

## Variációk a fröccsöntésre

A korszerű fröccsöntő gépek joggal tekinthetők a „hightech” termékeinek, de csak akkor működnek kifogástalanul, ha a gép, a szerszám és az eljárás megfelelően össze van hangolva, azaz megfelelő eljárástechnikát alkalmaznak. *A mai fröccsöntő üzemben már nem csak formaadást végeznek, hanem bonyolult felépítésű, esetenként többféle anyagból felépülő alkatrészeket állítanak elő, amelyek különféle funkciókat képesek ellátni utólagos szerelés nélkül, és amelyek előre meghatározott felületűek lehetnek utólagos kikészítés nélkül is.* Az erre szolgáló „különleges” eljárásokat egyre gyakrabban alkalmazzák és ma már megszokottá, „normális”-sá váltak.

*Tárgyszavak: műanyag-feldolgozás; többkomponensű fröccsöntés; habosítás; szerszámban díszítés; matt felület; fröccsprézelés; hosszú üvegszálas anyagok.*

### Fröccsöntés egyidejű habosítással

A 35 éve alkalmazott habosítással egybekötött fröccsöntés célja az volt, hogy 0,3–0,6 g/cm<sup>3</sup> sűrűségű formadarabokat állítsanak elő, megelőzzék a beszívódást és csökkentsék a szerszámzáró erőt. A habosítószeret bekeverték az ömledékbe, a felszabaduló gáz a csigatérben fellépő nagy nyomás hatására habszerkezetűvé tette a formadarabot. Ilyen eljárással gépkocsik belső burkolatát, fedeleket, készülékházakat, villamos csatlakozókat gyártottak.

*Az eljárás korszerűbb változata a mikrostrukturált habok gyártása, ami ma nagyon népszerű. Az ehhez használt kémiai és fizikai habosítószerkezetek egymás versenytársai. Alkalmazásuk révén 20%-kal rövidíthető meg a ciklusidő, 10%-kal csökkenthető a gyártmány tömege, pontosabbak annak méretei. A felszabaduló gáz csökkenti az ömledék viszkozitását, hosszabbá teszi a folyási utat és 30%-kal kisebb erővel zárhat a szerszám. Az eljárás lehetőségeit még korántsem aknázták ki teljesen.*

### Funkciók egyesítése többkomponensű fröccsöntéssel

Kb. 15 évvel ezelőtt dolgozták ki a fröccsöntésnek azt a módját, amelyben egymás után két- vagy többfajta műanyagömledéket juttatnak be ugyanabba a szerszámba. A célnak megfelelően megkülönböztetnek összehegedést, többszínű darabot, szendvicsszerkezetet eredményező vagy összeszerelést helyettesítő fröccsöntést. A leggyak-

rabban az összehegedést várják el, amelyet rosszul összeférő anyagok alkalmazásakor felületkezeléssel (primer, lángolás, koronakisülés, plazmakezelés) javítanak. *A többkomponensű fröccsöntést általában a beszívódásmentes felület, a többszínű termék, a kellemesebb fogás, tömítések vagy csillapító betétek integrálása érdekében alkalmazzák.* Újabban hőre keményedő műanyagokat vagy kerámiákat társítanak hőre lágyuló műanyagokkal ilyen módon.

### **Puha tapintású felület ráfröccsöntéssel**

A kemény, hideg-rideg felület helyett ma a puha, lágy tapintású felületeket kedvelik. Ez kialakítható a *Krauss-Maffei* cég *SkinForm* eljárásnak nevezett módszerével, amelyben *a fröccsöntött alapformára vékony, bőrszerű, enyhén habosított poliuretánréteget visznek fel.* Az eljárás annyiban tér el a többkomponensű fröccsöntéstől, hogy az alapformát átteszik egy második szerszámüregbe, amelynek alakja hasonló az első szerszáméhoz, de mérete valamivel nagyobb, hogy helye legyen a PUR rétegnek. A felületi réteg ellátható struktúrmintázattal, díszítő varratokkal. A PUR réteg kellemes tapintású, karcálló, belső felülete tökéletesen követi az alapformát, külső felülete pedig a második szerszám formáját, és az utóbbi mintázata nem torzul a feldolgozás során.

Az eljárás már alkalmas a sorozatgyártásra, és alkalmazásának költségei nem nagyobbak, mintha az ugyancsak a kellemesebb tapintású felület kialakítására utólag lágylakkot szórnak fel.

### **Felületkialakítás szerszámban díszítéssel**

Az 1980-as évek végén és az 1990-es évek elején fejlesztették ki az ún. szerszámokban díszítést, amelynek lényege, hogy *egy előre mintázott – színekkel, feliratokkal ellátott – fóliát helyeznek a szerszámba, és a fólia hátoldalára fröccsöntik rá a műanyagömléket.* Két változata az egyszerű hátoldalra fröccsöntés és a hátulról prégelt (enyhe nyomással előformázott) fóliára fröccsöntés. Ezáltal megtakarítható a ragasztással végzett munkaigényes utólagos kasírozás.

A gépkocsik utasterében található oszlopok, a külső tükörfoglalatok, a belső burkolatok szerszámokban díszítését már kezdetben is módosított standard fröccsöntő gépeken végezték, a prégelve fröccsöntött darabok gyártásához azonban speciális függőleges fröccsgépeket használtak, hogy az ömléket a folyamat elején még nyitott szerszámba vihessék. Az utóbbi módon nagy felületű elemeket, pl. ajtó- és csomagtartóbéléseket, műszerfalborításokat készítettek. Ma már ilyen elemek is előállíthatók vízszintes gépeken. A kifogástalan felületet nem csak a luxuskocsikban várják el, hanem a közepes kategóriájú és a kis autókban is. A feldolgozók ezt a minőséget nagy sorozatok gyártásakor is, utómegmunkálás nélkül szeretnék elérni. *A szerszámba helyezett díszítőfóliának tökéletesen követnie kell a legbonyolultabb, kis görbületes sugarú formát is. A szerszámokban díszítést az autógyártás után a bútorigar, a villamos készülékek gyártói (kijelzők skálája), a mobiltelefonok előállítói (külső burkolat) is felfedezték.*

Maguk a díszítőfóliák is folyamatosan változnak. *Próbálkoznak pl. olyan előre lakkozott fóliákkal, amelyeket karosszériaelemekre visznek fel, és általuk elhagyható a költséges és kellemetlen lakkozás.* Ezáltal sokkal szélesebb lehet a gépkocsik külsejében a választék, és egyéni igényeket is könnyebben ki tudnak elégíteni. Ez az alkalmazási forma ma még a kezdeteknél tart. A legnagyobb gondot az okozza, hogy a lakkozott fólia színének és jellegének tökéletesen hasonlítania kell a hagyományosan lakkozott alkatrészekhez.

## **Matt a divat**

Napjainkban a matt felület számít elegánsnak. A műanyag elemek felületét úgy lehet mattá tenni, hogy azt finoman strukturálják. A finom mintázat a fénynek csak töredékét veri vissza, és a mai ízlés az ilyen felületet kellemesebb tapintásúnak is érzi.

*A legegyszerűbb megoldás a szerszámfal strukturálása.* A mintát a szerszám belső felületén marással alakítják ki. Ez a minta azonban nem elég finom ahhoz, hogy a szerszámban gyártott darabnak ne legyen bizonyos mértékű fényvisszaverődése, csillogása. *A további mattítást a darab lakkozásával vagy a szerszámfal további mintázásával lehet elérni.*

Az utólagos lakkozás azonban munkaigényes folyamat, és a matt lakk nem karcálló, a felület hamar megsérül, a szép felület gyorsan tönkremegy.

Ha a szerszám további strukturálását választják, a marással felvitt minta kialakítása után szemcseszórással egy másodlagos, az előbbinél finomabb mintázatot hoznak létre – az alapstruktúra mélyedéseiben és kiemelkedő részein a becsapódó szemcsék ütése révén kis bemélyedések maradnak vissza, amelyek tovább csökkentik a fényvisszaverődést. Ennek az eljárásnak egyik hátránya, hogy a másodlagos szerkezet a feldolgozás során megkopik, és a szemcseszórást időnként meg kell ismételni. A másik hátrány, hogy az ilyen szerszámban gyártott formadarab felületén nagyon finom kiálló részecskék keletkeznek, amelyek használat közben a súrlódás hatására letörnek, és megkarcolják a felületet.

*A Standex Engraving Group „Micromatte” nevű eljárásával szavatolja a tartósan matt és karcmentes felületet.* Ennek lényege, hogy a számítógépen megtervezett felületi mintázatot megvilágítják, majd cinklemezen reprodukálják. Ezen a lemezen saválló rezisztanyagot oszlatnak el, majd a mintának megfelelően egy finom transzferanyagra viszik át. Innen kerül át a szerszám belső felületére, amelyet ezután helyeznek a marató fürdőbe. *A savas fürdőben a rezisztgyantával fedett felületek sértetlenek maradnak, a védelem nélküli felületrészeken tetszőleges mélységben kioldódik a fém. Ilyen módon a legfinomabb mintázatot (barkát) is bele tudják „gravírozni” a szerszámfelületbe, és tetszőleges mértékű mattítást érnek el.* A gondosan tervezett mintázat nem hoz létre ellenőrizetlen formájú, letörésre képes kiemelkedéseket a formadarab felületén.

## **Üveg helyett átlátszó műanyag elemek fröccspréggel**

A fröccspréggelés a kis nyomású eljárások egyik változata, és kb. 30 éve alkalmazták vetemedésmentes hőre keményedő formadarabok előállításához. Különösen

alkalmas nagy felületű, lapos, pontosan előírt méretű elemek gyártására, mint pl. az optikai lecsék, a gépkocsik belső tükre. Újabban optikai adattárolókat is készítenek fröccsprégléssel.

Miután kifejlesztették az erre alkalmas polikarbonáttípusokat, ezekből hagyományosan üvegből gyártott autóalkatrészeket kezdtek előállítani. 1993 óta műanyag fény-szórókat, *1998 óta első szélvédőt is építenek bizonyos autómódellekbe, amelyek fröccsprégléssel készülnek.* Az eljárás újabb változatait is kifejlesztették (záró, lélegző, ékpréglés). A *Krauss-Maffei* cég az általa kifejlesztett expanziós prégléssel nagy felületű, lapos, átlátszó polikarbonátelemeget tud előállítani. Sorozatgyártásban jelenleg  $1,5 \text{ m}^2$  a felső határ. Az eljárást a műanyag autóablakok gyártásában kívánják hasznosítani. Az ilyen ablakok előnye a csekély tömeg, a nagy ütésállóság és nem utolsósorban a nagyobb tervezési szabadság. A tervezők régi ötletüket, az ún. „pilóta-fülkét” a sorozatban gyártott gépkocsikban eddig nem tudták megvalósítani, mert a kis sugár mentén meghajlított formák üvegből nehezen kivitelezhetők, de polikarbonátból valószínűleg elkészíthetők.

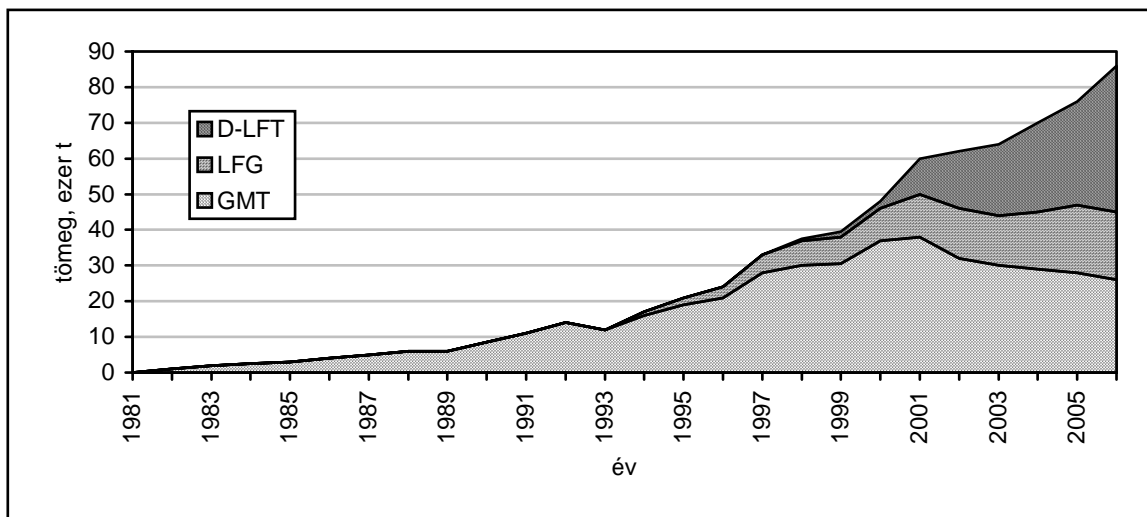
A polikarbonát autóablakokról részletesen folyóiratunk 2005/3. számában írtunk.

### **Hosszú üvegszállal erősített hőre lágyuló műanyagok fröccsöntése**

A hosszú üvegszállal erősített hőre lágyuló műanyagokat jó néhány éve alkalmazták polimerrel átítatott üvegpaplan (Glasplattenverstärkte Thermoplaste, GMT) formájában. Az ilyen paplanok feldolgozása nehézkes, a lemezszerű termékből előre ki kell vágni a megfelelő formájú és méretű darabot, azt fel kell melegíteni, be kell helyezni a gyártószerszámba, végül sajtolással kell megformázni. Ehelyett *arra törekszenek, hogy direkt eljárással, azaz az üvegszál és a polimer kompaundálása után közvetlenül végezzék el a sajtolást (D-LFT-ECM eljárás), illetve fröccsöntéssel dolgozzanak fel hosszú üvegszállal erősített granulátumot (LFG-IM eljárás), vagy a kompaundálás után közvetlenül fröccsöntsék a keveréket (D-LFT-IM eljárás).* Az utóbbi esetekben csigás keverőket alkalmaznak, és a formaadáskor a keverés hőenergiáját használják fel, ami sokkal egyszerűbbé és energiatakarékosabbá teszi a gyártást. A különböző technológiákkal feldolgozott PP mennyiségének változását Európában 1981-2006 között az *1. ábra* érzékelteti.

A hosszú üvegszállal erősített hőre lágyuló anyagokat kb. 10 éve tudják fröccsönteni, amit az üvegszálat kímélő csigaformák, a visszaáramlást megakadályozó gátak, a megfelelő fűvókák és fűtött csatornák tettek lehetővé. A kompaundálás utáni közvetlen formaadás lehetővé teszi, hogy a feldolgozó egyedi receptúrákat alkalmazzon, és rugalmasan alkalmazkodjék a követelményekhez.

A direkt kompaundáláskor a mátrixkomponenseket és az erősítőszálat (amely lehet vágott szál vagy végtelen szálköteg, ún. roving) közvetlenül vezetik be a fröccsöntő gépbe, ahol végbemegy a keveredés, majd a massa bejut az alakadó szerszámba. A mátrix, a szál és a segédanyagok komponensei tetszés szerint választhatók meg, és a szálhosszúság is változhat. Az eljárás lehetőségei még távolról sincsenek kihasználva.



1. ábra Az üvegpaplannal erősített PP (GMT), a hosszú szállal erősített PP granulátum (LFG) és a direkt eljárással, a bekeverés után azonnal formázott (sajtolt vagy fröccsöntött) PP (D-LFT) Európában felhasznált mennyisége 1981–2006 között (utóbbi becült érték)

Ha a hosszú szálakkal végzett erősítés önmagában nem ad kielégítő eredményt, a gyártott elem erősen igénybe vett pontjain további erősítést lehet alkalmazni, pl. hátulról ráfröccsöntött erősítőszövet formájában.

Az eljárás további lehetőségei a hosszú üvegszálak mellett ásványi anyag bekeverése, műanyagkeverékek alkalmazása mátrixként, reaktív extrúzió közvetlen formaadással stb. A direkt kompaundálás előnye a már említett műszaki-gazdasági haszon mellett a feldolgozott anyagok kíméletes hőterhelése, mivel csak egyszer kell megömlaszteni őket. Ennek különösen a hőre érzékeny anyagoknál van jelentősége.

### Együttműködés, közös fejlesztés

A műanyagiparban a kutatás és fejlesztés mindig a felhasználó szempontjait, ill. a termékkel szemben támasztott követelményeket tartja szem előtt. Ideális esetben a felhasználó, a feldolgozó, az anyaggyártó és a gépgyártó közösen igyekszik megtalálni vagy kifejleszteni a célnak legjobban megfelelő anyagot, gépet és eljárást, amihez szoros együttműködésre van szükség. Siker esetén az együttműködést nem szabad befejezettek tekinteni. A következő cél az eljárás, a „know-how” továbbfejlesztése, továbbá a tudás és a tapasztalatok megőrzése.

Félő, hogy a műanyagiparban is eluralkodik az a más ágazatokban észlelt irányzat, hogy régi, de részleteiben még aktuális szabadalmakat megújítanak, és drága licenck formájában ismét forgalmazzák. Ez az eljárás bizonyos esetekben gazdaságtalanná teheti a továbbfejlesztést a magas illetékek miatt, néha pedig meg is gátolhatja azt. Az eljárás elsősorban a vásárlói szoftvercégekre (Consumer-Software-Branch)

jellemző, de ha általánossá válik, lefékezheti azt a lendületet, amellyel a műanyagipar a műszaki fejlesztés területén a közelmúltban az egyik legtöbb újdonságot felmutató ágazattá vált.

Összeállította: Pál Károlyné

Bürkle, E.; Mitzler, J.: Spritzgießverfahren gestern, heute und morgen. = Kunststoffe, 95. k. 5. sz. 2005. p. 51–56.

Dietert, A.: Matt is beautiful. Glanzgrad-Reduzierung bei Kunststoffprodukten. = Plastverarbeiter, 56. k. 1. sz. 2005. p. 52–53.