

## Többkomponensű fröccsöntés az autóiparban

Az autóipar az új eljárásokat a költségcsökkentés kényszere, de ugyanakkor az esztétikus alkatrészek igénye miatt gyorsan adaptálja. A monoszendvics-eljárás a többkomponensű fröccsöntés egy egyszerűsített változata, amellyel olcsó maganyagot igényes külső borítással lehet ellátni, és ezzel a jó minőségű alkatrészeket az eddigieknél olcsóbban előállítani.

*Tárgyszavak: többkomponensű fröccsöntés; terméktervezés; polipropilén; autóipar.*

### Miért van szükség többkomponensű fröccsöntésre?

Az autóipar nagyon sokat ad az esztétikára (pl. a felületek simaságára) összetett munkadaraboknál is, és ezt a célt sokszor csak úgy lehet elérni, ha az adott termék egyes részeit kemény, másokat lágyabb anyagból készítik. Gyakran alkalmaznak merev belsőt lágy borítással, amelyet többek között a **Ferromatik Milacron** cég szabadalmaztatott „monoszendvics”-eljárásával is elő lehet állítani. Ilyen problémával a tervező gyakran találkozik az utastér nagy felületű alkatrészeinél, pl. a műszerfalaknál, ahol

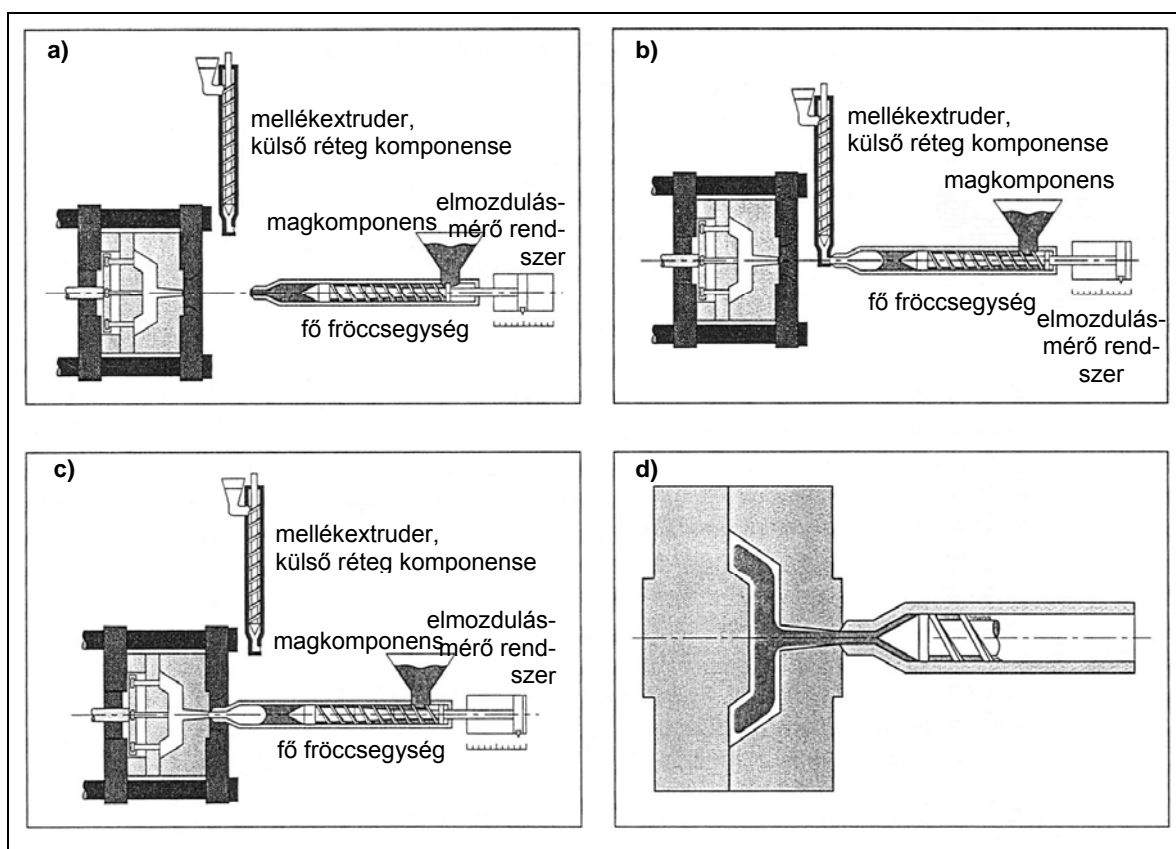
- figyelembe kell venni az árat (a hőre lágyuló elasztomerek elég drágák),
- az emissziót az utastérben (nem lehet kellemetlen illatú, az illékony alkotórészek nem csapódhatnak ki a szélvédőn „párasodást” okozva),
- a kellemesen lágy tapintású felületet pontos és tartósan mérettartó belső szerkezettel kell párosítani.

Eleinte ezeket az egymásnak ellentmondó követelményeket úgy próbálták kielégíteni, hogy nagy falvastagságot használtak – de ezt az autóiparban nem szeretik, hiszen tömeg- és árcsökkentésre törekszenek. Az ún. monoszendvics-eljárással, amely egyszerűbb a hagyományos szendvicseljárásoknál, gazdaságosan lehet az ilyen típusú termékeket gyártani.

### A monoszendvics-eljárás lényege

*A monoszendvics-eljárás a hagyományos többkomponensű fröccsöntés egy egyszerűsített változata, amellyel a termékek tulajdonságegyüttese bővíthető, ugyanakkor a gyártási költségek csökkenthetők, még hozzá hagyományos szerszámok alkalmazásával. A módszer egyik tipikus alkalmazása az újrafeldolgozott anyag felhasználása a*

termék belsejében és új anyagé a fedőrétegben – aminek nyilvánvaló anyagi előnyei vannak. Ha a termék belsejét merev (pl. szálerősített) műanyagból, felületét pedig egy lágy tapintású anyagból készítik, kombinálhatják a méret- és alaktartóságot a kellemes tapintású felülettel. A belül habosított termék hő-, hang- és rezgésszigetelő tulajdonságokkal rendelkezik. Bizonyos elektronikai termékeknél a felületet célszerű anti-sztatikus, speciális műanyagból készíteni, miközben a termék belsejében valamilyen hagyományos tömegpolimer is megteszi. A módszer elve egyszerű (1. ábra): miután a maganyagot (a termék belsejét alkotó anyagot) megömlesztették, egy segédcsiga segítségével a külső réteg anyagát a csiga előterébe injektálják, ahol egy ideig ezek egymás elé rétegezve találhatók, majd a rendszer mindkettőt beinjektálja a szerszámtérbe. A külső réteg egyenletesen borítja be a maganyagot. Egyéb megoldások, pl. ömledékszelepek alkalmazásával a beömlőcsatornában más, nem csak szendvicsszerkezetű termékek is előállíthatók, amelyek jobban emlékeztetnek a 2K fröccsöntésre.



- a fő fröccségység visszajár, és plasztifikálja a magkomponenst,
- a segédextruder előrejár, kapcsolódik a fő fröccségységhez és beadagolja a külső réteg komponensét a magkomponens elé,
- a segédextruder, miután elvált a fő fröccségéstől, visszajár, a fröccségység csatlakozik a szerszámhoz, és mindkét komponenst egyszerre injektálja a szerszámába, d) az előre siető külső réteg bevonja a szerszám felszínét, a magréteg pedig a termék belsejében helyezkedik el és kívülről nem látható.

1. ábra A monoszendvics-eljárás menete

A hagyományos szendvicseljárásban a két komponenst egymás után injektálják a szerszámba. Először a szerszámot bizonyos mértékig kitöltik azzal az anyaggal, amely a külső réteget fogja képezni, majd ebbe injektálják a második, a magot alkotó komponenst. Ez annyiban állít nagyobb követelményeket a szerszámmal szemben, hogy meglehetősen bonyolult közös fűvókára van szükség, amely azonban külön-külön képes elzárni a két ömledékáram útját. A folyamat vezérlése is bonyolult, ami nagyobb százalékarányú hibás termékben jelentkezik.

## A sikeres alkalmazás

Annak ellenére, hogy a módszer alkalmazása kézenfekvő az igényes felületű, de olcsóbb alapanyagot igénylő termékek esetében, az autóiparban a **Ford** cég számára dolgozó **ETG GmbH** próbálta ki először a sorozatgyártásban. Azért a dolog nem megy automatikusan: a két komponenst reológiai szempontból gondosan kell megválasztani, és a szerszámot is úgy kell megtervezni, hogy a két komponens ne keveredjen, és a magréteg ne törjön át a felszínre. A siker egyik lényeges eleme, hogy *a módszer hagyományos szerszámokkal is alkalmazható*. Célszerű a feldolgozási paraméterek és az anyagtulajdonságok kiméréséhez szimulációs vizsgálatokat végezni, amivel sok próbálkozás, kísérletezés megtakarítható. Az első sikeres alkalmazás után az ETG GmbH műanyagos és feldolgozástechnikai szakemberekkel összefogva új termékek kifejlesztésébe fogott, amelyben hasznosították a már felgyűlt tapasztalatokat, és sokfaktoros kísérlettervezéssel optimalizálták az új termékek paramétereit. Kiépítettek egy saját könyvtárat, amely lehetővé teszi a megfelelő anyag-kombinációk és a hozzájuk tartozó feldolgozási paraméterek kiválasztását. *Az olcsóbb komponensek alkalmazásával a termék költségek legalább 10%-kal csökkenthetők* még akkor is, ha (pl. a kisebb tömegű alkatrészek esetében) az eljárás költségei összemérhetők az anyagköltségekkel.

## Mire kell vigyázni?

A gyártás viszonylag egyszerűen vezérelhető, ha a termék jól tervezett és az anyagkiválasztás is jó. A falvastagság és a folyásút arányát egy adott tartományon belül kell megválasztani, hogy elkerülhető legyen a maganyag áttörése. Az ömledékfrontnak hosszú úton is egyenletesnek kell maradnia, hogy ne alakuljanak ki látható forradási határok. A komponensek zsugorodását és vetemedését gondosan össze kell hangolni. A szerszámot aszerint kell megtervezni, hogy a merev és lágy komponensek milyen eloszlását szeretnék elérni. A szerszám kitöltésekor alkalmazhatnak ún. kaskádmódszert vagy ún. melléküreges módszert. A módszer határait bizonyos trükkökkel tágítani lehet, de egy bonyolultsági fok fölött szükség van a „valódi” 2K fröccsöntésre, nem kerülhető el a drágább szerszám elkészítése. Az **ETG GmbH** az elasztomert is tartalmazó termékekhez saját légmentesítési eljárást dolgozott ki, amellyel lényegesen csökkenteni lehetett a feltöltési időt és ezzel a ciklusidőt is. A lágy alkatrészeket álta-

lában nehezebb kivenni a szerszámból, de a monoszendvics-eljárással előállított termékek ebben a fázisban is viszonylag egyszerűen kezelhetők.

## **A módszer alkalmazásainak előnyei autók utasterében**

Az autógyártásban további előny, hogy a merev és lágy komponensek teljesen integráltak, ugyanakkor akusztikus szempontból nem csatoltak. A költséganalízis (mind az anyag, mind a szerszám szempontjából) kedvez a monoszendvicsmódszer alkalmazásának. Ami az esztétikai igényeket illeti: már egy egészen vékony TPE réteggel is jelentősen javítani lehet a tapintási jellemzőket. A konzolok gyártásánál a maganyag rendszerint polipropilén vagy töltött polipropilén (pl. talkummal). Az elasztomerkomponens megválasztása a megrendelő igényeitől függ: a **Volkswagen** a matt felületű TPE-V, a **Renault** a fényesebb TPE-S típus mellett döntött. Az ETG jelenleg 3 **Ferromatik-Milacron** gépet használ a monoszendvics-eljáráshoz és még további két berendezés beszerzését tervezi. A cég ezen kívül 11 standard és 30 gumifröccsöntő géppel rendelkezik, amelyekkel a legkülönbözőbb autógyártási alkatrészeket gyártják. A cég eredetileg a gumifeldolgozó **Appel** csoporthoz tartozott, innen az elasztomerek (beleértve a TPE és az LSR folyékony szilikontípusokat is) iránti érdeklődés.

## **Új technológiákra van szükség!**

Az autógyártás egyre jobban igényli a tömegcsökkentést és az alkatrészek számának csökkentését, és ez megköveteli, hogy a többkomponensű fröccsöntésben is újabb és újabb műszaki megoldásokat dolgozzanak ki. A **Gittenberg** csoport az új **Porsche Cayman** típus ablakrögzítésénél is olyan problémába ütközött, amelyhez új megoldásra volt szükség. A 4-komponensű alkatrész egyik eleme egy EPDM gumival bevont nemesacél lemez, amelyet stancolnak, marnak, majd az így kialakított darabot betétként használják egy további fröccsöntési eljárásban, amelyben először egy 20% üvegszállal erősített PP-ből elkészül az ablakkeret, végül TPE-ből a tömítés. A problémát a szerszámtechnológia jelentette, amelynél egyetlen, a piacon ismert módszer sem volt alkalmazható. Végül a rögzítőszerkezetet fixen helyezték el a szerszámban és az alakítóelemeket cserélték az alakuló termék körül – méghozzá egymástól függetlenül mind a fröccsoldalán, mind a másik oldalán. A szerszámot úgy kellett megtervezni, hogy az alámetszések miatt különböző, egymástól függetlenül működtethető siklóelemek legyenek annak érdekében, hogy a félkész és a készterméket ki lehessen venni, vagy az alakadó elemeket cserélni lehessen. A fröccsoldali elemeket úgy kellett megkonstruálni, hogy azok magkihúzó segítségével a megfelelő üregekbe bevezethetők, ill. kihúzhatók legyenek. Két különböző forrócsatornás rendszert kellett kidolgozni a két komponensre, amelyek vezérléséhez kaszkádrendszert használtak.

A szerszámból való eltávolításhoz ugyancsak speciális megoldásokra volt szükség: nyolc hidraulikus és négy pneumatikus magkihúzózt alkalmaztak. A fröccsöntéshez egy **Arburg 630 S** típusú gépet használtak, amely alkalmas a bonyolult szerszám

kezelésére és vezérlésére. A vezérlőprogram megírása külön fejlesztést igényelt a gépgyártó részéről.

Az anyagválasztás sem volt egyszerű. Az EPDM-mel körülöntenik az acéllemezt, az üvegszál PP-nek a mechanikai szilárdságot kell biztosítani, a TPE komponensnek pedig jól kell tapadnia mind a PP-hez, mind az EPDM-hez. Az anyag kiválasztáshoz egy olyan próbaszerszámot használtak, amelyben kézzel kellett elhelyezni a félkész komponenseket.

A gyártás során az EPDM-mel bevont acéllemezből egy stancolószerszámmal kivágják a megfelelő alkatrészt, marással a megfelelő helyeken eltávolítják a gumiborítást, hogy megfelelő tapadás alakuljon ki, s ezt követően kerül sor az üvegszál PP fröccsöntésére, ami rögzíti a lemezt (pl. átmenő furatokon keresztül végzett fröccsöntéssel). A legutolsó lépés a TPE-szigetelés fröccsöntése. Tekintettel arra, hogy a fémlemez folytonos bevonása során méreteingadozások léphetnek fel, a fröccsöntést meglehetősen rugalmasan kellett megtervezni. Ezt csavarral állítható előfeszítővel oldották meg. A szerszámokból két készletet kellett előállítani: egyet a bal és egyet a jobb oldali ajtók számára, amelyeket két, párhuzamosan működő gyártósorba építettek be. A minőségellenőrzést komplex 3D leképező és mérőrendszerekkel oldották meg, tekintettel a bonyolult alakra és a sok mérendő mérettoleranciára. A fejlesztőcsoportnak az egész munkához hat hónapra volt szüksége, amit még további három hónap követett, amelynek során tökéletesítették és finomra hangolták a kidolgozott megoldásokat.

Összeállította: Dr. Bánhegyi György  
[www.polygon-consulting.ini.hu](http://www.polygon-consulting.ini.hu)T

Doriat, C.: Weiche Schale, harter Kern. = Kunststoffe 96. k. 7. sz. 2006. p. 20–24.

Gittenberg, W.: Neue Wege gefragt. = Plastverarbeiter, 57. k. 11. sz. 2006. p. 42–43.