Különleges fröccstechnikák

A szerszámon belüli szerelést többféle módon lehet megvalósítani, de célja mindig a műveletek integrálása, amivel javul a gazdaságosság és a minőség. A vízzel segített szendvicsfröccsöntési technológia (2K-WIT) kiszélesíti a vízzel segített fröccsöntéssel feldolgozható alapanyagok körét.

Tárgyszavak: szerszámban szerelés (IMA); fröccsöntés;
műszaki műanyagok;vízzel segített fröccsöntés (WIT).

Szerszámon belüli szerelés

Az IMA (In-Mold Assembly) kifejezést olyan technológiákra találták ki, amelyek többek a már jól ismert többlépcsős fröccsöntési, ráfröccsöntési, szerszámon belüli címkézési és egyéb laminálási eljárásoknál. *Céljuk a másodlagos feldolgozási műveletek kiküszöbölés vagy egyetlen műveletbe történő integrálása.* Az IMA műveleteknél is gyakori a többszöri öntési lépés, de a lényeg az, hogy a szerszámon belül olyan műveletre is sor kerül, amelyet egyébként általában külön végeznek el, pl. bepattanó kötések rögzítésére, hegesztésre vagy ragasztásra.

Az IMA-módszer előnye egyrészt a gazdaságosságban, másrészt a minőségjavulásban mutatkozik meg. Az egy műveletbe való integrálás csökkentheti a zsugorodási és vetemedési problémákat a hagyományos szerelési eljárásokhoz képest, és a gyártás is olcsóbb: kisebb a szerszám, és elég egy berendezést használni – nem is beszélve a mozgató robotok és automaták áráról. Ha pl. három komponensből kell egy terméket összeállítani, az három gyártósort plusz egy szerelősort jelent. A szerszámgyártók és a gépgyártók egyetértenek abban, hogy az IMA a következő előnyökkel jár:

- ha a késztermékет a szerszámban állítják elő, csökken a gyártásközi raktározás gondja,
- kevesebb fröccsgépet, szerszámot kell használni, csökken a munkaerőigény és a felhasznált üzemi terület,
- az IMA biztosítja az alegységek megfelelő regisztrációját és pozicionálását, ami pl. kozmetikai termékek estében nagy előny,
- csökken a gyártási idő a külön gyártáshoz és összeszereléshez képest,
- az IMA segítségével olyan termékek is előállíthatók, amelyek hagyományos eszközökkel nem, vagy csak jóval drágábban lennének előállíthatók.

Az IMA alkalmazásához mindenesetre nagy darabszámra van szükség, hiszen a szerszámköltségek 30–70%-kal nagyobbak, mint a hagyományos módszerek esetében.

Ökölszabályként azt lehet mondani, hogy 250 000-es darabszám felett érdemes elgondolkodni a módszer alkalmazásán. Az IMA-módszerek alkalmazása gyorsabban terjed Európában, mint az Egyesült Államokban, elsősorban az autóipari és a fogyasztási cikkek területén – az orvostechnikában kevésbé.

Műszaki feltételek és megoldások

Az IMA-módszer inkább a szerszámhoz, mint a feldolgozógéphez kötődik, maga a fröccsgép nem különbözik lényegesen más, több komponensű fröccsöntéshez használt berendezésektől. *A know-how inkább az automatizáláshoz és a gyártási lépések helyes integrációjához szükséges.*

Az IMA kivitelezéséhez számos műszaki megoldást találtak. Vannak olyan *egyoldalú (single face) szerszámok*, amelyekben csúszó vagy elforduló lemezek találhatók. Mások többemeletes etázsszerszámmal dolgoznak hagyományos lineáris vagy újszerű forgóasztalos megoldással. Az elrendezés sokoldalúságát olyan forgató elemekkel növelik, amelyeknek négy oldala négy különböző funkciót képes ellátni. Mások robotokat használnak a szerszámüregek vagy akár gépek közti termékmozgatásra. Vannak olyan megoldások is, hogy a szerszámra rögzített kezelőeszközt magának a szerszámnak a mozgása vezérli, vagy a robotot a kidobó mozgatja. Például az egyik terméknél, ahol két polikarbonát (PC) héj közé egy szilikongumi diafragmát kell elhelyezni, a gumimembrán egy másik berendezésből érkezik, majd a PC héjak érintkező felületeit újramelegítik, és eggyé hegesztik. Az **Engel** hasonló módszert fejlesztett ki egy folyékony szilikon (LSR) és poliészter (PBT) komponensekből álló csap gyártására, ahol a két alkatrészt egy vezetőrúdmentes fröccsgépen állítják elő egy nem központi elhelyezésű forgóasztal segítségével, majd a komponenseket egy robot szereli össze bepattanó kötéssel.

A *Die Slide Injection (szerszámcsúsztatásos fröccsöntés)* módszert Japánban dolgozták ki, ahol a két alkatrészt külön-külön fröccsöntik, majd egy csúszó lemez segítségével egyesítik, végül egy ráöntött szigeteléssel zárják le a terméket. A **Ferromatik Milacron** és a **Foboha** cégek közösen kínálnak nagy teljesítményű, kulcsrakész rendszereket kétkomponensű IMA-termékek gyártásához (pl. két különböző színű öntvény bepattanó kötéssel). A Foboha *TwinCube* („kettős kocka") készüléke lehetővé tesz nyomtatási, címkézési és kicsavarozási műveleteket is. Olyan szerszámokat kínálnak, amelyek a fröccsgéptől függetlenül, további mozgatási műveleteket is lehetővé tesznek a szerszámon belül. A berendezés ideális bonyolultabb kupakok gyártásához – olyan áron, ami még az olcsó ázsiai versenytársakkal is kiállja az összehasonlítást. Ezzel a megoldással a munkaerőigény felére csökken, a helyigény 30%-kal csökken, a gyártási minőség pedig egyenletesebbé válik.

A **Gram Technology** cég *Spin Stack* néven kínál olyan forgó rendszert, amelyet az álló és a mozgó lemez közé lehet elhelyezni. Ilyen megoldással gyártanak pl. golyós dezodorfejeket egy egészen új megoldással. A hagyományos módszer szerint két fél golyót fröccsöntenek (amelyek vastag falú termékek), majd ezeket hegesztéssel egyesítik. A termék azért kényes, mert nagyon pontos méretekre van szükség a gazdaságos

adagoláshoz, meg azért, hogy a túl nagy rés ne csípjen be szőrszálakat. A Gram Technology technológiájában a két félgolyót a szerszámban egyesítik.

Az osztrák **KTW** cég bonyolult, csavarozható adagolófejekhez gyárt szerszámokat a *Spin Stack* technológiával. A dolgot az teszi bonyolulttá, hogy még egy, a zárás eredetiségét biztosító elemet is rá kell önteni a kupakra – ezért merült fel a szerszámon belüli szerelés lehetősége. Ha külön szerszámokkal dolgoznának, az egyik ciklus 8–9 s, a másik 4–5 s lenne, így viszont az egész szerkezetet 8–9 s alatt le lehet önteni egy 16 fészkes szerszámban. A jelenlegi 16 fészkes szerszámot, amelyen a módszert kipróbálták, hamarosan 48 vagy 64 fészkesre fogják bővíteni. Az IMA-módszer könnyedén kombinálja a kétkomponensű fröccsöntést a fóliás dekorálással is, amelyet pl. játékok gyártásánál lehet jól hasznosítani.

Különleges ráfröccsöntési eljárások

Az IMA-módszer egyik érdekes alkalmazása olyan mozgó alkatrészeket tartalmazó termékek gyártása, amelyeket utóbb nem lehet szétszedni. Itt olyan kétkomponensű fröccsöntésről van szó, amelynél (a szokásossal szemben) azt akarják elérni, hogy *a komponensek ne tapadjanak össze*. A technológia kifejlesztése a német **Fickenscher GmbH**-nál kezdődött a 80-as években, amely több cégnek, köztük amerikai cégeknek is adott licencet az eljárásra. Az eljárásban speciális kiemelő és elforduló magrendszert alkalmaznak, amely Európában elég elterjedt autóipari és elektronikai termékek, valamint játékok gyártásánál. Ilyen módszerrel gyártanak pl. az autókban használt zsalus szellőztető elemet, amelynek lemezei PBT-ből, az összekötő rudak ABS-ből, a ház pedig PP-ből készül. Ez a bonyolult alkatrész IMA-technológiával gyártva még mindig olcsóbb, mint ha három részből utólag állítanák össze.

Az **Engel** cég olyan autóipari kapcsolót gyárt, amelyben három, egymáshoz képest elmozduló alkatrész is van. Összesen négy alkatrészt fröccsöntenek egy szerszámban egy poliamid és két acetál (POM) típusból. Ugyancsak az Engel gyárt orvosi szelepeket PC és PE-HD felhasználásával, vagy egy villamos dobozt, amelynek üvegszálas PP falába befröccsöntött PA6 csavarok találhatók. (Ez utóbbiak természetesen utóbb kicsavarozhatók). A lényeg mindig az, hogy *két olyan komponenst kell választani, amelyek egymáshoz kevéssé tapadnak, és amelyek olvadáspontja (vagy üvegesedési hőmérséklete) elég távol áll egymástól.*

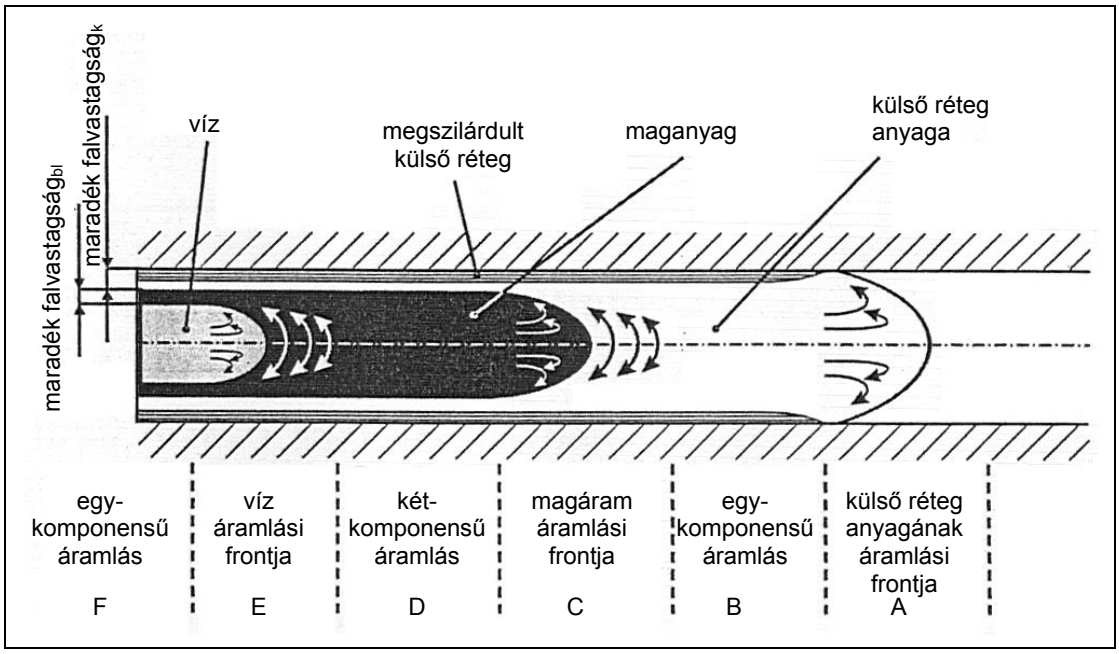
A **Ferromatic Milacron** cég „jéghideg trükk” néven olyan technológiát dolgozott ki, amivel ugyanez a cél elérhető *ugyanazon anyag* két egymás utáni fröccsöntésekor is. Mint arra név is utal, a trükk abban áll, hogy az első fröccsöntés után az elkészült alkatrészt erősen lehűtik, hogy ne legyen ideje felolvadni a második fröccsöntés folyamán.

Vízzel segített szendvicsfröccsöntés

A vízzel segített szendvicsfröccsöntés (2K-WIT) lehetővé teszi, hogy olyan műanyagokat is felhasználjanak a vízzel segített fröccsöntéshez, amelyek erre csak korlá-

tozottan alkalmasak. A két komponens közül az egyiknek (a belső vagy „mag” komponensnek) mindenképpen alkalmasnak kell lennie a WIT-technológiára. A külső, borító komponens határozza viszont meg a szerkezet mechanikai jellemzőit – függetlenül attól, hogy alkalmas-e önmagában a WIT-technológiára, *vagyis a termék tervezésekor szélesebb körből választhatnak anyagokat, pontosabban anyagkombinációkat.* Az üvegszálas poliamid pl. azért nem alkalmas a WIT-technológiára, mert belső felületének minősége nem lenne kielégítő. Ha viszont a kombinált 2K-WIT-technológiát alkalmazzák és belső komponensként üvegszállal erősített polipropilént használnak, akkor egyesíthetik a két műanyag előnyös tulajdonságait. A módszer alapelvét az 1. ábra mutatja be.

Az egyik legnyilvánvalóbb alkalmazás a különböző folyékony közegek vezetékeinek gyártása. Itt a külső komponens határoz meg olyan fontos mechanikai jellemzőket, mint a merevség, az ütésállóság, a húzószilárdság vagy a nyomáspróbákban fontos repesztési szilárdság. Ugyanez a komponens felel a hőállóságért és az éghetőségi jellemzőkért. A belső komponensnek meg kell felelnie a WIT-feldolgozás követelményeinek, és ez határozza meg a vegyszerállóságot, a gáz- és gőzáteresztő képességet, a hidrolízisállóságot. Alapkövetelmény a sima felszín. A szálerősítésű PP-PA párnál pl. a PP komponens felületi érdessége kb. nyolcada a poliamidénak. A két komponens egyidejű alkalmazásával gyakran a költségek is csökkenthetők.



1. ábra A szendvicsfröccsöntés és a vízzel segített fröccsöntés kombinációja során fellépő áramlási viszonyok

A technológiának több változatát dolgozták ki. Ezekben az injektált víz magával ragadja a még ömledék formájú műanyagot. A szerszámüreget először részben tölti ki

az ömledék, majd néhány másodperc után a vízinjektálással történik meg a teljes formakitöltés. A külső és belső komponens arányának megválasztásával szabályozni lehet az előzetes termék szerkezetét és a végső falvastagságokat. Az ún. mellékkamrás eljárásban a mellékkamrát meg lehet tölteni majdnem teljesen a külső réteg anyagával vagy a belső rétegével, de lehetséges a két szélső érték kombinációja is. Lényegében arról van szó, hogy *a maganyag kiszorítja a külső réteg anyagát, majd az injektált víz kiszorítja a maganyagot is.* Az áramlási viszonyokat az *1. ábra* mutatja. Az A és B zónákban az áramlás emlékeztet a hagyományos fröccsöntésre. A C zónában végbemenő folyamatok határozzák meg a maradék (végső) falvastagságokat és azok arányát. Ez a hagyományos 2K-szendvicsfröccsöntés viszonyaira emlékeztet. A D zónában passzív kétkomponensű áramlás folyik, ahol az áramló maganyag húzófeszültséget fejt ki a külső rétegre. Minél nagyobb a maganyag viszkozitása és minél tovább tart ez az áramlási szakasz, annál vékonyabb lesz a külső fal. Végül az E zóna az előretörő víznek felel meg, és a belső falvastagságot nagyrészt az E és a D zóna áramlási viszonyai határozzák meg. Az F zónában a víz viszkozitása elhanyagolható a műanyaghoz képest, ezért szinte egyáltalán nem gyakorol nyíróhatást a műanyagömledékre, ezért itt már a falvastagság nem változik.

A maradék falvastagságot leginkább a két műanyagkomponens reológiai tulajdonságai határozzák meg. Ehhez képest a feldolgozási paraméterek hatása kisebb. Ha az anyagpár kiválasztása megfelelő, akkor a falvastagság eloszlását még a feldolgozási paraméterekkel is lehet befolyásolni.

Összességében elmondható, hogy a két eljárás kombinációjával szélesedik az anyagválaszték és a funkciók nagyobb mértékű integrációja érhető el, mint az egyes eljárásokkal külön-külön.

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

Knights, M.: In-mold assembly. The new frontier for multi-shot molding. = Plastics Technology, 53. k. 3. sz. 2007. p. 60–65, 71.
Michaeli, E. H. W.: Ein starkes Duo. = Plastverarbeiter, 58. k. 3. sz. 2007. p. 40–42.