

Fröccsöntés – irányzatok és újdonságok

Az európai műanyag-feldolgozók, gép- és vezérlésgyártók képviselői együtt vitatták meg a fröccsöntés fejlesztési lehetőségeit és az előrelépés korlátait. Az Európában maradó magasabb értékű termékek gyártása újfajta gondolkodást és az eddigieknél még szorosabb partneri együttműködést kíván meg a szektor szereplőitől.

Tárgyszavak: fröccsöntés; gépgyártás; automatizálás; fejlesztés; vezérlés; szabadalom; trend.

Hogy látják a fröccsöntés jövőjét a szakértők?

Az egyik rangos német szakmai folyóirat és az IEE szervezésében Heidelbergben kerekasztal-beszélgetésre hívták meg a műanyag-feldolgozó, a gépgyártó és a vezérléstechnikát fejlesztő szakembereket, hogy fejtsék ki véleményüket a fröccsgépek fejlesztésnek jelenéről és várható közeljövőjéről. Az európai szakértők egyben feltétlenül egyetértettek: *ahhoz, hogy az európai műanyag-feldolgozás versenyképes maradjon, a legmodernebb műszaki megoldásokra van szükség.* Bármilyen termékről legyen is szó, a jelszó mindig ugyanaz: gyorsabban, rugalmasabban, gazdaságosabban! Mindehhez az automatizálás hatékonyan hozzájárulhat. A feldolgozók az automatizálás megválasztásának kérdését a gépgyártóra vagy annak beszállítójára szeretnék hagyni – van elég bajuk a termeléssel. Az automatizáláson mindenki kicsit mást ért: a feldolgozó a robotok alkalmazását, a vezérlésfejlesztő a vezérelhető gépelemeket, a gépgyártó pedig valahol a skála két vége között lavírozik. Ahhoz, hogy a közvetítés a két műszaki világ között sikeres legyen, meg kell találni a közös nyelvet. A feldolgozó számára lényeges szempont, hogy a termék ne csak „kiessen” a fröccsöntő gépből, hanem automatikusan, állandó minőségben jusson el a szerelési és/vagy a csomagolási fázisba. A gépgyártók korábban hajlamosak voltak csupán a gépek mechanikai működésére koncentrálni, de az utóbbi időben egyre inkább integrált, a vezérlést is felölelő szemléletet alakítottak ki, mert a vevők (a feldolgozók) egyre inkább rendszermegoldást kívánnak. Az **Engel** pl. arról számolt be, hogy gépeinek kb. 1/3-ához ma már robotokat is szállít.

Hatékonyság vagy rugalmasság?

Vannak előnyei annak a Japánban alkalmazott módszernek is, hogy egy cég gyárt feldolgozógépet, robotot és perifériákat is – mind egységes elvek alapján, mert ez

megkönnyíti az alkotóelemek rendszerbe szervezését. A záróegységet, a szerelő- vagy csomagológépet rá lehet „fűzni” a robotok különböző tengelyeire. A teljes kompatibilitás csak egyazon gyártó különböző termékei között áll fenn, ezért sajnos ez a megoldás egyelőre Európában nem alkalmazható. Európában amúgy is ritka a teljesen új gyártósorok építése, itt inkább arra van igény, hogy a már meglévő gépeket, gépsorokat szereljék fel kiegészítő egységekkel. Az európai vevők amúgy sem szeretnek mindent egy szállítóra bízni, úgy érzik, hogy ez csökkenti ártárgyalásaik és műszaki megoldásaik rugalmasságát. Ami Ázsiában, a tömegtermelésben jó megoldás, az a kisebb európai üzemeknek, ahol nagyobb a termékváltozatosság, nem feltétlenül gazdaságos. Európában a hangsúly a nagy pontosságú, nagy értékű termékek előállításán van. Európában sokan bérbe adják feldolgozó kapacitásukat, és máról holnapra teljesen más igényeket kell kielégíteniük, ezért mindenki maga dönti el, hogy milyen mértékben érdemes egységesítenie gépparkját és kiszolgálóberendezéseit. A termékek tömege, bonyolultsága, a feldolgozott anyag jellege megbízásról megbízásra változik. Vannak esetek, amikor a hatékonyság a legfontosabb szempont, ott a rugalmasság és sokoldalúság inkább hátrány, ha viszont több kisebb munkából kell megélni, akkor fontosabb a rugalmasság. Sokan modulszerűen válogatják össze kiszolgálóegységeiket, hogy azokat szükség szerint bármelyik fröccsgéphez odaállíthassák. Kisebb számú fröccsgépet úgy lehet jobban kihasználni, ha gyorsan át lehet állni egyik termékről a másikra, vagy pl. a nyomtatót gyorsan át lehet állítani egy újabb színre. Még egy olyan egyszerű termék esetében is, mint egy golyóstoll, a termelés-szervező kapkodhatja a fejét, mert minden megrendelőnek más a formaterve, a dekorációja stb. A modulszerű egységeket szükség szerint kombinálják, és mindezt egy központi számítógép szolgálja ki.

Adatátviteli határfelületek (interfészek)

A továbblépés egyik feltétele a megfelelő határfelületek kifejlesztése. A manapság általában használt határfelületek (*Euromap 63, OPC*) nem alkalmasak olyan adatmennyiség kezelésére, amelyet manapság az autóipar vagy az orvostechika a gyártás dokumentációjával kapcsolatban megkövetel. Ha nincs megfelelő ipari szabvány, egyes cégek maguk hoznak létre ilyeneket, és minden beszállítójuktól megkövetelik, hogy a gyártást ennek megfelelően végezzék. Ezért a megrendelők is érdekeltek abban, hogy a feldolgozó- és rendszerfejlesztő cégek együttműködjenek velük a saját szabványukhoz illeszkedő határfelületek kialakításában és szállításában. Egyre nagyobb igény lenne a közös határfelületi és vezérlési szabványok elfogadására, de egyelőre mindenki a maga megoldását kínálja. *Egyik megoldás lehet az ún. ipari PC-k, Windows alapú programok és a valós idejű Ethernet-hálózatok bevezetése.* Ma már küszöbön áll az ilyen, iparban alkalmazható, nagy megbízhatóságú PC-k megjelenése, ami lehetővé tenné az irodai életben már megszokott felületek és funkciók használatát. Nem szabad persze megfélemedezni az ember-gép kapcsolatról és a könnyen kezelhető programokról sem. Manapság nem ritka, hogy egy gyártósoron tíz különböző berendezés működik, mind más vezérléssel és programozási logikával, ami igen erős figyelmet

kíván a kezelőszemélyzettől. Jobb lenne, ha minden jel egy központi számítógépre futna be, ahol egyetlen helyen lehetne áttekinteni az egész sor helyzetét. Olyan vezérlésekre van szükség, amelyek „gondolkodnak” és megvizsgálják, hogy a beállított paraméterek nem okozhatnak-e kárt a berendezésben. Ilyen típusú, önbeállító és tanulásra képes CNC szerszámgépek Japánban már működnek. Európában nem az ehhez szükséges tudás hiányzik, hanem az üzletfilozófia eltérő. Japánban sokszor nem aszerint vásárolnak berendezést, hogy mi a legolcsóbb, hanem megvizsgálják, hogy milyen technológia szükséges a legjobb minőség előállításához, és arra rendezkednek be még akkor is, ha az nagyobb beruházási költséget jelent.

Ilyen „gondolkodó” fröccsgépeket azonban csak teljesen villamos meghajtással lehet elképzelni, mert ott áll rendelkezésre elegendő információ. *Ázsiában és Észak-Amerikában nagyobb a teljesen villamos meghajtású fröccsgépek aránya, mint Európában, de részesedésük itt is fokozatosan növekszik. A vitában résztvevő szakértők azonban nem gondolták egységesen azt, hogy a jövő kizárólag a teljesen villamos meghajtású berendezéseké.* Éppen Európában nagy hagyománya van a hidraulikus berendezéseknek és bebizonyosodott, hogy ilyen gépekkel is lehet kellő precizitással és reprodukálhatósággal dolgozni. Európában a meghajtás módját az alkalmazástechnikai követelmények szerint választják meg. A sok párhuzamosan elvégzett kísérlet alapján a szakemberek úgy gondolják, hogy mindkét meghajtási módnak bizonyos alkalmazásokban megvannak a maga előnyei. A munkahelyek stabilitása és megtartása szempontjából azonban nem a meghajtás a döntő, hanem a termelékenység és az árak. Ebben pedig fontos szerepet játszanak a megfelelően megválasztott, anyagtakarékos, nagy műszaki felkészültséget igénylő technológiák is, mint amilyen pl. a gázzal vagy vízzel segített fröccsöntés vagy a szendvicstechnológiák.

Mennyi „tartalék” van még a fröccsöntésben?

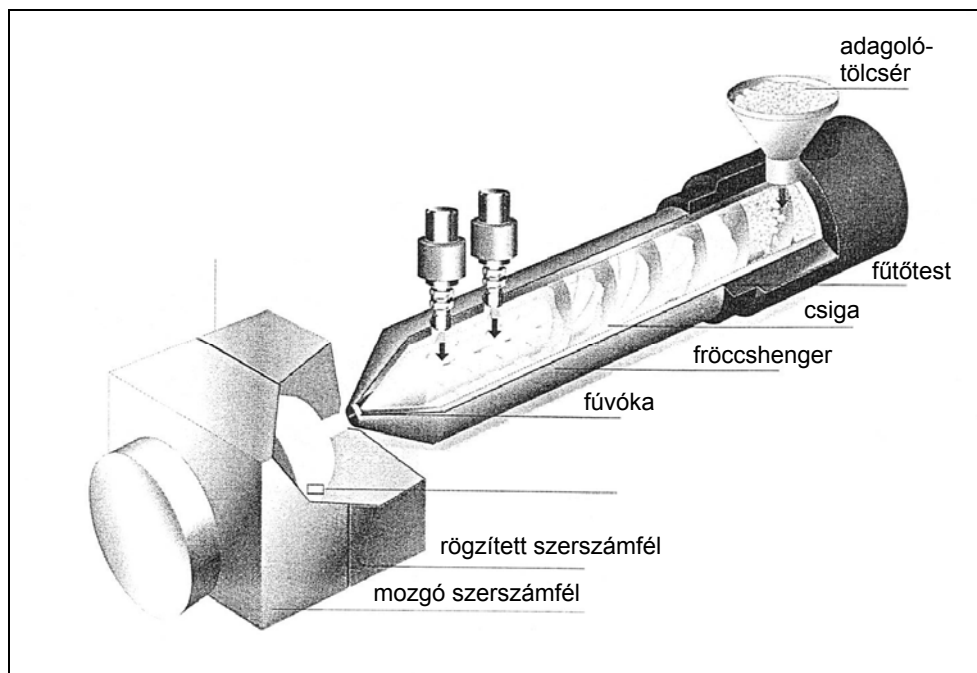
Ha az ember az utóbbi évek fröccsöntéssel kapcsolatos fejlesztéseit áttekinti, az a benyomása támad, hogy annak ellenére, hogy a vevők kegyeit kereső fejlesztések szünet nélkül zajlanak, a nagy áttörések mintha eltűntek volna. Vajon az invenció fogyott el vagy a fröccsöntés vált olyan érett technológiává, hogy nem nagyon lehet igazi újdonságra számítani? Természetesen vannak újdonságok, mint amilyen az expandált ömledéktechnika, az in-line kompaundálás, folyik a vita a villamos és hidraulikus meghajtás, a kétlemezes vagy könyökemelős technológiák, a vezetőrudas vagy az anélküli gépmegoldások között, de magában a fröccsgépben kevés változás tapasztalható.

Lehet, hogy az egyik ok az, hogy mérnökök (akiknek a nyugati nyelvekben használt neve a latin „zsenialitás” szóból ered) túlságosan gyakorlatközpontúvá váltak és a nagy hajtásban nincs idejük valóban új megoldásokkal kísérletezni, vagy olyan publikációkat olvasni, amelyekből merőben új ötleteket meríthetnének. Érdemes egy kicsit megvizsgálni a világ egyik legjobban felszerelt műanyagfejlesztő intézetének, az aacheni IKV-nak néhány nem túl régi, fröccsöntéssel kapcsolatos szabadalmát ebből a szempontból.

Néhány friss szabadalom

Ha mégis jön egy-két új ötlet, azt a szabadalmaztathatóság miatt „feltupírozzák”, ami nem mindig hasznos a további alkalmazás szempontjából.

A fizikai habosítást alkalmazó *MuCell*-technológia kétségtelenül az elmúlt évek egyik legfontosabb vívmánya (1. ábra). Itt a hangsúly nem egyszerűen a tömegcsökkenésen van, hanem a jobb folyóképességen, amely a szükséges záróerőt is lecsökkenti a nem habosított darabhoz képest. A kisebb zsugorodás már csak hab a tortán. Ez felvilágosítja annak a lehetőségét, hogy *olyan új fröccsgépeket lehessen előállítani, amelyeknél kisebb a záróerő, nagyobb az oszlopok közti távolság, nagyobb a felfogófelület.* A kisebb erőszükséglet könnyebb alkatrészeket jelent, energiatakarékosabb mozgóelemeket, sőt a szerszám esetében is bizonyos energiamegtakarítás érhető el. A szabadalom tulajdonosa a **Trexel** cég. Elvben egy gépgyártó megvehetné az eljárás licencét, hogy kifejlessze a szükséges berendezéseket, csak hogy a szabadalom védi a terméket is, vagyis azt a habot, amelyet a gép megrendelője előállítana a gépgyártó által kifejlesztett berendezéssel. Ez azt jelenti, hogy a gépgyártónak is szerződést kellene kötnie a licenc továbbadására, ahányszor elad egy ilyen berendezést. Tekintettel a gyorsan változó piaci helyzetre, nehéz felbecsülni, hogy a gépgyártónak megéri-e a licenc megvásárlása. Vagyis a szabadalmi jogi helyzet és az ezzel járó költségek végül is megakadályozzák, hogy a műszaki újdonság eljusson az alkalmazókhöz. A habosítási technológiákról, így a *MuCell*-eljárásról a Szemle 2006. 6. számában olvashattak.



1. ábra A fizikai habosítást alkalmazó *MuCell*-technológia vázlata. A találmány: a polimerömladékbe gázt (nitrogént vagy szén-dioxidot) préselnek, aminek hatására a fröccsöntött tárgyban finom buborékok (5–50 μm) keletkeznek.

Az **Engel** cég által kifejlesztett *X-melt* (expandált ömledék) technológia is új távlatokat nyit a fröccsöntés számára. A módszer megoldást kínál arra, hogy miként lehet teljesen villamos meghajtású gépeken nagy befroccsöntési sebességek mellett nagy energiasűrűséget elérni. Csak remélni lehet, hogy a szabadalom tulajdonosa hamarosan a villamos meghajtású fröccsgépek jelentős gyártójává válik, és ez arra inspirálja a beszállítókat, hogy kifejlesszék a megfelelő, új típusú meghajtásokat. *A villamos meghajtások fejlesztését sok szabadalom gátolja.* A fejlesztők minden egyes új ötlet megvalósításakor szabadalmak százaiba ütköznek. Ha bizonyos területeken – pl. a meghajtások vagy a szenzorika terén – egyes alapvető felfedezések közkinccsé válnának, a nagyobb darabszámok miatt a berendezések árát jelentősen csökkenteni lehetne. A japán gépgyártók saját termékeikben ezeket a költségeket a nagyobb darabszámok miatt jobban el tudják osztani. Ez magyarázza a fröccsgépgyártók konszolidációját (vagy éppen bizonyos területeken való együttműködését) Tajvanban, de Németországban is tetten érhető a folyamat, pl. a **Battenfeld** és a **Ferromatik Milacron** együttműködésében.

„Túlérett” a fröccsöntés?

Nehéz elfogadni azt a gyakran hangoztatott véleményt, hogy a fröccsöntés olyan érett technológia, amelyben már nem várható forradalmi újítás. Ha műszaki elődeink így gondolkodtak volna, ma is 30 km/h óra sebességgel döcögének az utakon, hónapokig utazhatnánk Európából Kínába, és sosem valósult volna meg a mobiltelefon a hagyományos mellett. Nehéz elfogadni, hogy egy repülőgéppel összemérhető tömegű, 100 t záróerejű gépre van szükség egy viszonylag kis műanyag tárgy létrehozásához, vagy hogy a 100 mm átmérőjű és 3 m hosszúságú csigát egy fantasztikus méretpontoságú hengerben iszonyatos nyomatékkal kell forgatni ahhoz, hogy megakadályozzák a műanyagömledék visszaáramlását. Óriási energiákat fektetnek a meglévő technológia részleteinek továbbfejlesztésébe anélkül, hogy valóban új megoldásokon gondolkodnának. *A fejlesztés ma egyet jelent a gazdaságosság javításával.* A feldolgozók maguk is többnyire beszállítók és az értékteremtő láncolat minden tagja szigorúan csak a maga dolgára koncentrálnak, ezért a fejlesztés bizonyos kényszerpályákon (nemegyszer körpályákon) mozog. Biztos, hogy a takarékoság és a nyereség növelése fontos és állandó hajtóerő a fejlesztésben, de az igazán fantáziadús mérnökök számára ezek inkább csak mint szükséges korlátok jelentkeznek. Az áttörést igénylő feladatok megoldására a legjobb mérnököket kellene ráállítani, és nem csak azokat, akik éppen ráérnek.

Át kell gondolni a prioritásokat. Érdemes elgondolkodni azon, hogy valóban szükség van-e végtelen számú egyedi konfigurációra egy olyan piacon, amely évente legfeljebb 10-12000 fröccsgépet igényel? Ha tekintetbe vesszük az összeszerelés, a tartalék alkatrészek, a kezelőszemélyzet és a karbantartás költségeit, nem biztos, hogy igenlő választ kell adni erre a kérdésre. *Standardizált, de jól felszerelt gépekkel a feladatok 90%-a megoldható.* Természetesen a standardizálást csak a vevőkkel egyetértésben lehet elvégezni, de ez jelentős költségcsökkenést is eredményez, amint azt az ázsiai példa mutatja. Biztos, hogy a vevők a csökkenő költségek miatt új felszereltségi standardokat is elfogadnának, de ezt csak a beszállítókkal egyeztetve lehet kialakítani,

hiszen az új szabványok nem fogyóeszközök, a költségek csak a nagy darabszám mellett csökkennek, és csak nagy sorozatok esetében alakul ki a megfelelő minőség, és egyben akkor válnak könnyen elérhetővé a modulok és az alkatrészek. *Ha a gépkonstruktőrök is elég rugalmasak és elfogadják a beszállítók szabványait és kínálatát, akkor az egész iparág olcsóbbá válhat.*

A standardizált alkatrészek alkalmazása azonban semmiképpen nem jelentheti azt, hogy a műanyag-feldolgozás a jövőben nem igényli a fejlesztést. Ellenkezőleg: éppen az újonnan kifejlesztett alkatrészeknél fontos a szabványosítás, hogy minél hamarabb el lehessen érni a gazdaságos darabszámot. A szabványosítás egészséges szintje nem csak a gépgyártók versenyképességét javítaná, hanem segítséget nyújtana a feldolgozóknak is. Számukra a világos, bevált, olcsó és könnyen elérhető berendezések jelentenének előnyt. A standardizálás csökkenti a karbantartás költségeit és az alkatrészek raktárkészleteinek nagyságát is.

Az együttműködés fontossága

Itt Európában is nagy szükség lenne a felhasználók, a nyersanyaggyártók és a gépgyártók együttműködésére. A gépgyártók igyekeznek minél szorosabb együttműködést kialakítani a szerszámgyártókkal, a periféria- és vezérlésgyártókkal, sokszor házon belül próbálják az összes problémát megoldani. Ez azonban nagy tökeerőt és méretet feltételez. Feltételezhető, hogy a fröccsöntés új anyag típusokra (pl. hosszú szállal erősített műanyagok, természetes alapú komponenseket tartalmazó műanyagok, fémötvözetek) történő kiterjesztése is nagy innovációs potenciált jelent.

A jelszó: integráció és intelligencia

Mint arról a korábbiakban szó esett, jelenleg a fröccsgépek fejlesztésekor a részletek kidolgozására koncentrálnak, finomítják az eddigi eredményeket. Az egyik ilyen *fejlesztés alatt álló terület a villamos meghajtásoké. A villamos meghajtású gépek ára Nyugat-Európában elérte a 10%-ot, és ez az érték a jövőben várhatóan nőni fog.* Az ilyen berendezések előnye a kisebb zajkibocsátás mellett az abszolút pontos pozíciótartás, ami a komplex alkalmazásokban, pl. a többkomponensű fröccsöntésben, a vékony falú termékek gyártásában nagy előny. Manapság pl. a csökkentett tömegű mobiltelefonházak gyártásakor szívesen alkalmaznak teljesen villamos fröccsgépeket. Természetesen a hidraulikus gépek fejlesztése sem állt le: itt a meghajtást, a vezérelhetőséget, az energiatakarékosságot javítják. Vannak hibrid megoldások is, ahol a hidraulikus gépeket elektromechanikus adagolóegységgel kombinálják.

A fröccsgépgyártók egyre inkább rendszerszolgáltatókká válnak, akik vevőiket az egész világon egyformán igyekeznek kiszolgálni. Megállíthatatlan az a tendencia, hogy az olcsóbb, műszakilag kevésbé igényes termékek gyártása az olcsóbb bérű országokba vándorol, és Európában csak azok a termékek és szolgáltatók maradnak meg, amelyek nagyobb felkészültséget és/vagy precizitást igényelnek. Hogyan őrizhetők meg ilyen körülmények között a munkahelyek? Az egyre bonyolultabb termékeket is

egyre gazdaságosabban kell gyártani, és ehhez fokozni kell a feldolgozóberendezések kiszolgálását megfelelő perifériákkal. *Az utóműveleteket egyre inkább integrálják a fröccsöntési folyamattal, hogy javítsák a gazdaságosságot és ugyanakkor növeljék a termék feldolgozottsági szintjét. A bevonás, lakkozás, felületkezelés, dekorálás egyre inkább a fröccsöntési ciklus részévé válik.* Ezzel csökkenthető annak valószínűsége, hogy a két művelet között a termék felülete megsérül vagy elszennyeződik. A gyártási ciklus idejének lerövidítése és a köztes raktározás elmaradása a gazdaságosságot javítja.

Az elő- és utóműveletek integrációja

Az utóműveletek mellett az olyan előkészítő műveleteket is szívesen integrálják a fröccsciklusba, mint a stanolás, a hajlítás vagy a körülöntendő betétek elhelyezése. Korábban a fröccsöntők hajlamosak voltak elhanyagolni ezeket a műveleteket, mivel ezek nem tartoznak az ő alaptevékenységükhöz. Pedig ezeknek a műveleteknek a megfelelő kialakításával az egész technológia lényegesen gyorsítható, olcsóbbá vagy megbízhatóbbá tehető. Ilyen művelet, pl. a hajlított lemezek körülöntése, amelyet gyakran alkalmaznak a mobiltelefonok gyártásában vagy a dekorált autóiipari termékek gyártásában. Az előnyök közé tartozik a rövidebb szállítási idő, a kisebb sorozatok gazdaságos gyártása vagy a tárolási költségek csökkenése. Az olcsóbb termelésnek része nem csak a rövidebb ciklusidő vagy az olcsóbb anyag, hanem pl. a gépek kihasználtságának javítása, az állásidők csökkentése is. A gépgyártó tevékenysége komplexebbé válik, hiszen nem csak a berendezést kell leszállítani, hanem arról is gondoskodnia kell, hogy a vevő minél hasznosabban tudja működtetni a berendezést. Aki ilyen szolgáltatást is nyújt, versenyelőnyhöz jut azokkal szemben, akik „csak” gépet adnak el. Ezeket a szolgáltatásokat a tetejébe világszerte kell nyújtani, és késznek kell lenni „nem műanyag” műveletek integrációjára is a vevő helyi igényeinek megfelelően. Különösen azoknak, akik projekteket szeretnének megnyerni, szorosabbra kell fonnuk az együttműködést olyan helyi cégekkel, akik segíthetnek ebben az integrációs folyamatban.

Komplex berendezés, egyszerű vezérlés

Annak ellenére, hogy a részfolyamatok integrációja miatt a gépsor egyre bonyolultabbá válik, a kezelhetőségnek egyre egyszerűbbé kell válnia. *A kezelőnek csak egyetlen kezelőfelülettel és egyetlen kezelési filozófiával szabad találkoznia.* A többi a részrendszerek beszállítóinak és a vezérlésprogramozóknak a dolga. Ehhez természetesen arra van szükség, hogy a részegységek minél egyszerűbbek legyenek, és a részegységek közötti kapcsolódások cseréje könnyebbé váljon. A mai nemzetközi világban arra is ügyelni kell, hogy a jelölésekben minél több piktografikus, intuitíven megérthető elem forduljon elő. Az érintőképernyős megoldásokat a felhasználók általában szeretik. A fröccsöntő gépeket arra is képessé kell tenni, hogy beilleszkedjenek egy gyári felügyelő számítógép programjába. A szenzorika fejlődésével egyre több gép végez automatikus optimalizálási számításokat is a fröccsciklus javítása érdekében.

Integrált funkcionalitású alkatrészek

Amellett, hogy a termékek egyre bonyolultabbak, igyekeznek minél több funkciót egy műveletbe integrálni. Ehhez szükség van az elő- és utókezelési műveleteknek a fröccsiklusba történő integrációjára is. Ilyen megoldásokra kiválóan alkalmas a többkomponensű fröccsöntés, amely pl. merev és lágy elemeket, hőre lágyuló műanyagokat és folyékony szilikonokat (LSR) stb. képes egy termékben kombinálni. Ilyen esetekben igyekeznek úgy konstruálni a szerszámokat, hogy az ún. meleg és hideg szerszámfél egymástól el legyen választva. Az LSR alkalmazásának számos előnye van: könnyű feldolgozhatóság, széles típusválaszték, autóiipari használatra engedélyezett stb. A villamosiparban ma is nagy az igény a hőre keményedő anyagokra ezek hőállósága, tartóssága, jó felületi minősége, olcsósága miatt, de ezeket is sokszor kombinálni kell a hagyományos hőre lágyuló műanyagokkal.

Összeállította: Dr. Bánhegyi György
www.polygon-consulting.ini.hu

Zinckgraf, S.: Zwischen Shoppinglist und Systemendenken. = *Plastverarbeiter*, 57. k. 11. sz. 2006. p. 56–61.

Franz, H.: Spritzgiesstechnik ausgereizt? = *Kunststoffe*, 96. k. 10. sz. 2006. p. 82–89.

Kraibühler, H.: Integration und Intelligenz. = *Kunststoffe*, 96. k. 10. sz. 2006. p. 72–76.