

Műanyaghabok

Ma már szinte mindenfajta műanyagot lehet habosítani a tömegcsökkentés és a tulajdonságok módosítása céljából. Az utóbbi években kifejlesztett, fizikai habosítószerekkel végzett habfröccsöntést több változatban kínálják a gépgyártók (Mucell, Foammelt, Optifoam, Ergocell, Microcell stb.).

Tárgyszavak: műanyag-feldolgozás; habosítás; extrudálás; habfröccsöntés; mikrocellás habok; Mucell eljárás; Optifoam eljárás; szabadalom.

Bizonyos műanyagfajtákat szinte megjelenésük óta habosított formában is alkalmaznak. Ezek a habok nagyon népszerűek, és az nyersolaj és más alapanyagok erőteljes drágulása ellenére folyamatos az irántuk megmutatkozó igények növekedése. Európában 2004-ben 4,7 milliárd EUR értékű műanyaghabot használtak fel, és a következő években évente 5,2%-os növekedést, 2011-re pedig 6,7 milliárd EUR forgalmat jósolnak.

A habosítás előnye a szükséges anyagmennyiség csökkentése és számos új tulajdonság megjelenése vagy a meglévők pozitív változása. Ilyen a kis sűrűség, a jó hő- és hangszigetelő képesség, a mechanikai rezgés csillapítása, a csekély vízgőzáteresztő képesség, esetleg a kisebb nedvességfelvétel. A műanyaghabok szerkezeti felépítésük szerint lehetnek nyílt és zárt pórusúak, vagy ún. integrálhabok, amelyeknek a belső rétege habszerkezetű, felületük azonban tömör műanyag. Sokféle műanyag habosítását végezhetik extrudálás vagy fröccsöntés során. A poliuretánhabokat kifejezetten erre az anyagcsaládra kifejlesztett technológiákkal gyártják, és sajátos módon, előhabosított gyöngyből készítik a polisztirollhabot.

A habszerkezetet kémiai vagy fizikai habosítószerekkel alakítják ki. A kémiai habosítószerek (hajtóanyagok) por vagy granulátum formájú vegyületek, amelyek a feldolgozás hőmérsékletén gáz alakú bomlástermékek (legtöbbször szén-dioxid vagy nitrogén) keletkezése mellett elbomlanak, és ezek a gázok alakítják ki a cellás szerkezetet. A kémiai habosítószerek hátránya, hogy viszonylag drágák, és kevésbé kívánatos melléktermékek is maradnak az anyagban. A fizikai hajtóanyagok inert gázok vagy a feldolgozás hőmérsékletén gáz alakú anyagok, amelyeket extrudáláskor vagy fröccsöntéskor ún. szuperkritikus állapotban közvetlenül a műanyagömlékbe (poliuretánhabok gyártásakor az alapanyagok keverékébe) vezetnek. Fizikai habosítószerekkel könnyebb, homogénebb szerkezetű habokat lehet gyártani, jobb a gyártás biztonsága, és ezek a szerek olcsóbbak is.

Kémiai habosítószerrel fröccsöntött műszerfal egy BMW-típusban

A BMW csoport fejlesztői a BMW 3 típusú gépkocsikba kétéves munka eredményeképpen egy 1,40 x 0,5 m felületű új műszerfalvázat terveztek, amelynek legnagyobb falvastagsága 4 mm. *Az integrálhab szerkezetű elem 1,8 kg-mal könnyebb az elődjénél.* A belül habos, kívül tömör szerkezet erősen hasonlít a csont felépítésére. Alapanyaga a **GE Advanced Materials** cég 20% hosszú üvegszállal erősített poli(fenilén-éter)-e (PPE), a hajtóanyag a **Clariant** cég citromsavalapú terméke. A sorozatgyártásba beállított három fröccsöntő gépet a **Krauss—Maffei** cég gyártotta. Ezek záróereje 40 000 kN, és a biztos zárást a nagy fröccsnyomás ellensúlyozására megerősített hidraulika segíti. A szerszámot a **Mürdner Werkzeug- und Formenbau GmbH** szállította.

A gyártásban alkalmazott technológiát (*SGI, Spritzguss-Integralschaum-Verfahren*) ugyancsak a BMW-nél dolgozták ki. *A hajtóanyagot tartalmazó műanyag-ömlédeket plasztikálás után 20 fűtött csatornán keresztül fröccsöntik be a szerszámba. Ilyenkor a zárt szerszámban mindenütt 2 mm az ömladék számára elfoglalható falvastagság. Ha a szerszám megtelt, a fűvókákat tűk zárják le, megindul a külső réteg megszilárdulása, kialakul a belső nyomás. Amikor a külső réteg szilárdsága elért egy megadott határértéket, a mozgó szerszámfelet 2 mm-re hátrahúzzák. Az emiatt bekövetkező nyomáscsökkenés a még plasztikus belső rétegben lehetővé teszi a hajtóanyag kiterjedését és a habos szerkezet kialakulását. Az elmozdulás irányára merőleges felületek falvastagsága 4 mm-re, a nem merőleges felületek falvastagsága a dőlésszögtől függően 2–4 mm közöttire nő.* A rendkívüli gondossággal optimalizált eljárással a tervezett 70 s-os ciklusidő helyett 65 s-mal sikerült a sorozatgyártást megvalósítani. A nyers vázon utólagos megmunkálással vágják ki a műszerek beépítéséhez szükséges nyílásokat és fűrják ki a csavarhelyeket. A kikészítés során a felületre félkemény PUR-habot visznek fel, és kellemes tapintást adó PUR-réteget szórnak rá. Az eljárást alkalmazni szeretnék a kesztyűtartó, a középkonzol és az ajtóbélés gyártására is. Az SGI technológiát későbbiekben más műanyagok, mindenekelőtt a polipropilén feldolgozására is szeretnék kiterjeszteni.

Műanyaghabok extrudálása fizikai hajtóanyagokkal

Az extrúziós habok gyártásához használt feldolgozó sor elég erősen különbözik a szokásos extrudersortól. A teljesítménytől függően egy vagy két extrudert alkalmaznak. A nagyobb kihozattal dolgozó tandemrendszerekben az első extruderbe táplálják be a habosítószeret és ebben homogenizálják a keveréket; a második extruder feladata a hajtóanyagot tartalmazó ömladék hűtése.

A habosítószer az adagolószivattyú fűvószelepen keresztül nagy nyomással injektálja az ömladékba. A gázmennyiséget a hab kívánt sűrűségének megfelelően állítják be. A gázt a csiga mozgása oszlatja el az ömladékban, homogén eloszlását a diffúzió is segíti. A hengerben a nyomást fenn kell tartani a keverék fűvókán át történő kilépéséig, nehogy idő előtt meginduljon a habosodás. Amikor a keverék kijut a szabadba,

a hirtelen nyomáscsökkenés következtében bekövetkezik a habosodás. A keverékbe vitt gócképző ezt segíti, és jelenléte révén egyenletesebb lesz a habszerkezet.

Poliuretánhabok

A poliuretánhabokat polioloak és izocianátok kémiai reakciója révén állítják elő habosítószerként jelenlétében. Ezek keverékéhez számos más adalékot is adnak a kívánt habtulajdonságok elérése céljából. A külön keverőedényben elegyített anyagokat ezután extrúziós eljárással folyamatosan tömbökké vagy zárt szerszámba fröccsöntve szakaszosan formadarabokká habosítják.

A poliuretánok jó bevált habosítószerai voltak a fluort és/vagy klórt tartalmazó szénhidrogének, de ezek használatát az ózonpajzsra kifejtett káros hatásuk miatt betiltották. Helyettük *szénhidrogént (izobutánt vagy pentánt), ill. szén-dioxidot vagy nitrogént alkalmaznak.* Az utóbbi (inert) gázok előnye, hogy jobban összeférnek a környezettel, kisebb mennyiség kell belőlük, viszonylag olcsók, nem égnek, nem mérgeznek, nem hagynak hátra nem kívánatos reakcióterméket. A szén-dioxid jobban bevált a nitrogénénél, mert jobban oldódik a polimerben, továbbá számos más technológiában melléktermékként képződik. Itt tisztítás, szárítás után nyomás alatt cseppfolyósítható.

A cseppfolyós CO_2 viselkedése erősen eltér a többi hajtóanyagétól. A palackban forráspontközeli állapotban van, könnyen párolog és viszonylag jól összenyomható, ami megnehezíti az adagolást. Az extrúziós habosításkor viszont fontos a pontos adagolás. A korábban a fluor-klór-szénhidrogének adagolására alkalmazott membránszivattyúkat CO_2 -höz is lehet használni, de a gázbuborékok és az emiatt kialakuló üregek elkerülésére a gázt és a szivattyúfejet hűteni kell. Nagyon pontosan adagolható az inert gázok a **Linde** cég *DSD 500*-as szivattyújával.

Nagyon kis sűrűségű habok, mindenekelőtt polietilén- és polipropilénhabok gyártásakor mégis inkább szénhidrogéneket használnak hajtóanyagként. Építőipari XPS hőszigetelő habokat, élelmiszeripari fedéltömítő PE-habokat, módosított PP-ből 200 kg/m^3 alatti sűrűségű habokat azonban inert gázokkal is készítenek.

Poliuretánból azonban CO_2 -vel nagyon könnyű, 20 kg/m^3 -nél jóval kisebb sűrűségű habokat is gyártanak. Ilyen könnyű habokat használ a bútoripar, a szőnyegipar (alsó réteggként), az autóipar (utastéri hangelnyelőként és ülés párnaként).

Szakaszos gyártáskor valamelyik PUR-komponensbe (általában a poliólba) adagolják a szén-dioxidot, közvetlenül a keverőfejbe vezetés előtt. Ennél a technológiánál arra is van lehetőség, hogy egy napi adagot megfelelő tartályban előre összekeverjenek. Műszakilag igényes termékek gyártásakor azonban adagonként, on-line viszik be a CO_2 -t, amelynek mennyisége akár adagonként változtatható. Az utóbbi eljárás-hoz azonban nagyon dinamikus és mégis nagyon pontos adagolóberendezésekre van szükség.

A már említett Linde-féle *DSD 500*-as szivattyú sűrített levegővel hajtott kompresszora akár 500 barral nyomja össze a folyékony CO_2 -t vagy a gáz alakú N_2 -t, és egy szabadalommal védett áramlásszabályozó segítségével az ellennyomás erős ingadozása-
sakor is nagyon pontosan végzi az adagolást.

Mikrocellás habok fröccsöntése

Habszerkezetű formadarabokat régóta készítenek fröccsöntéssel. Ezekhez kémiai habosítószeret alkalmaznak. A hagyományos technológia egy korszerűsített változatát az előbbieken bemutattuk. A kémiai hajtóanyagok hátrányai (melléktermék képződése, alapanyagfüggő típus) legnagyobb korlátja, hogy az általuk kifejthető habnyomás legfeljebb 30 bar, ami nem teszi lehetővé nagyon könnyű habok gyártását, sőt néha arra sem elég, hogy egy bonyolult formájú szerszámot tökéletesen kitöltsön az ömledék.

Az elmúlt években kifejlesztették a fizikai habosítószerekkel – elsősorban szuperkritikus szén-dioxiddal vagy nitrogéngázzal – végzett habfröccsöntést. Ennek első és eddig legjobban elterjedt változata az ún. Mucell eljárás, amelynek számos előnye mellett hátránya, hogy nem ad szép felületet. Több gyártónál próbálták ezt az eljárást továbbfejleszteni, és ma már a Mucell technológiára alapozva többféle habfröccsöntési technológia között választhatnak a feldolgozók.

A Mucell eljárás

A Mucell eljárást az USA-ban a **Massachusetts Institute of Technology** (MIT), Boston) fejlesztette ki, és licencét a **Trexel Inc.** (Woburn, USA) forgalmazza. Az 5–50 µm átmérőjű pórusokból álló habszerkezetnek számos előnye van:

- mérsékli a vetemedést,
- meggátolja a beszívódást,
- csökkenti a tömeget, ezáltal az anyagfelhasználást,
- javítja az ömledék folyóképességét (jól kitölti a szerszám szűk réseit is),
- alacsonyabb ömledék-hőmérséklettel lehet dolgozni (ami megrövidíti a hűtés időtartamát),
- egyenletesebb és egységesebb a szerszámfészekben az „utónyomás”,
- kisebb szerszámzáró erő (kisebb fröccsöntő gép) kell a feldolgozáshoz.

A Mucell technológia alkalmazásához a fröccsöntő gépet a következő eszközökkel kell kiegészíteni:

- plasztikáló csiga hozzá csatlakozó gázbekeverő szakasszal,
- ömledékehenger gázinjektorral,
- gázadagoló egység a szuperkritikus folyadék (SCF) sűrítésére és injektálására,
- eljárás-specifikus szoftver a fröccsöntő gép vezérlésére,
- anyaggyűjtő akkumulátor (opcionális) az optimális fröccssebesség szabályozására.

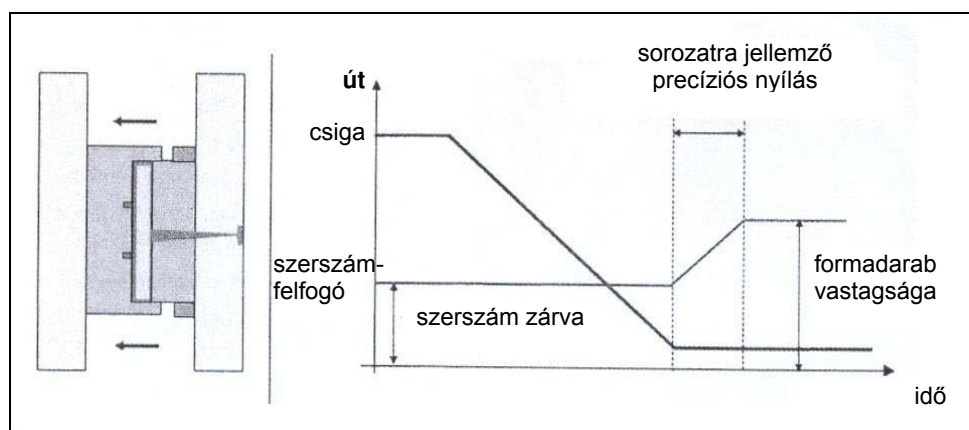
A mai Mucell technológiában az injektor minden egyes „lövethez” ismételtén állítja be a gáznyomást. A szabályozást korábban kézi eljárással végezték, ma ez a Trexel cégnél kifejlesztett ADCP (automatic delivery pressure control) rendszer segítségével, automatikusan megy végbe. A sorozatgyártásban az is fontos, hogy a gázellátó (SCF) rendszer közvetlenül csatlakozik a fröccsöntő gép szabályozórendszeréhez, és

paraméterei a többi gyártási paraméterrel együtt kerülnek be az adattárolóba, ahonnan bármikor előhívhatók.

Az **Engel** cég a Mucell technológia alkalmazását (amelyet *Foammelt* néven kínál) érintőképernyővel kezelhető *CC200* jelű gépvezérlő rendszerével segíti. A képernyőn az eljárást érintő valamennyi fontos paraméter jól áttekinthető formában jelenik meg. A szabadalmaztatott biztonsági rendszer gondoskodik arról, hogy nyitott szerszám mellett ne lehessen nyomás alatt az ömledéket tartalmazó henger.

Amikor a habosítógáz superkritikus állapotban bekerül az ömledékbe, ott azonnal homogén, egyfázisú diszperz oldat keletkezik. A szerszámba fröccsöntve a polimerben oldott gáz a nyomáscsökkenés miatt apró cellakezdeményeket képez. Ezek mikrocellákká formálódnak, és a felhabosodó anyag kitölti a szerszám legszűkebb részeit is. A homogén mikrocellás szerkezet kialakulását nem zavarja a polimerben esetleg jelen lévő töltő- vagy erősítőanyag sem, sőt, a cellák meggátolják a szálérősítés rendeződését, a formadarab tulajdonságai izotróp jellegűek lesznek. A szerszámból kivett formadarab zárt cellás integrálhab, amelynek tömör felülete és pórusos belső szerkezete van.

A Mucell eljárással 5–15%-kal csökkenthető a formadarabok tömege. Jóval nagyobb tömegcsökkenés érhető el, ha az eljárást kiegészítik az ún. *precíziós szerszámnyitással* (levegőztetésnek vagy negatív prégelesnek is nevezik). *Ilyenkor a darab térfogatától és tervezett vastagságától függő mértékben húzzák hátra a mozgó szerszámfelet és hagyják a belül még plasztikus darabot kiterjedni (1. ábra).* Ehhez az eljáráshoz merülőéles vagy keretes szerszám szükséges. A precíziós nyílás párhuzamosságát szabályozzák. Ilyen eljárással PP-ből és PE-HD-ből már 10–12 mm vastag habosított formadarabokat is gyártottak.



1. ábra Mucell eljárás precíziós szerszámnyitással. (Bal oldali kép: merülőéles szerszám „precíziós” nyitással, jobb oldali kép: a szerszámfelfogó lap és a csiga mozgása a ciklusidő függvényében.)

Az **Engel** cég precíziós nyitással elsősorban nagyméretű termékek gyártására kifejlesztett *Duo gépsorozatát* kínálja, amelyekkel nagy felületű darabokat lehet rendkí-

vül egyenletes falvastagság-eloszlással előállítani. A nagy-britanniai **Loadhog** cégnél dolgozik az Engel cég *Duo 1105/1700* jelzésű, 17000 kN záróerejű gépsora 150 mm átmérőjű csigával, amely *jelenleg valószínűleg a világ legnagyobb Mucell gyártóberendezése*. 1200x1000 mm felületű lapokat gyártanak rajta polipropilénből egy többször felhasználható rakodólapfedélhez. (A fedéllel zsugorfólia helyett védik a pántolással rögzített rakományt). Ugyanitt állítottak fel egy *Engel Duo 7050/900* jelű, 9000 kN záróerejű és 105 mm-es csigával dolgozó gépet is, amelyen ugyancsak csomagolóeszközt állítanak elő.

A **Polytec Riesselmann GmbH** (Lohne) a *Porsche Cayenne* és a *VW Tuareg* gépkocsikhoz készít Mucell eljárással kasírozott csomagtartó-béléselemeket 30% üvegszálat tartalmazó PP-ből a **Krauss-Maffei** cég kétkomponensű fröccsöntésre alkalmas *KM650-3500CZ* jelzésű gépén, amelyet a **Trexel** cégtől vásárolt licenc birtokában vásárolt meg.

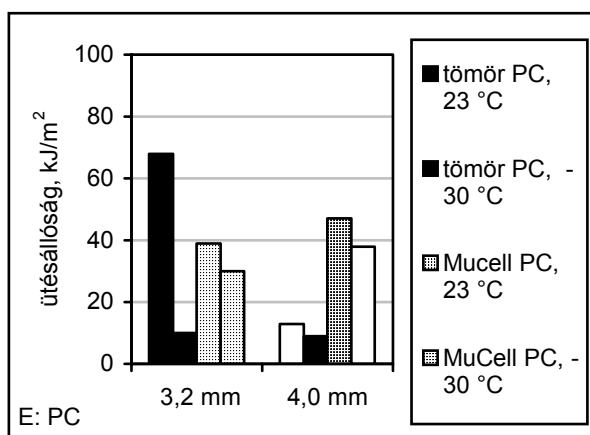
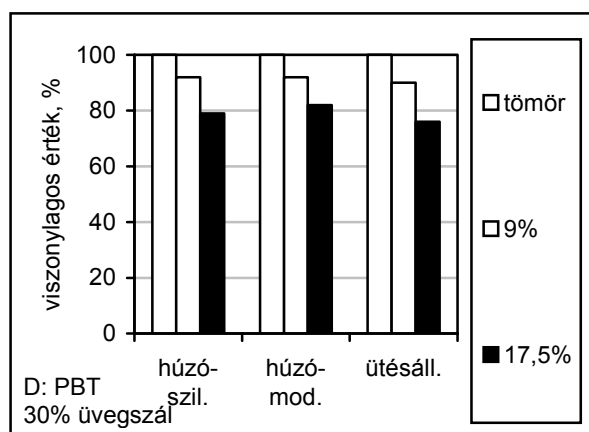
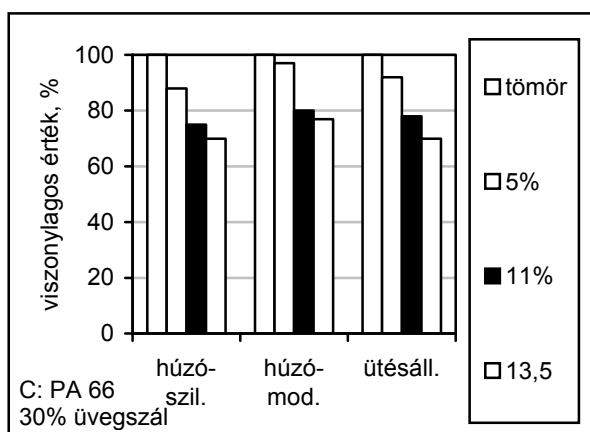
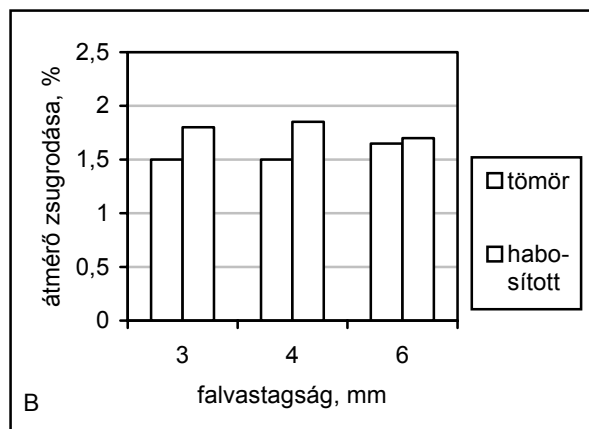
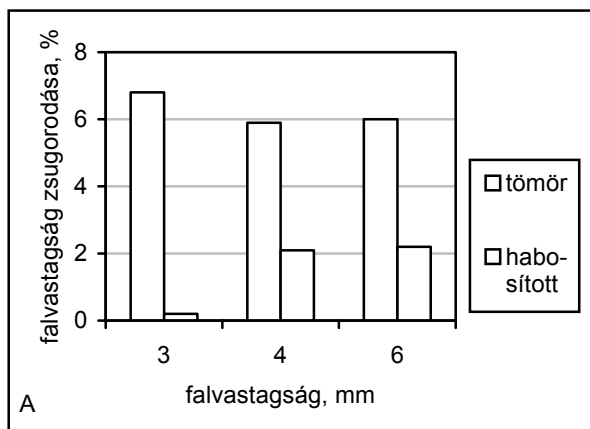
A Mucell eljárással előállított formadarabok számos előnye mellett hátrányuk, hogy nyugtalan, szabálytalan felületük van, ezért csak szem elől rejtett helyen építhetők be. Ezen könnyű segíteni szerszámba helyezett dekorációs fóliával (IMD, in mould decoration) vagy kétkomponensű (2K) fröccsöntéssel. Az Engel cég Mucell technológiához eladott berendezéseinek 20%-át 2K fröccsöntő géppel rendelték meg.

A mikropórusos szerkezetű anyagok tulajdonságai természetesen nem azonosak a tömör anyagéval, és vizsgálatukra az utóbbiakra vonatkozó szabványos módszerek sem mindig alkalmasak, ezért gyakran egyéni módszerekkel mérik tulajdonságaikat. *Általában igaz, hogy a habosítás következtében csökken a rugalmassági modulus, a húzószilárdság, a nyúláshatáron mért húzófeszültség, és a nyúlás abszolút értéke, mégpedig legtöbbször lineárisan – néha akár kétszeresen – a sűrűség csökkenésével. Különösen érzékenyen érintheti a habosítás az anyagok szívósságát.* A hornyolt próbatesten mért ütésállóság vagy a szakadási nyúlás bizonyos esetekben az eredeti érték 80%-ával is kisebb lehet. A nagyon merev, pl. üvegszállal erősített anyagok szívóssága viszont néha nő a habosítás hatására. A 2. ábra habfröccsöntéssel készített darabok zsugorodását, egy üvegszálas poliamid 66 (*Schulamid 66*), egy üvegszálas poli(butilén-tereftalát) (*Schuladur A*, mindkettő a **Schulman GmbH** terméke) mechanikai tulajdonságainak változását mutatja különböző mértékű habosítás (tömegcsökkenés) mellett, továbbá egy polikarbonát (*Makrolon 2805 FBL*, a **Bayer Material-Science AG** terméke) ütésállóságát ábrázolja a habosítás és a hőmérséklet függvényében.

Változatok a fizikai habosítással végzett habfröccsöntésre

A **Massachusetts Institute of Technology** által kifejlesztett és a **Trexel** cég által az 1990-es évek elején megvalósított, fizikai habosítással végzett fröccsöntésnek azóta több változatát fejlesztették ki. Ezek elsősorban a gáz bevezetésének módjában különböznek. Vannak a gázt

- a plasztikáló egységbe,
- a fűvókába vagy annak közelébe és
- egy keverő- és adagolóegységbe bevezető eljárások.



2. ábra Habfröccsöntéssel készített formadarabok tulajdonságai [Egy közelebről meg nem nevezett tömör és habosított műanyag falvastagságának és átmérőjének zsugorodása a falvastagság függvényében (A-B kép), két üvegszálás műanyag (C-D kép) mechanikai tulajdonságainak relatív, ill. egy polikarbonát (E kép) ütészállóságának abszolút változása a habosítás mértékének függvényében. (C-D kép: tömegsökkentés %-a a keretben; E kép: 3,2 mm 20%-os, 4 mm 16%-os tömegsökkentés)].

A Trexel cégnél megvalósított Mucell eljárásban a gázt a plasztikáló csiga mentén, annak harmadik harmadában, közvetlenül az ömledékbe injektálják, és az elosztást a speciálisan kialakított csiga végzi. Hogy erre megfelelő idő álljon rendelkezésre, a szokásos 20 L/D arányú csiga helyett 22-24 L/D arányút alkalmaznak. Mivel a csiga a fröccsöntés és a plasztikálás szakaszában előre-hátra mozog, legtöbbször két fűvókát építenek a gépre; csak az 55 m-nél kisebb átmérőjű csigához adnak egyetlen fűvókát. Az eljárás nem csak új berendezéseken, hanem már meglévő, szokásos fröccsöntő gé-

peken is megvalósítható a szükséges kiegészítő elemek belépítésével. Ezek megvásárolhatók közvetlenül a Trexeltől vagy egy vele partneri viszonyban álló gépgyártótól, pl. az **Engel**, az **Arburg**, a **Milacron** vagy a **Krauss-Maffei** cégtől. A Trexel cégnek Németországban, Gummersbachban van egy technikuma, ahol *az érdeklődők kipróbálhatják a Mucell technológiát*. A cég a technológia kínálatában azt hangsúlyozza, hogy az kellően kiérlelt, számos helyen alkalmazzák sorozatgyártásra. Az autógyártásban a látható felületeknél megkívánt A-osztályú minőséget a **Ferromatik** cégnél kifejlesztett „*monoszendvics*” (tömör külső felület, habosított belső mag) vagy a **Trexelnél** kifejlesztett „*Mucell Gloss*” eljárással lehet elérni.

Az aacheni Műanyag-feldolgozó Intézetben (**IKV, Institut für Kunststoffverarbeitung**) kifejlesztett és a svájci **Sulzer Chemtech AG**-nél (Wintertur) megvalósított *Optifoam* eljárásban *a gázt a csiga és a fúvóka közé beépített elemmel viszik be. Az ömledéket itt két szinterezett pórusos fémhenger közötti néhány mm széles résen hajtják át, és a hajtógázt a hengerek és egy hasonló szinterezett torpedó pórusain keresztül juttatják be a polimerbe. A gázzal telített ömledék azután a Sulzer cégnél már korábban alkalmazott sztatikus keverőn halad át, mielőtt a fúvókán keresztül a szerszámműregbe jutna*. Az eleve finoman elosztatott gáz ilyen módon a rövid út ellenére is nagyon egyenletesen oszlik el a műanyagban. Az eljárást a IKV először a düsseldorfi K2004-es műanyag-kiállításon mutatta be, és 2005 óta sorozatgyártásban alkalmazzák egy nyolcfészkes szerszámmal. Az eljárás a meglévő fröccsöntő gépekre is adaptálható. A szükséges eszközöket meg lehet rendelni a Sulzer cégtől, de gépgyártók is beépítik fröccsgépeikbe. A technológiát a **Sulzer** cégnél, az **IKV**-nál, az **IKW**-nál (**Institut für Werkstofftechnik und Kunststoffverarbeitung**, Rapperswil, Svájc) és a **DuPont** cég genfi technikumában többféle nagyságú fröccsöntő gépen lehet kipróbálni.

Az **Arburg** cég (Lossburg, Németország) fröccsgépgyártásának 50. évfordulóját konferenciával és kiállítással ünnepelte meg. A kiállításon a világon először mutatta be, hogy *folyékony szilikongumit (LSR) is fel lehet dolgozni habfröccsöntéssel*. Egy üvegszál PBT-ből fröccsöntött hat tüérintkezős kapocsléc külső felületét vontta be puha tapintású habosított szilikongumival. Ehhez *Optifoam* eljárást alkalmazott. A fröccsöntő gép a saját *Allrounder 420 C 1000-250* típusú hidraulikus berendezése volt, a gázelosztó rendszert a **Maximator** cég, a szilikongumit a **Dow Corning** szállította.

A **Demag Plastics Group** (Schwaig, Németország) eljárásváltozatát *Ergocell*-nek nevezi. Ebben ugyancsak *a plasztikáló csiga és a fúvóka közé építik be a közelebb-ről nem részletezett kiegészítő berendezést, amely tartalmazza a gázbevezető és -bekeverő rendszert és a hidraulikus fúvókazáró elemet*. A cég szerint az eljárás alkalmazása révén 5–30%-os tömegcsökkenést, 30–80% záróerő-csökkentést lehet elérni. A licencköltség a gyártási költség 1,5–5%-a, és növekedő termékmérettel csökken. Számításaik szerint pl. egy 60 g-os darab gyártásakor a beruházás kb. 7 hónap alatt, 400 ezer darab legyártása után, egy 750 g-os darab gyártásakor két hónap alatt, 70 ezer darab után térül meg.

A **Microcell Polymer Technology** (Bergkirchen-Gründing, Németország) *Microcell*-eljárásához ugyancsak kiegészítő eszközöket kínál. *A hagyományos gépekre szerelendő modul gázadagoló szivattyút, adagolószelepet és saját fejlesztésű „duosze-*

lepet” tartalmaz a gázáram szabályozására. A gázt a csigatérben vezetik az ömledékbe akkor, amikor a csiga az előtérbe szállítja azt. Szabályozórendszerét a fröccsöntő gép szabályozórendszerébe kötik be. Ezzel az eljárással egy gépkocsi 600 g-os kesztyűtartóját gyártják sorozatban kétfélszkes szerszámban egy 8 ezer kN záróerejű fröccsöntő gépen.

Egy japán vállalat, az **Ono Sangyo**, a saját *RHCM* (rapid heat cycle molding) *technológiáját egyesítette a Mucell* eljárással. Az *RHCM* eljárással ugyanis szép felületű darabokat állítottak elő, de nem tudtak megszabadulni a beszívódásoktól. A két eljárás kombinálásával kifogástalan felületű és tökéletesen méretpontos termékeket tudnak gyártani.

Szabadalmi viták

Ha egy műanyag-feldolgozó be akarja vezetni üzemében a fizikai habosítószerrel végzett habfröccsöntést, a műszaki berendezés költségein kívül számítania kell a Trexel cégnek fizetendő licenrdíjra is. Míg a technikai eszközöket általában egy gépgyártótól vásárolja meg, a licenrdmegállapodást legtöbbször közvetlenül a Trexel-lel kell megkötni. Ennek összege függ a formadarab nagyságától, a hab sűrűségétől, a pórusnagyságtól, a feldolgozógép méreteitől stb. A Demag-tól vásárolt Ergocell eljárás eszközei esetében kisebb a licenrddíj, mint a Mucell eljárásában, mert a Trexel nem tart igényt know-how díjra. A Microcell azt állítja, hogy az ő eljárása nem érinti a Trexel szabadalmát, ezért a beruházás csak 30%-a a más eljárások bevezetésekör felmerülő költségeknek.

A **Sulzer Chemtech** is azt javasolta ügyfeleinek korábban, hogy licenrdügyben forduljanak egyenesen a Trexelhez, de eközben sikerült elérnie, hogy az *Európai Szabadalmi Hivatal 2005 áprilisában hatálytalanította a Trexel egyik legfontosabb szabadalmának európai érvényességét. A Trexel fellebezett, és senki nem tudná megjósolni, hogy mi lesz a végső döntés.*

A Trexel azzal érvel, hogy a műszaki részletektől és a végrehajtás módjától függetlenül a szabadalom tárgyát képező eljárás lényege, hogy a szuperkritikus gáz feloldódik a polimerben és egyfázisú rendszert képez vele. A fröccsöntésnek pedig nagy sebességgel kell végbemennie, hogy a kívánt homogén eloszlású és nagyon finom pórusú habszerkezet alakuljon ki.

A Sulzer cég azt állítja, nem bizonyítható, hogy bármelyik eljárásban egyfázisú rendszer képződik, és az ő eljárása nem is nagy sebességű, sőt a nagy sebesség nem is döntő feltétele a megfelelő szerkezetnek. Vita van akörül is, hogy milyen hab nevezhető mikrocellásnak, sőt a Sulzer cég nem is állítja, hogy az *Optifoam* eljárással mikrocellás habot állítanak elő.

Ha az Európai Szabadalmi Hivatal a Sulzer cég javára dönt, az *Optifoam* eljárás európai alkalmazásáért nem kell majd licenrddíjat fizetni. Kérdés azonban, hogy mit kell tenniük az eljárást Európán kívül alkalmazó cégeknek. A Sulzer cég elszánt, és azt hangoztatja, hogy meggyőződése szerint eljárása alkalmazóinak 90%-a világszerte a licenrddíj nélkül jogosan fog azzal dolgozni. Valószínűleg azonban számos vállalat

nem fogja megkockáztatni, hogy az USA-val szabadalmi vitába keveredjen vagy hogy jogtalan szabadalomhasználatért elítéljék.

Végül is a legfontosabb kérdés, hogy mennyibe kerül egy vállalatnak a habfröccsöntés bevezetése, ugyanis az Optifoam eljárás költségei licenrdíj nélkül vagy a Mucell eljárásé licenrdíjjal együtt nem is túlságosan térnek el egymástól. Az Optifoam eljárás on-line folyamatellenőrzés nélkül (amit egyébként a cég ajánlani szokott) 80 000 EUR-nál kezdődik, valamennyi kiegészítővel 100 000–130 000 EUR között van, a felszerelendő gép méretétől függően. A Trexel szerint a licenrdíj (amit egyszer kell kifizetni) 24 000–36 000 EUR közötti összeg egy 125 tonnás gépre, és 60 000–80 000 EUR egy 1000 tonnásra. A licenrdíj általában a teljes beruházás kb. 35%-át teszi ki.

Az Optifoam eljárással kapcsolatban felmerült az a kérdés is, hogy mennyire tartós a gázelosztást végző szinterezett fémhenger, és nem kopik-e el nagyon hamar, ha pl. üvegszálás műanyagot dolgoznak fel vele. A cég szerint nem tapasztaltak különösebb kopást, de elismerik, hogy az élettartamot befolyásolhatja az indítás és leállítás módja, tehát a gépkezelőket meg kell tanítani a rendszer kíméletes használatára.

Összeállította: Pál Károlyné

Polymer foams challenged. = ECN European Chemical News, 83. k. 2165. sz. 2005. okt. 3-9. p. 37.

Praller, A.: Schäumen von Kunststoffen mit Inertgasen. = Kunststoffe, 95. k. 6. sz. 2005. p. 96–99.

Laube, B.: Luftig leicht, doch hoch stabil. Neues Schäumkonzept: BMW Group entwickelt Spritzguss-Integralschaum-Verfahren. = Kunststoff Berater, 2005. 7–8. sz. p. 31–34.

Egger, P.; Fischer, M. stb.: Serienfeste Vielseitigkeit beim MuCell-Spritzgießen. = Kunststoffe, 95. k. 12. sz. 2005. p. 66–70.

Hachmann, A.: Schäume mit Ambitionen. Optimierte Werkstoffe und Anwendungen für MuCell-Technologie. = Plastverarbeiter, 56. k. 8. sz. p. 66–68.

Formstabilität ohne Verzug. Mucell-Technology. = Plastverarbeiter, 56. k. 3. sz. 2005. p. 53.

MuCell bringt Qualitätssprung. Polytec Riesselmann steigt in physikalisches Schaum-Spritzgießen ein. = K-Zeitung, 2004. márc. 6–18. p. 22.

Michaeli, W.; Cramer, A.; Herold, A.: Der Schlüssel zum Schaum. Herstellung von physikalisch getriebenen Schäumen im Spritzgießverfahren. = KunstStoffTrends, 2005. 1. sz. p. 10–11.

Laube, B.: Schaum mit technischer Vielfalt. Die Entscheidung für physikalisch Schäumverfahren fordert die Kalkulation mit mehrerer Faktoren. = Kunststoff Berater, 2005. 12. sz. p. 23–27.

Knights, M.: First foamed LSD molding uses direct gas injection. = Plastics Technology, 52. k. 6. sz. 2006. p. 44, 49.

Combined technologies produce high-gloss parts. = Plastics Engineering, 2005. ápr. p. 53.

Smith, Ch.: Bubbling under. Inside view on MuCell foam moulding and its Optifoam challenger. Just what sets these two technologies apart? = European Plastics News, 32. k. 8. sz. 2005. szept. p. 19.