A műanyag-feldolgozás új útjai

A fejlett országok csak akkor tudják megőrizni versenyképességüket, ha egészen új technológiákkal és termékekkel lépnek a piacra. Érvényes ez a műanyag-feldolgozásra is. A legnagyobb a fejlődés ezen a területen a fröccsöntésben figyelhető meg. A többkomponensű fröccsöntés ma is élő gyakorlat, de lehetőségei még nincsenek teljesen kihasználva. Új próbálkozás ennek a technológiának társítása más műanyag-feldolgozó vagy akár fémfeldolgozó technikákkal.

Tárgyszavak: műanyag-feldolgozás; többkomponensű fröccsöntés; csomagolástechnika; rekeszgyártás; fogkefe; gyártástechnológiák kombinálása.

A gyártási technológiák kombinálása egymással

A magas bérszínvonalú fejlett országok csak akkor tudják megőrizni jelenlegi szintjüket, ha termelésük gazdaságos marad. Ehhez nem elegendő a mai termékek és technológiák továbbfejlesztése, hanem *egészen új ötletekre és újszerű gyártásmódokra van szükség.* Ilyen pl. a ma már alkalmazott, de a lehetőségeket még messze ki nem használt többkomponensű fröccsöntés. Másik útja az a már élő gyakorlat, hogy egyetlen formadarabba több funkciót építenek be. A hagyományos feldolgozási eljárásokkal ezt nem lehet megvalósítani. A műanyag-feldolgozásban – ezen belül is elsősorban a fröccsöntésben – olyan különleges, új ötleteket váltottak valóra, amelyek révén különböző gyártási eljárásokat tudnak egymással kombinálni és egyetlen lépésben elvégezni, ill. a formadarabot több funkció elvégzésére tehetik alkalmassá. Példaként szolgál erre a világsikert aratott magyar bűvös kocka, amely azt illusztrálja, hogy a feldolgozási eljárásokat szinte korlátlan számban lehet egymással társítani.

Példák a többkomponensű fröccsöntésre

Formatervezett italos rekeszek gyártása

A söröspalackok szállítására használt farekeszeket az 1970-es években kezdték kicserélni jóval könnyebb műanyag rekeszekre. Ezek az egy darabban fröccsöntött, jellegtelen termékek az első időkben hasonlítottak a farekeszekre; a fogantyú falvastagsága nem volt nagyobb a rekesz falánál, éles szélei pedig bevágódtak a szállítómunkások tenyerébe. Ezért elkezdték a rekeszek formatervezését, a fogantyú vastagabbá, kerekebbé, kellemesebb fogásúvá vált. Az ilyen fogantyúkat a rekesz fröccsön-

tésekor gázinjektálással kör vagy ellipszis keresztmetszetű üreges testté fújták fel, vagy sűrű bordázattal merevítették. Ha az első eljárást választották, fröccsöntéskor tolattyúval zárták el az ömledék útját, ha a fogantyút formázó szerszámüreg félig megtelt, majd nitrogénnel alakították üreges testté. Ha bordázott fogantyút készítettek, a felhalmozódott műanyag gyorsabb lehűlését jó hővezető fémötvözetből készített szerszámelemekkel gyorsították.

Az ilyen fogantyú már sokkal kényelmesebb volt, mint a korábbi, de ugyanabból a rideg anyagból készült (PP-ből vagy PE-HD-ből), mint maga a rekesz. A következő lépés a fogantyú rugalmasabbá tétele volt, ami nemcsak kellemesebb tapintást, hanem a tenyérrel érintkező nagyobb felülete révén jobb tehereloszlást is eredményezett. Ebben már szerepet kapott a kétkomponensű fröccsöntés.

Nem kellett hosszú idő ahhoz, hogy a palackozott italok forgalmazói felismerjék a rekeszek adta marketinglehetőséget. A rekeszeken megjelentek a cégjelzések, a rekeszek formatervezése pedig már nemcsak a kényelmet, hanem a figyelemfelkeltést is szolgálta. A rekeszek feliratozására magától adódott az ún. *szerszámban díszítés,* amikor egy előre nyomtatott fóliát fektetnek a formázószerszámba, és erre fröccsöntik rá a műanyagot. A címke ezután eltávolíthatatlan része lesz a rekesznek. Ennek továbbfejlesztett változatában a címke köré egy második, eltérő színű műanyagréteget visznek fel.

Az ilyen mutatós rekeszek gyártásához különleges fröccsöntő gépre és szerszámra van szükség. Az ausztriai **Haidlmark Werkzeugbau GmbH** (Nußbach) ma a rekeszgyártás szerszámainak gyártásában a világelső. A cég kezdettől fogva foglalkozik az ilyen szerszámok gyártásával, és többféle eljárás megvalósításában működött közre.

A kétféle anyagból álló rekeszt a legegyszerűbben ún. *betétes eljárással* lehet elkészíteni. Ilyenkor a rekesz alsó tárolóládáját és a pl. rugalmas anyagból tervezett fogantyút magába foglaló felső részt külön-külön gépen alakítják ki úgy, hogy az előre elkészített darabot (általában a kisebb tömegű fogantyút) behelyezik a másik fröccsgép szerszámába, és arra fröccsentik rá a rekesz alját. Ennek a viszonylag olcsó, és hagyományos gyártóberendezésekkel is megvalósítható technológiának hátránya, hogy nagyon gondosan kell kiválasztani az összeillő műanyagokat, és különleges figyelmet kell szentelni a gyártási folyamat ellenőrzésére. A kisebb tömegű, de már kihűlt, ezért zsugorodott alkatrész a vele érintkező forró ömledék hatására részlegesen megolvadhat, a befagyott feszültségek felszabadulása miatt deformálódhat. Az egykomponenses fröccsöntéshez képest a ciklusidő is megnövekszik, mert a betét szerszámba helyezése 10–12 s-ig is eltarthat, és a teljes ciklusidő általában 52–60 s-ra növekszik.

Ha a rekeszre a rugalmas fogantyún kívül dekorelemeket is fel kell vinni, a rekesz alsó részét készítik el előre, majd ezt helyezik egy második fröccsöntő gép szerszámába betétként, ahol ráviszik a dekorfóliát, azt körülfröccsöntik egy második műanyaggal, és egyúttal kialakítják a fogantyút is. Az alapforma átrakását az egyik gépből a másikba végezhetik emberi erővel (akár köztes tárolás után is), de automatikus átrakása is lehetséges. Automatikus feldolgozáskor a két gép eltérő ciklusidővel dolgozhat. Ezért célszerű lehet pl. két alsó részt gyártó gépet egy címkéző-körülfröccsöntő géppel összekapcsolni.

A ciklusidők összehangolásának, a zsugorodás okozta deformációnak és az összeépülés megfelelő szilárdságának gondja sokkal kisebb, ha a gyártó az *egylépcsős kétkomponensű fröccsöntést* választja. A kisebb tömegű, kisebb térfogatú elemhez a második műanyag ömledékét a főgép mellé L alakban állított vagy a főgépre szerelt plasztikáló egységből vezetik a formázást végző szerszámba. Az ilyen szerszámban két egymástól elkülönített fűtött csatornarendszer és egy tolattyú van, amely csak a második anyag beáramoltatásakor nyílik ki az ömledék számára. Ennek az eljárásnak az előnyei meghaladják a bonyolult technika okozta hátrányokat. Az egylépcsős eljárásban a teljes darab egyszerre hűl le, ami csökkenti a vetemedés veszélyét, és könnyebben épül össze a kétféle műanyag. A betétek behelyezési idejének kiesése következtében egy rekesz előállításának ciklusideje 40–45 s. Egylépcsős többkomponenses eljárással nemcsak a fogantyúrész alakítható ki, hanem a rekesz külső falára is felvihető egy második műanyag. Ilyenkor a főtolattyúba további segédtolattyúkat kell beépíteni.

A legújabb technikában elforduló szerszámlapokat alkalmaznak. A nagyméretű kétkomponenses fröccsöntő gépeken van egy szerszámfelfogásra szolgáló forgó modul (Drehmodul), azaz egy elfordulásra képes lap (Wendeplatte), amelyet a szokástól eltérően nem a mozgó szerszámfelfogó lapra, hanem a gépkereten belüli térben mozgó szánra szerelnek fel. A szerszámfelfogó lapokon két egymással ellentétes irányú, vízszintes fröccsegység található. Ehhez a rendszerhez a **Haidlmair Werkzeugbau GmbH** speciális elven alapuló szerszámkonstrukciót fejlesztett ki.

Az elfordítható lapra két azonos szerszámfelet szerelnek fel, amelyekben a mag a rekesz formájának felel meg. 1. állásban a zárt szerszámba a rekesztest anyagát fröccsöntik, szerszámnyílás után a lap 180°-os fordulattal a 2. állásba kerül, az ismét bezáródó szerszámba ilyenkor a második anyagot fröccsentik be. Ezzel az eljárással rendkívül bonyolult tervezési elképzelések is megvalósíthatók. A hasonló célokra alkalmazott forgóasztalos gépek a rekeszek nagy mérete és tömege miatt nem voltak alkalmazhatók.

A **Haidlmair** cég a *2007-es düsseldorfi műanyag-kiállításon* két helyen is – a saját standján és az **Battenfeld** cég fröccsöntő gépeket kiállító standján – bemutatta ezt az új technológiáját. A kiállításon egy szerszámtárolásra ajánlott dobozt gyártottak, amelynek falába átlátszó PP-ből két ablakot építettek be. A második műanyag befröccsentésére a mozgó szerszámfél közelében L-alakban helyezték el az ömledéket szolgáltató gépet. Az ablakok formálására beépített szerszámfészkeket hidraulikus tolattyú nyitotta és zárta. A doboz egyedi arculatát oldalára vitt nagyméretű dekorfóliával adták meg. A dekorfóliát kezelőberendezés fektette a szerszámba. A doboz tetején található kellemes fogású, sima felületű, körkeresztmetszetű fogantyút gázinjektálással alakították ki. Egy másik mintadarabot is bemutattak. Ennek a rekesznek teljes felületét átölelte a második műanyag.

Elektromos fogkefe gyártása csúcstechnológiával

A **Philips Oral Health** cég az amerikai piacon forgalmazza *Onyx* márkanevű elektromos fogkefe-családját, amelynek műanyag tartószerkezetét, betétjét és fedelét a

Camo cég saját maga által készített szerszámában állítja elő. Az elektronikát és a többi szükséges alkatrészt a Philips cég szereli be. A fogkefe a szokásos kefén kívül ultrahangos eszközt is tartalmaz, fogantyúja pedig fogkrémet adagol, és még egy második fogkrémes tubus is van benne. *A felfutás periódusa után 1,2 millió ilyen csúcsfogkefe évi eladására számítanak.*

A Camo cég a gyártáshoz az **Engel** cég egy háromféle színű anyag fröccsöntésére alkalmas és egy standard 1100 kN záróerejű fröccsöntő gépét alkalmazza.

A megvastagított nyél fedelét négyfészkes kétkomponenses vagy 4+4-fészkes szerszámban gyártják. A fedél kétféle műanyagból készül: a kemény rész átlátszó ABS-ből, amely csillámló hatást keltő adalékot tartalmaz, a rugalmas rész pedig SEBS-ből. A szerszám mozgó részén hidraulikusan forgó lapon helyezkednek el a magok, amelyek mindenkor a fröccsciklusnak megfelelő helyzetbe kerülnek. A másodikként a szerszámba juttatott rugalmas műanyagot úgy kell elteríteni, hogy az a négy fűtött beömlőcsatorna beömlési pontjának nyomát elfedje.

A három komponensből felépülő betéteket 4+4-fészkes szerszámban fröccsöntik; az alapformát átlátszó ABS-ből, lágy komponenesekként kék és zöld színű SEBS-t használnak. A talpszerű tartószerkezet anyaga ABS/PA keverék.

A gyártás tisztatérben, ionizált levegővel végzett antisztatizálás mellett folyik.

Különböző technológiák alkalmazása egy lépésben

A különböző technológiák társításának jó példája a *Dolphin-eljárás*, amelyben a *hagyományos fröccsöntést és az azt követő habréteg felvitelét végzik el egy lépésben, ugyanabban a szerszámban.* Az eljárás leglényegesebb eleme egy bonyolult felépítésű, elfordítható etázsszerszám, amelynek elfordítható szerszámfelébe „lélegző” fészkeket illesztettek be. Ebben a szerszámban a tömör műanyag formadarabra kitűnő felületi minőségű hőre lágyuló műanyaghabot visznek fel. Az **Engel Austria GmbH** (Schwertberg, Ausztria) a K’2007-en mutatta be az eljárást. A düsseldorfi kiállításon személygépkocsiba szánt kartámaszt gyártottak, amelynek vázát üvegszálas poli(butilén-tereftalát)-ból (PBT) fröccsöntötték, a támasz felületére pedig fizikai eljárással habosított hőre lágyuló poliészterelasztomert (TPE-E) terítettek. A 2+2-fészkes elfordítható etázsszerszámot a **Georg Kaufmann Formenbau AG** (Busslingen, Svájc) készítette.

A **Ferromatic Milacron Maschinenbau GmbH** (Malterdingen) és a **Foboha GmbH** (Haslach) ugyancsak az elfordítható etázsszerszámok alkalmazásának lehetőségeit vizsgálja. Egy ilyen elven dolgozó kocka alakú, 6+6+6+6-fészkes szerszámban állítottak elő zsanérokat WC-fedelekhez. Az eredetileg hat alkatrészből összeszerelt zsanérokat rugalmas TPE-be ágyazott PP-vel egyetlen lépésben tudták elkészíteni.

A **KraussMaffei Technologies GmbH** (München, Németország) már hosszabb idő óta ajánlja ügyfeleinek a *Skinform eljárást*, amelyben ugyancsak hőre lágyuló hordozóra reaktív poliuretán habrendszert visznek fel. Ez alkalmas pl. puha tapintású fejtámaszok készítésére. A gépgyártó cég egy hasonló, de más célra kifejlesztett *Coverform eljárásában* amorf hőre lágyuló hordozóra átlátszó reaktív akrilgyantát ön-

tenek. A KraussMaffei cég az **Evonik Degussa GmbH**-val közösen az utóbbi eljárást mutatta be a K'2007-en.

Kompaundáló berendezések és fröccsöntő gépek kombinációját a piacon több gépgyártó kínálja vevőinek. A **KraussMaffei** cég *Injection Molding Compounder (IMC) eljárása azonban az első, amelyben a kompaundálás magában a fröccsgépben megy végbe.* A cég egy elcsavarodás elleni támaszt készített kétkomponensű fröccsöntéssel, ahol a vázanyag üvegszálas PA, az arra felvitt anyag gumielasztikus poliuretán (TPU, az **Elastogran GmbH**, Lemförde, Németország terméke) volt. Az eredetileg hőre lágyuló poliuretánba a gépbe épített keverő dolgozta be a gumiszerű állaghoz szükséges térhálósítót.

Az extrudálás és a fröccsöntés kombinációját fejlesztette ki az **Ingenieurbüro Steiner** és a **Hybrid Composite Products** (mindkettő az ausztriai Spielbergben található). Az *Exjection*-nak elnevezett ötletes eljárásban először egy magszerű betétet fröccsöntenek, amelyet egy viszonylag hosszú extrudált profilban helyeznek el. Ezt a formát önmagában sem fröccsöntéssel, sem extrudálással nem tudták volna létrehozni.

A felsorolt eljárások csak példák a fröccsöntés fejlesztési irányának érzékeltetésére. Ezeknek a csíráit legtöbbször az aacheni Műanyag-feldolgozó Intézet (**Institut für Kunststoffverarbeitung**, **IKV**) dolgozta ki. Az intézet a többkomponensű fröccsöntésben szerzett tapasztalatait egy új kutatási terv keretében a műanyag formadarabok további funkcionalizálásában akarja felhasználni. *Elsősorban a villamosan vezető műanyag elemek gyártásának módját, továbbá a nyomás alatti fémöntés és a fröccsöntés kombinációját fogják tanulmányozni.*

A kétkomponensű fröccsöntés tágabb értelmezése

A műanyagok alkalmazásának kezdeti időszakában a műanyagok és a fémek egymás versenytársai voltak. Ma az a cél, hogy hibridtechnikával mindkét anyagfajta előnyös tulajdonságait egyesítsék egy formadarabban. A fémek és a műanyagok társítása nem szokatlan gondolat; betétként, villamosan vezető rétegként régóta alkalmaznak műanyagokat és fémeket egyetlen darabban vagy darabon. (Példa erre a 3D-MID technika). A jelenleg alkalmazott eljárások azonban több (néha sok) lépésből állnak (meleg prégelés, lézerstrukturálás, nemesítés stb.).

Az „integratív gyártási eljárások magas bérszínvonalú országok számára" című kutatási programjában az *IKV újra akarja értelmezni a többkomponensű fröccsöntés fogalmát.* A műanyag-feldolgozás határait kitágítva a műanyagok fröccsöntését a fémek nyomás alatti öntésével akarja ugyanazon a gépen és ugyanabban a szerszámban kombinálni.

A felhasználás céljától függően ennek alapvetően két módja lehet. Az egyikben a cél a villamosan vezető pályák beépítése a műanyagba. Ilyenkor először a műanyag hordozót fröccsöntik, majd ennek felületére fröccsöntik az olvadt fémet. A műanyag hőterhelésének mérséklése érdekében alacsony olvadáspontú fémeket, pl. a kiolvasztható fémbetétekhez bevált ón/cink ötvözeteket használják, amelyek olvadáspontja a műszaki műanyagok (PA, PES, PPS, PPA) olvadástartományába esik. A másik eljá-

rásmódban először a fémszerkezetet (alumínium- vagy magnéziumszerkezetet) készítik el, erre fröccsöntik rá a csatlakozókat és az erősítőelemeket.

A kétkomponensű fröccsöntésben jól beváltak az előtolással dolgozó szerszámelemek, de a fémek nyomás alatti öntésében ilyen eljárást eddig nem alkalmaztak. A fémöntésben – a fémfajtától és a felhasználás céljától függően – alkalmazhatnak meleg- és hidegkamrás technológiát. A melegkamrás gépeken csak alacsony olvadáspontú fémeket lehet kis fröccstömeggel feldolgozni. A hidegkamrás gépeken szinte valamennyi nemvasfém (pl. alumíniumtartalmú ötvözetek) önthető nyomás alatt.

Ebből következően, ha fémvázra kell a műanyagot fröccsönteni, egy hidegkamrás, nyomás alatti fémöntő berendezést kell kiegészíteni egy eltolással dolgozó fröccsöntő egységgel. Ha ellenben a korábban formázott műanyagra kell fém vezetőpályákat fröccsönteni, az eltolással dolgozó elemet újra kell tervezni. A nagyon filigrán vezetőpályák miatt a egyszerre fröccsöntött fémadag tömege nagyon kicsi. A műanyagok mikrofröccsöntésére és a fémek melegkamrás nyomás alatti öntésére támaszkodva az **IKV**-ban a **Sructoform GmbH**-val közösen egy dugattyús szerkezetet állítottak elő, amelyben külön-külön dugattyú végzi az adagolást és a fém öntését. Az első próbák során ez az elv jól bevált, mind az adagolás, mind pedig a vezető pályák fröccsöntése pontosan reprodukálható volt.

Az előkísérletek alatt bevált elvek alapján kifejlesztették a hibrid többkomponensű eljárásokat. A többkomponensű szerszámok felépítésében alkalmazott eljárásokat (forgó mechanika, transzfertechnika) hozzá kellett igazítani a hibrid eljárásokhoz. A legérzékenyebb paraméter a hőmérséklet volt; nem lehetett túl magas, nehogy károsítsa a műanyagot, és nem lehetett túl alacsony, hogy a fémömledék végig tudjon haladni a viszonylag hosszú folyási utakon.

Próbatesteken kipróbálták, hogy ha a műanyagot fröccsöntik a fémre, a fémfelület plazmakezelése vagy lézeres strukturálása javítja-e a fém és a műanyag tapadását. Azt tapasztalták, hogy a műanyag akkor tapad jól a fémfelülethez, ha az strukturálva van és kellően meleg. Ilyenkor a műanyagolvadék jobban behatol a fémfelület mélyedéseibe. Azt is tanulmányozták, hogy mi befolyásolja a vezető pályák hosszának és vastagságának viszonyát, ha a fémet viszik fel a műanyagra. Itt a legfontosabb az optimális hőmérséklet volt, emellett lehetett a leghosszabb folyási utat és a legkisebb keresztmetszetet elérni.

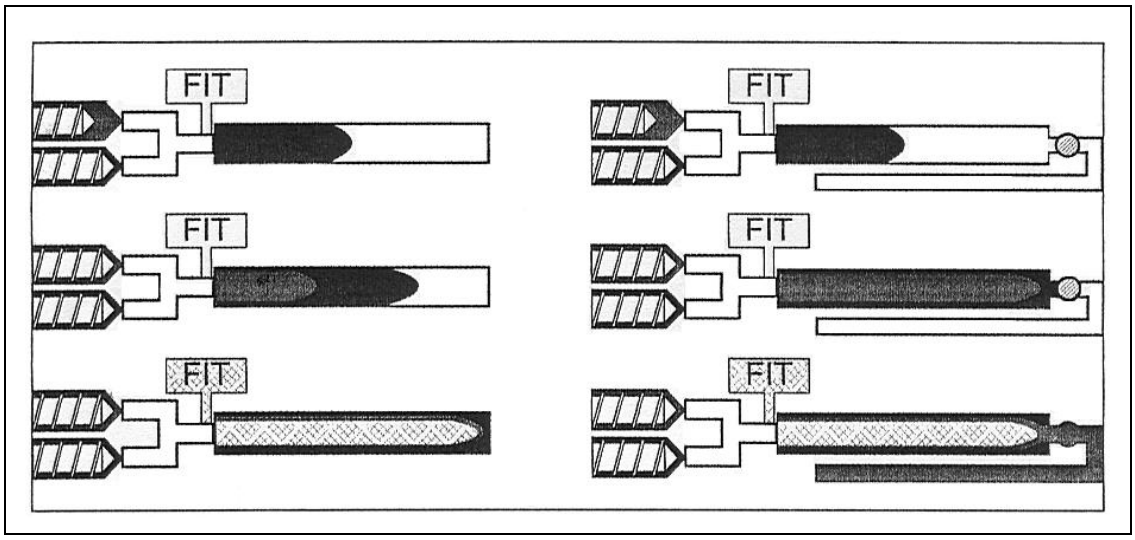
Többfunkciós médiavezetékek előállítása

A *folyadékinjektálásos technika (FIT)*, nevezetesen a gázzal és vízzel segített fröccsöntés (GIT, WIT) az utóbbi években egyre jobban terjed, mert nemcsak a fröccsöntés formaadási lehetőségeit szélesíti, de különösen a fogantyúk és a folyékony közegek szállítására szolgáló vezetékek gyártásakor költségmegtakarítást is eredményez.

A többkomponensű fröccsöntés és a FIT kombinálásával helyenként változó tulajdonságú üreges testeket lehet teljesen automatikusan gyártani. Ez az IKV-ban kifejlesztett eljáráskombináció új és nagy lehetőségeket ad a termékfejlesztésben és a költségcsökkentésben. A felhasználási területtől és az ezzel összefüggő tulajdonság-

együttestől függően különböző eljárásokat lehet társítani, és az üreges testeket többféle anyagból lehet elkészíteni.

Példa erre a *FIT és a szendvicsfröccsöntés kombinálása, amellyel kétrétegű üreges testeket készítettek.* A szendvicsfröccsöntés hagyományos alkalmazásához hasonlóan a belső magot itt is az előzőleg a szerszámba nyomott héjanyagba fröccsentik be, de ezután némi késleltetéssel a magba injektálják a folyadékot, amely a belső üreg kialakításával párhuzamosan létrehozza a kétrétegű falat. Alkalmazhatnak mellékü reges szerszámot is; ilyenkor héj- és maganyaggal teljesen kitöltik a szerszámot, amelyből a folyadék beinjektálása után a héjanyag feleslege a melléküregbe nyomul *(1. ábra)*. Az egyszerű felfújással szemben a melléküreges eljárásban utónyomást is lehet alkalmazni, ami megkönnyíti a vékony falú csatlakozóelemek kialakítását. Ez a technológia megengedi, hogy a külső réteget olyan műanyagból készítsék, amely alkalmatlan ugyan a FIT eljáráshoz, de mechanikai szilárdságot, esetleg hőállóságot, csökkentett éghetőséget ad a terméknek, a belső réteg viszont lehetővé teszi a folyadék injektálását, emellett biztosíthatja a gyártmány vegyszer- és hidrolízisállóságát, jó záróképességét, sima belső falát. A kétféle műanyag felhasználásával esetleg költséget is meg lehet takarítani.



1. ábra A szendvicsfröccsöntés és a folyadékinjektálás kombinálásának kétféle módja (melléküreg nélkül: bal oldali képsor; melléküreggel: jobb oldali képsor)

Üreges testek szakaszonként változó tulajdonságokkal

A biinjekciós technika és a FIT társításával szakaszonként változó tulajdonságokkal (optikai tulajdonságok, rugalmasság, stabilitás, hőalaktartóság stb.) rendelkező üreges testeket is elő lehet állítani. Rugalmas műanyag szakaszok beiktatásával pl. csökkenthető egy médiavezeték vibrációja, kemény műanyag szakaszok növelik a ve-

zeték szilárdságát, hőállóságát. A változó tulajdonságú szakaszok megkönnyíthetik a szerelést is. Ez az eljárás is kiegészíthető további műveletekkel. Az IKV-ban egy háromrészes, kemény/rugalmas/kemény szakaszokból álló vezetéket melléküreget is tartalmazó szerszámban készítettek el. A csőszerszám mindkét végébe a kemény műanyag, középső szakaszába a rugalmas műanyag ömledékét fröccsentették be, majd néhány másodperc múlva a cső egyik végén (1. szakasz) vezették be a folyadékot (vizet). Ez a kemény műanyag még folyékony ömledékét a 2. szakasz felé nyomta, és azon áthatolva az átmeneti szakaszban kétrétegű csőfalat alkotott, majd a 3. szakaszon is áthaladva kialakította a cső belső üregét. A 3. szakaszból a felesleges (kemény) műanyag eközben a melléküregbe áramlott. A benyomuló víz hatására a különböző műanyagok érintkezési tartományában azok egymással keveredtek és megfelelő szilárdságú kötést eredményeztek. Ehhez természetesen egymással jól összeférő és keveredő műanyagpárt kell választani.

Kellemes tapintású fogantyúk PUR-RIM technikával

Biztos fogású, mégis kellemes, bőrszerű tapintású fogantyúkat a hőre lágyuló műanyagok fröccsöntésének és a PUR-RIM technikának (poliuretánok reaktív fröccsöntése) az egyesítésével lehet gyártani. Ez a gyártásmód lényegében a szendvicstechnika egy változata, amikor a formadarab hőre lágyuló magját poliuretán „bőr” borítja. Az előbbi a szilárdságot, az utóbbi a kellemes érzést és esetleg a rezgéscsillapítást szolgáltatja. Ilyen fogantyúk gyártásához a **Ferromatik Milacron Maschinenbau GmbH** (Malterdingen) *K-Tec 200 S/2F* típusú fröccsöntő gépét és a **Hennecke GmbH** (St. Augustin) *Baseline* típusú nagynyomású reaktív fröccsöntő gépét kapcsolták össze. Elsőként a PUR elasztomert fröccsentették a szerszámba, amelyet csak részlegesen töltöttek meg. Ezután a megmaradt üreget a hőre lágyuló műanyag ömledékével töltötték ki.

Poliuretánként a **Bayer Material Science AG** (Leverkusen) cég egy felületi rétegek szórással való kialakítására kifejlesztett egykomponensű PUR-készítményét (*Baytec Reactiv*) alkalmazták, amelyben az előre bekevert amin térhálósító indítja meg a térhálósodást és ennek következtében a viszkozitásnövekedést. Így a PUR-réteg vastagsága a szerszám belső felületén egyenletes marad. A belső magot PA+ABS keverékből (*Novodur*, a **Lanxess AG**, Leverkusen terméke) készítették. Az IKV azon dolgozik, hogy ezt az eljárást a FIT technikával kombinálja, és ezáltal lehetővé tegye a többkomponensű üreges testek PUR fedőréteggel való ellátását.

Összeállította: Pál Károlyné

Lichtenwöhrer, Th.; Gradauer, R.; Bauer, R.: Vier Wege zum Mehrkomponenten-Flaschenkasten. = Kunststoffe, 97. k. 10. sz. 2007. p. 216–221.
Kisten in Bestform. Haidlmair mit modernen Flaschenkästen und Containern. = K-Berater, 52. k. 10. sz. 2007. p. 35.
Becker, U: Für strahlend weisse Zähne. = Plastverarbeiter, 58. k. 1. sz. 2007. p. 20–21.
Michaeli, W.; Grönlund, O.; Neuss, A.: Kombinieren ohne Grenzen. = Kunststoffe, 98. k. 7. sz. 2008. p. 39–45.