

## „Fröccstrúzió” – a fröccsöntés és az extrúzió házassága

A düsseldorfi K2007 kiállításon az Engel standon élénk érdeklődés kísérte egy új feldolgozási eljárás bemutatóit. Kiderült, hogy a fröccsöntés és az extrúzió összeházasításából született az új eljárás, az Exjection, amellyel akár 1000 mm hosszú, vékony falú termékeket lehet gyártani, az eddigieknél gazdaságosabban.

*Tárgyszavak: fröccsöntés; extrúzió; fröccstrúzió; hőre lágyuló műanyag; kutatás-fejlesztés.*

### Új feldolgozási módszer a porondon?

Két osztrák székhelyű cég, a **Hybrid Composite Products GmbH** és az **Ingenierbüro Steiner** új eljárást javasolt nagyméretű, vékony falú termékek előállítására, amelyet „Exjection” néven mutattak be. Ez az extrúzió és a fröccsöntés (injection) szavak kombinációja, amelyet magyarra talán „fröccstrúzió” néven lehetne átültetni. *Ezzel a módszerrel akár 1000 mm hosszúságú vékony falú termékek is előállíthatók, amit eddig 500 kN záróerejű fröccsgépekkel nem lehetett megoldani.* Az autóiparban és a repülőgépgyártásban profilok gyártására használt, nehezen folyó műanyagok szükségessé teszik a kisebb darabok időnkénti összekötését, ami drága berendezéseket igényel. Az extrúzió nem teszi lehetővé alakos elemek (pl. csavarmélyedések, keresztirányú bordák, profilvégződés stb.) kialakítását és strukturált felületek készítését sem. A „fröccstrúzió”-val nagy, vékony felületű alakos darabokat lehet gyártani a hagyományos technológiák hátrányainak kiküszöbölésével. Egyetlen kötéssel létrehozhatók többméteres, integrált funkcionális elemet tartalmazó profilok is. A beruházási költségek, a gazdasági összehasonlító vizsgálatok szerint, 30–50%-kal csökkennek a hagyományos megoldásokhoz képest.

### A technológia lényege

A megoldás lényege az, hogy egy csúszó szánban elhelyezett üreg mozog el a fröccsnyílás előtt. Az ömledék folyóképességének mindössze akkorának kell lennie, hogy az aktuális keresztmetszetet kitöltse. Erre még olyan nagy molekulatömegű, szívoosan folyó műanyagok is képesek, amelyek lehűlés után rendkívül jó mechanikai jellemzőket mutatnak. Mivel a műanyagömledék zárt üregbe ömlik, a felületminőség olyan, mint a tipikus fröccsöntött termékeknél. Az extrúziós felületminőség egy csíkra korlátozódik, amelynek szélessége megegyezik a beömlés szélességével.

A „fröccstrúzió” előnyei a következők:

- kis folyási út és kis nyomás,
- minimális záróerő szükséges,
- nincs szükség kötési varratokra,
- az ömledék kíméletes feldolgozása,
- kis befagyott feszültség és orientáció,
- dekoratív felület,
- 30–50%-kal kisebb beruházási igény,
- 10–70%-kal kisebb gyártási költségek.

A feltalálók azt is hangsúlyozzák, hogy találmányukkal nem mások kenyerét kívánják elvenni, ugyanis az új technológiával olyan új konstrukciók hozhatók létre, amelyek kívül estek a hagyományos technológiák lehetőségein. A technológiát a düsseldorf K2007-en mutatták be egy **Engel** gépre adaptált változatban. Az Engel a kiállításán bemutatott egy új, kompakt ömledéktárolós, teljesen villamos fröccsgépet is *E-max* néven, valamint egy olyan kombinált technológiát (az ún. *Dolphin technológiát*), amelyben a merev (pl. üvegszálalás PBT) vázra kellemes tapintású, dekoratív habot öntenek az ún. *Mucell technológiával*, hőre lágyuló elasztomerből.

A fröccstrúziós módszer titka az, hogy összhangba hozzák a fröccsöntést az üregnek a géptengelyre merőleges elmozgatásával, aminek során az üreg kíméletes módon töltődik. A termékben olyan nyomásprofil alakul ki, amely az ömledék tömörödéséhez vezet. A befroccsöntés során a „fröccstrúziós” szerszámban aszimmetrikus nyomásprofil alakul ki, amelynek alakja a befroccsöntési nyomástól és az elmozgatás sebességétől függ. Ez a nyomásprofil mintegy végigvándorol a képződő termék mentén, és utónyomásként működik. Minden pontban egy időfüggő „utónyomás-történet” alakul ki. Bizonyos felületi mintázatok, pl. bordák könnyen, beszívódások nélkül kialakíthatók. A folyamatvezérlés során összhangba kell hozni a szán mozgását a fröccsprofillal, tehát *a vezérlést a nyomás határozza meg*, ezért a szerszámban nyomásérzékelőket kell elhelyezni. Annak érdekében, hogy ne legyenek beszívódások és meglegyen a szükséges utónyomás, a szánt valamivel lassabban kell mozgatni, mint amennyit a nyomásmentes feltöltéshez elméletileg kiszámolnak.

## **Kaszkádfroccsöntés végtelen számú beömlőnyílással**

A „fröccstrúzió” sok szempontból közel áll a hagyományos fröccsöntéshez, ezért *minden olyan polimer, amely fröccsöntéssel feldolgozható, feldolgozható ezzel az eljárással is*. Ezenkívül azonban feldolgozhatnak nagyobb viszkozitású (inkább extrúziós) típusokat is, hiszen csak az éppen ott levő szerszámkeresztmetszetet kell kitölteni. Az anyagválasztáskor a következő szempontokra kell ügyelni:

- a nagy viszkozitású anyagok „feldolgozási ablaka” fröccstrúzióval meglehetősen széles, hiszen a töltéshez szükséges nyomás már kismértékű előtöltésnél is nagy, és ez a nyomás egyben utónyomásként is szolgál,
- a fröccsöntésnél használt tervezési szempontok alkalmazhatók a fröccstrúziónál is,

- a szán mozgásának sebességét az alkalmazott anyag típusa és a falvastagság határozzák meg, mert az ömledéknek meg kell szilárdulnia, mielőtt a fröccstrúziós szerszám kalibráló területéből a szabadba jutna (ez a termék extrúziós felületére vonatkozik),
- a ciklusidő a kaszkádfröccsöntéséhez hasonló, hiszen a fröccstrúzió úgy tekinthető, mint végtelen sok beömlőnyílással végzett kaszkádfröccsöntés.

## Sikeres kísérletek a módszer bevezetésére

A módszert eddig sikerrel próbálták ki az alábbi alapanyagokon: akrilnitril-butadién-sztirol (ABS), sztirol-akrilnitril (SAN), polipropilén (PP, töltött és erősített változatok is), ionomer, poliacetál (POM), hőre lágyuló poliuretán (TPU), poli(butilén-tereftalát) (PBT), polikarbonát (PC), poli(metil-metakrilát) (PMMA) és poliamid (PA6 és 66, erősített is). Az említetteken kívül olyan nagy teljesítményű hőre lágyuló műanyagokat is bevontak a kísérletekbe, mint amilyen a poli(éter-imid) (*Ultem*), a poli(fenilén-szulfon) (PPSU, *Radel*) és a poli(éter-éter-ke-ton) (PEEK, *Victrex*). Az erősített és ásványi anyaggal töltött típusoknál azt figyelték meg, hogy a töltőanyag eloszlása igen homogén mind a fal keresztmetszetében, mind a vékony fal hosszúsága mentén. Sikerült egy fabetétet is körülönteni faliszttal töltött polimerrel, ami ugyancsak értékes kompozitterméknek számít. A módszer könnyen kiterjeszhető szerszám-ba helyezett fóliával dekorált (in-mold-labeling) technikákra. Tekintettel arra, hogy kis belső nyomások alakulnak ki a szerszám-ban, a módszer különösen jól alkalmazható érzékeny dekorációs anyagok feldolgozásánál. Mivel a nyírási sebesség is kicsi, a feldolgozás kíméletes és kedvez a sima dekorfelület kialakulásának. A hátoldalra fröccsöntés a legkülönbözőbb változatokban alkalmazható (fóliákkal, szövetekkel, filcekkel, furnérlemezzel, üveggel, fémmel, fával stb.).

A módszer különösen jól kombinálható a teljesen villamos vezérlésű fröccsgépekkel, amelyek igen precíz adagolást és mozgatót tesznek lehetővé (ilyen pl. az **Engel** cég *E-motion* gépsorozata, de a feltalálók az **Arburg** céggel is szorosan együttműködtek a technológia fejlesztése során). A villamos fröccsgépek igen széles sebességtartományban teszik lehetővé a befroccsöntés és szánmozgató szinkronizációját. A lemezek tökéletes párhuzamossága és az egyenletes nyomáeloszlás biztosítja, hogy a szán kis erővel mozgatható legyen. A K2007 alkalmával a módszert egy *E-motion 200/55* (550 kN záróerejű) berendezésen mutatták be az érdeklődőknek, amely-lyel egy 930 mm hosszúságú, 1,2 mm falvastagságú terméket állítottak elő.

## Milyen geometriákra alkalmazható a „fröccstrúzió”?

Tekintettel arra, hogy az eljárást „profilszerű” termékek előállítására találták ki fröccsgépen, a lehetséges termékek jellemzői a következőkben foglalhatók össze:

- alapvetően egyenes darab, a hossz mentén kialakítható kapcsolat lehetőségével,
- a termék hossza jóval nagyobb, mint a keresztmetszete,

- végelzárók, bepattanó kötések, bordázatok és egyéb elemek beépíthetők,
- a terméknek kidobhatónak kell lennie a szerszámból (többnyire a hosszten-gelyre merőleges irányban),
- nincsenek hegesztési varratok,
- az alapvetően lapos termék geometriája a tér harmadik irányában, a folyás-irányra merőlegesen kiterjeszhető.

A jelenlegi kísérletek arra utalnak, hogy inkább új termékeket célszerű tervezni, mint a meglévőket áttervezni. Az alkalmazási területek igen sokfélék: az építőipartól a repülőgépek belső alkatrészekig és a világítástechnikáig. Néhány javasolható termék pl.: kábelcsatornák, vízvezetők, kábelösszekötők, bútorperemek (textillel vagy lak-kozással borított) stb. A módszer kiterjeszhető a többkomponensű fröccsöntésre is, és ott is hasznosíthatók a szokásos többkomponensű fröccsöntésnél szerzett tapasztalatok. Készíthetők különböző szendvicsszerkezetek, pl. lágy habbal borított merev darabok és keményhabmagot tartalmazó kompozitszerkezetek. A fémbetétes fröccsöntés természetesen ugyanacsak megvalósítható.

Várható, hogy az eljárást az autóiparban, az építőiparban és a repülőgépgyártás-ban fogják alkalmazni. Számításba jönnek különböző borító és bélelő elemek, tömíté-sek, dekorációk.

## A szerszámok megtervezése

A fröccstrúziós szerszám nem feltétlenül drágább, mint egy hagyományos fröccs-szerszám. Amennyiben a darab geometriája megfelelő a technológiához, a mozgó al-katrészek költségét kompenzálja a hagyományos szerszámoknál alkalmazandó komp-lex forrócsatornás rendszer elmaradása. Azzal lehet számolni tehát, hogy a szerszám-költségek nem lesznek lényegesen eltérőek attól, mint amit a fröccstechnológiánál kel-lene rászáni. A fröccstrúzió nem korlátozódik egyetlen fészekre, ugyanúgy *kiterjeszt-hető többfészkes szerszámokra*, mint a hagyományos fröccsöntés, és hasonló előnyök-kel is jár. Az eljárás kifejlesztői a szerszámtervezésben szorosan együttműködtek a **CAD-Plast GmbH**-val és a **Dema Engineering GmbH**-val. A kalibrációhoz és pró-bákhoz szükséges berendezéseket a **Hasco** cég segítségével fejlesztették ki. A reológiai szimulációkat a *Moldflow*-programmal végezték el, amellyel a méretezés nagy részét el lehetett végezni. A számított és a valós modelleken mért adatok össze-hasonlítása azt mutatta, hogy a program segítségével elég jól meg lehetett jósolni a feldolgozás részleteit. A fröccstrúziós módszert függőleges és vízszintes szánmozgás-hoz is hozzá lehet igazítani, a választásnál a következő szempontokat kell figyelembe venni:

- a gyártandó darab teljes hossza (a hosszabb termékek esetében célszerűbb a vízszintes elrendezést választani),
- a gyártócsarnokban rendelkezésre álló hely nagysága,
- a gyártógéppel kapcsolatos elképzelések,
- a termék kivételének módja és továbbszállítása,
- a vevő kívánsága.

## Az ötlettől a gyártásig

Az ötlet 2004-ben született meg, a megvalósítással kapcsolatos kutató-fejlesztő munka 2005-ben kezdődött. *Különböző osztrák állami szervezetek 1,1 millió EUR értékű támogatást nyújtottak a projekthez.* 2006 januárjában készült el az első kísérleti „fröccstrúziós” szerszám, a vonatkozó szabadalmat 2006 decemberében nyújtották be. 2007 májusában vizsgálták meg a sorozatgyárthatóság feltételeit, majd 2007 szeptemberében egy újabb szabadalmat nyújtottak be, amely tükrözte a fejlesztés során szerzett újabb ismereteket. Az újabb szabadalom már nem csak a gyártási eljárásra, hanem a szerszámokra, ill. az előállított termékekre is kiterjedt. Ez azt jelenti, hogy a feltalálók most már a teljes eljárásra tudnak licencet biztosítani. Az egyszeri licencdíj 40 000 EUR, amelyet a gyártóberendezéssel együtt kell megfizetni – függetlenül a berendezés méretétől, a darabszámtól, a gyártott terméktől, és nem ruházható át. Már 2007 októberre előtt, amikor az eljárást a K2007 kiállítás alkalmával bemutatták, hat fröccstrúziós berendezést adtak el, és ez a szám 2008 februárjáig megkétszereződött.

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

Steiner, G.; Krivec, T.: Exjection: Serienumsetzung läuft. = K-Berater, 53. k. 3. sz. 2008. p. 30–35.

Exjection kombiniert Extrusion und Spritzguss. = K-Berater, 52. k. 10. sz. 2007. p. 57–59.

Zwei Verfahren in einem. = Plastverarbeiter, 58. k. 7. sz. 2007. p. 22–23.

Exjection erschließt eine neue Dimension. = K-Zeitung, 39. k. 5. sz. 2008. p. 9–10.

## Röviden...

### Milyen legyen a kenyér csomagolásához szánt fólia?

A kenyércsomagoláshoz korábban tiszta PE-LD-ből fűjt fóliákat használtak. A költségcsökkentés és a teljesítménynövelés érdekében az utóbbi időben a PE-LD-t PE-LLD-vel keverik. Az ilyen keverékeknek további előnye, hogy csökkenthető a fólia vastagsága, ennek ellenére nő a merevsége, ami a gyári csomagológépeken sokkal biztonságosabbá teszi a feldolgozást, a fólia ugyanis nem tapad és nem esik össze.

A **Sabic Europe** cég egy új PE-LLD-jét (*Sabic LLDPE 716Q*) ajánlja kenyércsomagoló fóliák gyártásához. Ez az etilén/butén kopolimer monofóliák és koextrudált fóliák gyártásához egyaránt alkalmas, és bármilyen PE-LD-vel keverhető. 20-25% PE-LD hozzáadásával viszonylag merev, szép felületű fóliákat kapnak, amelyek hasonlóak a PE-LD/mPE-LLD-ből készített fóliákhoz, de azoknál olcsóbbak. A fóliák alapanyagához antiblokkoló és csúsztató adalékot is keverhetnek. A fóliazacskó a papírral szemben nem szív fel nedvességet, viszont visszatartja a kenyér nedvességtartalmát, ezért az hosszabb ideig megőrzi frissességét.

Plastverarbeiter, 58. k. 7. sz. 2007. p. 52–53.

P. K.-né