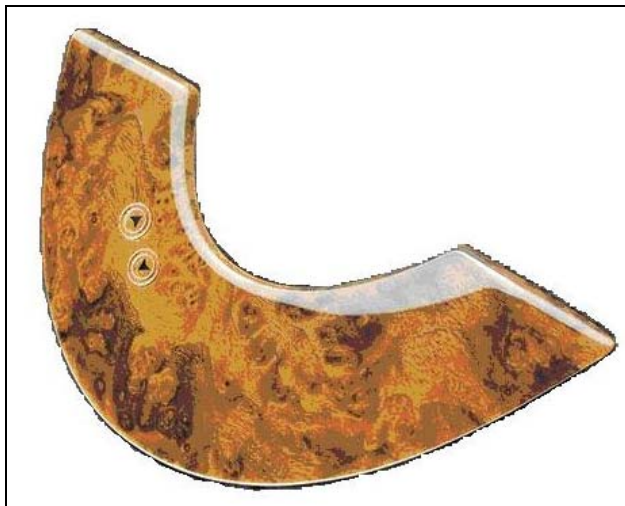
A *ColorForm* eljárással kis vagy nagy darabokat egyaránt elő lehet állítani bármilyen színben, az átlátszótól a csillogó mélyfeketéig. A szokásos lakkozással ellentétben a lakk felvitele előtt semmiféle előkészítés nem szükséges, és a lakkot szárítani sem kell. Oldószermentessége nagy előny, a szerszám és a formadarab hőmérsékletén gyorsan kikeményedik. A *ColorForm* eljárásban a szórással végzett lakkozás gyakori hibáját, a túlszórást sem lehet elkövetni.

Hasonló technológiát fejlesztett ki az **Engel Machinery Inc.**, amelyet *clearmelt* eljárásnak nevez, és ezt az USA legnagyobb műanyag-kiállításán, a 2012. június 2–5. között Orlandóban (Florida) rendezendő NPE-n (National Plastics Exhibition) mutatja be. A kiállításon egy gépkocsi belső terébe építendő műszerfal érintéssel működtethető kezelőfelületét a látogatók szeme előtt gyártják majd ezzel a technológiával. Az eljárás jó példája az USA-ban szorgalmazott „do it all in the mold” („végezz el mindent a szerszámban”) elvnek. A gyártószerszámban először egy érzékeny kapacitív fóliát vezetnek be, majd ennek hátoldalára fröccsöntik rá a műanyag vázanyagot (szerszámban díszítés, IMD = in-mold-decoration), végül az egész formadarabot kétkomponensű átlátszó PUR lakkal fröccsöntik körbe, amivel a kopásállóságot biztosítják. Az Engel

kétkomponensű fröccsöntő gépét a **Hennecke GmbH** (Sankt Augustin, Németország) PUR lakkot keverő/szállító rendszerével egészítették ki. A gyártóberendezés az *1. ábrán* látható. A *2. ábra* a kész műszerfalkezelő lapot mutatja.



1. ábra Az Engel Machinery Inc. gyártó-berendezése a *clearmelt* eljáráshoz, amelyet a 2012-es NPE-n mutat be júniusban



2. ábra  
A *clearmelt* eljárással készített  
műszerfalkezelő lap

Ezzel az összetett eljárással nemcsak nagyobb termelékenységet lehet elérni, hanem alapterületet, átmeneti tárolást, munkaerőt, adminisztrációs költségeket is meg lehet takarítani. Maga a gyártóberendezés kétségtelenül bonyolultabbá válik, de szükségtelenné válnak a kiegészítő/kikészítő berendezések, ezek szabályozó-, ellenőrző- és automatarendszerei. Mindezeket csak az egyetlen gyártóberendezéshez kell hozzárendelni. A „do it all in the mold” elv szerinti eljárásban a gyártási folyamat kevésbé van

kitéve a környezet hatásainak (hőmérséklet, páratartalom), ami befolyásolhatja a zsugorodást és a méretállandóságot. Legnagyobb előnye azonban az, hogy a különböző technológiák társításával olyan többfunkciós termékek is előállíthatók, amelyeket korábban nem lehetett volna elkészíteni.

Az árukövető és felismerő rádiófrekvenciás eszközök gyártása is termelékenyebbé vált azáltal, hogy áramkörüket szerszámon belül direkt eljárással tokozzák.

## **A szerszámban díszítés további lehetőségei**

Az **Engel** cég a szerszámban címkézés (IML, in-mold labeling) és a szerszámban díszítés (IMD) további lehetőségeit is kutatja. A hagyományos eljárás elsősorban a nyomtatást takarítja meg; a szerszámban a darabra vitt fóliákkal azonban jellemző optikai megjelenést (pl. változatlanul divatos magas fényt erőteljes mély színekkel), kellemes fogást is lehet adni a termékeknek.

*A szerszámban díszítés egészen új ága a kapacitív fóliák alkalmazása.* Ezek a felületi fóliák az érintést érzékelik, és ezáltal egészen új funkciót kapnak az elektronikus eszközök, pl. a mobiltelefonok vagy a számítógépek. Vannak olyan fóliák is, amelyek a nagy nyomást 3D-s formában érzékelik, ami újabb, ma még fel sem ismert lehetőségeket rejt magában.

Ezt ismerte fel a **Magna Exterior & Interior Systems** (München, Németország), amely „*Sensitive Surface*” projektje keretében *gomb és kapcsoló nélküli központi kontrollkonzolt (center control console) fejlesztett ki gépkocsikba*, amelyeket a fóliainzertálás és az Engel cég *clearmelt* eljárásának kombinálásával állít elő. A kapacitív fóliát az első állomáson helyezik be a vízszintes *spin-stack szerszámba* (olyan elfordulásra képes szerszám, amelyben a szerszámfészek különböző részei aktivizálódnak a különböző helyzetekben), majd a szokásos módon fröccsöntik rá a PC/ABS keveréket. A fél szerszám elfordulása és az ismételt szerszámzárás után magas fényű, öngyógyuló, kétkomponensű folyékony PUR keveréket fröccsöntenek a félkész termékre. Az érintésre érzékeny fóliával működtethető a gépkocsi teljes szórakoztató, kommunikációs és kényelmi (hűtő/fűtő, kondicionáló) rendszere. Ezáltal sokkal egyszerűbbé és áttekinthetőbbé vált a gépkocsivezető környezete. 100-130 alkatrész helyett csak hármat kell összeszerelni, az ehhez szükséges idő 6 percről 10 másodpercre csökkent, 50%-kal lett könnyebb műszerfal, karcállósága 6 N-ről 20 N-ra nőtt, és mindezzel 30%-os költségcsökkenést is elértek. Az eljárást a 2011-es őszi *Fakuma* kiállításon mutatták be, de ott lesz az Engel standján a 2012-es *NPE-n* is.

Még csak a laboratóriumokban létezik, de fél éven belül már részleteket is közölnek majd egy egészen új technológiáról, amely *a szerszámon belüli in-situ polimerizációt helyezi a központba*. A szerszámba a folyékony monomereket fogják befröccsönteni. Ezek kis viszkozitása újabb lehetőségeket nyit meg a műanyagok feldolgozása előtt.

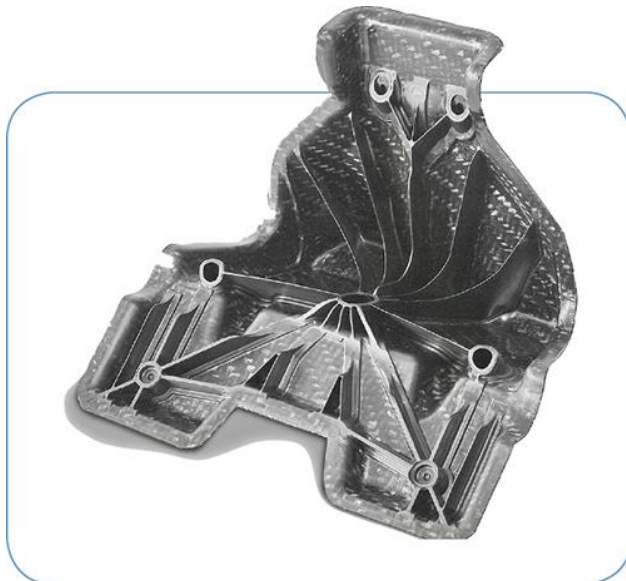
## **Az organomelt eljárás**

Az **Engel** cég összetett fröccsöntő eljárása az *organomelt* technológia, amelyet első ízben a K' 2010-en mutatott be. Ezt azzal a céllal fejlesztették ki, hogy a fémle-

mezből készített, majd műanyaggal körülfröccsöntött formadarabokat teljesen műanyagból készített formadarabokkal tudják helyettesíteni. A csak műanyagból gyártott darabok előnye az újrafeldolgozhatóságon kívül a komponensek hasonló szilárdsága és a fele akkora tömeg.

A darabok szilárd vázát polimerrel impregnált „végtelen” szén-, üveg- vagy aramidszálból készítik, a formázott vázát pedig olyan polimerrel fröccsöntik körül, amely nagyon jól összeépül a váz kötőanyagával. A két anyag a legtöbb esetben ugyanaz a műanyag. A sík lap vagy szalag formájú impregnált szálalapot előmelegítik, majd behelyezik a szerszámba. Szerszámzáras közben a sík lap felveszi a váz alakját, egyúttal elhelyezik rajta a szükséges funkciók elemeket is. Ha ez a folyamat befejeződött, a teljes formát körülöntik erősítetlen polimerrel. Egy ilyen darab látható a 3. ábrán.

A fejlesztés szakaszában van az eljárás kiegészítése az ún. *MuCell* eljárással, amellyel mikropórusos hab alkothatná a burkolóréteget. Ezzel tovább csökkenthetnék a darabok tömegét. Az *organomelt eljárás* kombinálható gázzal vagy vízzel segített fröccsöntéssel, amely lehetővé teszi üregek, csövek kialakítását a rendszerben, ezáltal még könnyebbé vagy még szilárdabbá lehet tenni a darabokat. Az *organomelt eljárás az első technológia, amelynek segítségével nagy térfogatú szálvázak termékeket olcsó és termelékeny fröccsöntéssel lehet gyártani.*



3. ábra  
Organomelt eljárással készített  
formadarab

## Összenyomható tubusok gyártása egyetlen szerszámban

Az összenyomható műanyag tubusok szokásos gyártásakor extrudálással készítik el a rugalmas tömlőt; a tubus vállát, nyakát és kupakját fröccsöntik, végül összeszerelik az alkatrészeket. A hollandiai **Plasticum Group BV** mindezt egyetlen szerszámban, kétkomponensű fröccsöntéssel és IML technológia társításával végzi el, amit be is mutatott a K'2010-en. A kiállításon az **Engel** cég *e-motion T 280*-tonnás teljesen elekt-

romos fröccsöntő gépével és a svájci **Otto Hofstetter AG** forgatható négyfészkés szerszámával dolgoztak. A folyamat azzal indul, hogy a polipropilénfólia alapú címkét a szerszámon kívül cső alakúvá tekerik és egy robot így helyezi be a gyűrű keresztmetzetű szerszámfészkekbe. A címkék belső oldalára lágy PP kopolimert fröccsöntenek. A szerszám egyik fele nyitás után 180°-kal elfordul, majd zárás után a cső alakú félkész termékre fröccsöntik a rápatintható kupakot. Mielőtt kivesszük a kész tubust a szerszámból, egy robot rányomja a filmzsanérral csatlakozó kupakot a tubusra (4. ábra). A cég szerint a váll elhagyása 40%-kal csökkentette a tubus tömegét.



4. ábra  
Egyetlen szerszámban készített  
tubusok

Összeállította: Pál Károlyné

Gruber, M.; Mitzler, J.: Technologiefusion mit glänzenden Aussichten = Kunststoffe, 100. k. 10. sz. 2010. p. 200–203.

Kragl, J.: Do it all in the mold = Plastics Technology, 2012. február, p. 1–5. [www.ptonline.com/articles/do-it-all-in-the-mold](http://www.ptonline.com/articles/do-it-all-in-the-mold)