

## Szerszámtervezést segítő szoftverek, szolgáltatások, megoldások

A fröccsöntő szerszámok tervezését elősegítő szoftverek jelentősége egyre nő. A Visi-Flow új szoftverrel töltetlen és töltött, erősített alapanyagok folyási tulajdonságait lehet szimulálni. Az alagútbeömlést lehetővé tevő betétekkel csökkenteni lehet a szerszámköltségeket és javítani a minőséget. A szerszámtervezést sokszor az alapanyaggyártók is segítik a sikeres gyártás érdekében.

*Tárgyszavak: szerszámtervezés; szoftver; fröccsöntés; szimuláció.*

### Visi-Flow, az új szimulációs szoftver

*Visi-Flow* (www.mecadat.de) néven kifejlesztettek egy új szimulációs szoftvert, amely műanyagömlédek szerszámon belüli folyási viselkedését írja le. Ez megkönnyíti a szerszámtervezés különböző szakaszait: a szerszámkitöltés, a tolerancia, a vetemedés, a temperálás és a ciklusidő szimulációját. A program használható erősített és töltetlen műanyagok vizsgálatára is; az anyagok tulajdonságait egy bőséges, folyamatosan felújított könyvtárból a felhasználó magának töltheti le. *A program nem korlátozza a vizsgált termék méretét és komplexitását.* A program figyelembe tudja venni a fűtött csatornák és fűtött beömlőnyílások rendszerét is, de vannak modulok pl. többlépcsős vagy többkomponensű fröccsöntésre is. Olyan szerszámokat is lehet szimulálni, ahol egy szerszámban több különböző termék is készülhet, amit zárószelepekkel lehet szabályozni.

Ami a programban új, hogy igen rövid idő alatt igen nagy pontossággal végzi el a szimuláció alapját képező végeelem-számításokat. A számítás az ömlék termodinamikai vizsgálatával kezdődik, a beömlési viszonyok optimalizálásával folytatódik és a zsugorodás, valamint a vetemedés vizsgálatával zárul. Az értékelés részét alkotja még a befagyott feszültségek vizsgálata is. Az alapadatokat az adatbankból előhívhatók, a szoftver kezelése semmilyen matematikai jártasságot nem kíván.

#### *A program moduljai*

A *Visi-Flow* program fő moduljai: a befröccsöntést és szerszámkitöltést szimuláló modul, az utónyomást és vetemedést szimuláló modul, végül a temperáló modul. Az első modullal ellenőrizhető, hogy az adott darab előállítható-e fröccsöntéssel. Ezzel már a konstrukciós folyamat legelején döntéseket lehet hozni, amikor még a szerszám

el sem készült, vagy kis költséggel módosítható. A befröccsöntési modullal a falvastagságot és a beömlést lehet optimalizálni, kiszámítja a szükséges záróerőt és a ciklusidőt, a befröccsöntési és az utónyomási időt. A hegedési varratok, esetleges légzárványok számítása a minőségi problémák kiküszöbölésében segíthet. A második modul az utónyomás analízisét használja arra, hogy optimalizálja a fröccsöntés folyamatát, megfelelő optimumot találjon a termék minősége, a költségek és a ciklusidő között. A felhasználó különböző befröccsöntési profilokat végigpróbálva megvizsgálhatja a töltési időt és a fröccsnyomást. Képet kap a térfogati zsugorodásról, a ciklusidőről, a hőmérséklet időbeli lefutásáról, a termék végső alakjáról és vetemedéséről – még mielőtt a szerszám elkészülne. Az utolsó modul a szerszámtemperálást optimalizálja: a hűtőközegek hőmérsékletét és térfogatáramát, valamint az ehhez szükséges nyomást.

A program használata néhány nap alatt elsajátítható, ami alatt főként a kezdeti feltételek megadása és az eredmények értékelése értendő. A program jelentős segítséget nyújthat a szerszámtervezőknek.

## **Együttműködés a szerszámtervező és az anyaggyártó között**

Amikor egy új terméket és a hozzá való szerszámot tervezik, már a legkorábbi fázisban meg kell gondolni, hogy milyen anyagot kívánnak fröccsönteni. Az, hogy egy termék gyártását hosszú ideig gazdaságosan és biztonságosan tudják-e végezni, már a tervezés legkorábbi fázisában eldől. Itt döntenek az anyagtípusról, a falvastagságról, a szerszámmal szembeni követelményekről, a kidobórendszerrel, a használt fröccsgépről és az esetleges utóműveletekről. Az itt hozott döntések a gyártás során már nem vagy csak igen nagy költséggel korrigálhatók.

A tervezés elején fel kell mérni, hogy a terméknek milyen követelményeknek kell megfelelnie – ez határozza meg az anyagválasztást. A legtöbb komplex termék több alkatrészből áll, amelyeket a későbbiekben egymáshoz rögzíteni vagy szerelni kell. Itt már nem csak az egyes alkatrészek anyagválasztása a fontos, hanem az is, hogy egy-egy anyagpárt hogyan választanak ki. A gondos tervező még olyan tényezőket is figyelembe vesz, hogy két alkatrész érintkezésekor milyen kopás ill. zaj képződik. Természetesen gondosan kell megválasztani a termék alakját, a befröccsöntés helyét és a kidobó rendszert is. Az utóbbi esetben pl. ügyelni kell arra, hogy a *falvastagság és a teherbírás megfelelő legyen a tervezett kidobórendszerhez.*

A beömlések megfelelő tervezése kulcsfontosságú a gyártás sikere szempontjából. A beömlésnek biztosítania kell a szerszám gyors és teljes feltöltését, ugyanakkor amennyire lehet, észrevétlenné kell maradnia a terméken. Ha sikerül, a terméket már az elején úgy kell megtervezni, hogy tübeömlésekkel gyártható legyen, akkor nem csak kedvező kinézetű terméket kapnak, hanem anyagot is megspórolhatnak és rövid lesz a ciklusidő is. A kidobórendszert is úgy kell megtervezni, hogy minél egyszerűbb eszközökkel, minél könnyebben elvégezhető legyen a művelet. A falvastagság helyes megválasztása a hűlési időt és a termék esztétikai kinézetét is befolyásolja.

Jól kell ismerni a feldolgozott és a szerszámgyártáshoz használt anyagok jellemzőit, beleértve pl. az acél felületkezelését is. A feldolgozás szempontjából egyik leg-

fontosabb anyagjellemző a folyási szám, amely egy polimertípuson belül is széles tartományban változhat. A folyási szám összefüggésben van a toleranciával is: a nagy folyóképességű anyagok esetében pl. szűk toleranciát kell alkalmazni annak érdekében, hogy elkerülhető legyen a szerszám túltöltése. A kisebb folyóképességű anyagoknál nagyobb átmérőjű csatornákra van szükség, és gondoskodni kell a jó légmentesítésről is, nehogy légzárványok és beégések keletkezzenek. Az anyagadatok kritikusak a forrócsatornás rendszer helyes megtervezése szempontjából is. Ha nincsenek referenciaadatok egy anyagról, célszerű bizonyos alapkísérleteket, referenciaszerszámok öntéseket elvégezni, mielőtt a végleges szerszámot megtervezik. A csatornák tervezésekor kompromisszumot kell elérni: egyrészt minél nagyobb átmérőjű a csatorna, annál könnyebb az ömledék mozgása (annál kisebb a nyomásvesztés), ugyanakkor a szűkebb csatorna csökkenti a tartózkodási időt a forró csatornában.

A termék pontosabb megtervezését segítheti a *gyors prototípusgyártás* is, amivel funkcionális modelleket lehet előállítani. Ezek még akkor is hasznosak, ha nem azonos technológiával és általában nem teljesen azonos anyagból készülnek, mint a tervezett végtermék. A mérhető modellen végzett vizsgálatok sok esetben lehetővé teszik, hogy még a végleges szerszám elkészülte előtt javítsanak a konstrukción.

A nagy alapanyaggyártók tisztában vannak azzal, hogy a kis és közepes vállalkozások nem mindig rendelkeznek elég tőkével ahhoz, hogy a gyártás megkezdése előtt a fejlesztésnek mindazokat az állomásait végigjárják, amelyek a nagy feldolgozó cégek számára természetesnek tűnnek, ezért szakembereik segítik a kisebb felhasználókat is azoknak a kritikus pontoknak a megtalálásában, amelyek hozzásegíthetik őket a megfelelő anyag kiválasztásához és az optimális szerszámtervezéshez. Tanácsokat adnak nem csak a feldolgozandó anyag, hanem a megfelelő szerszámanyag kiválasztásához is, valamint specifikálják a szükséges utókezeléseket is (kopásállóság, korrózióállóság, darab kidobását segítő felületi jellemzők stb.). Ha szükség van rá, szilárdsági számításokat végeznek a kritikus szerszámméretek meghatározásához. Az elosztócsatornák megválasztása a hidegcsatornás rendszerek esetében, vagy a melegcsatornák megfelelő kialakítása annak ellenére nehéz és kritikus feladat, hogy a megoldások széles választéka áll rendelkezésre. A levegőztetés ugyancsak bizonyos fokig anyagspecifikus, tehát a nyersanyaggyártók rendelkezhetnek a megfelelő információkkal, és ezt megoszthatják vevőikkel.

A nagy alapanyaggyártók a következő szolgáltatásokkal állnak vevőik rendelkezésére: a szerszámkitöltés szimulációja, hőkamerás felvételek a gyártás során (ciklusidő optimalizálása), kopó felületek beazonosítása (melegedés detektálása). Mindezzel az a cél, hogy már a tervezési fázisban kiküszöböljék azokat a hibákat, amelyek korrekciója később jóval költségesebb lenne.

## **A szerszámköltségek csökkentése és a minőség javítása a beömlés megfelelő megtervezésével**

Az **Exaflow GmbH** ([www.exaflow.de](http://www.exaflow.de)) *Ringelflow* és *Maxiflow* néven két új *alagútbeömlést* tervezett a szerszámtervezők munkájának elősegítésére. A *Ringelflow*

egyrészes betét a befröccsöntési pontig 270°-kal eltereli az ömledékáram irányát, és ezzel a befröccsöntési pont a szerszám belsejébe, az osztósík fölé kerülhet. Ez az elterelés több előnnyel is járhat. Ha egy termékben tömítőfelület fordul elő, ezzel a megoldással elérhető, hogy a beömlés távol kerüljön az osztósíktól, ami fényes és egyenletes felületet biztosít. Az ömledék úgy ér a beömlésnél a szerszám szemben levő falára, hogy elkerüljék a sugárban történő beáramlást. A kétkomponensű termékek esetében a második komponens belülről is önthető, és anélkül, hogy különleges szerszámtechnikai megoldásokat kellene alkalmazni, a termék külső kontúrja tiszta marad. Gyermekjátékok esetében nagy előny, hogy a beömlőnyílást belül lehet elhelyezni, a beömlő csomak maradványa semmilyen sérülést nem okozhat.

A *Maxiflow* egy beömlési betétsorozatot jelent, amelyben a betétek besüllyedési mélysége eltérő. Ennek megválasztásával el lehet érni, hogy a beömlési pont 10 mm-rel a szerszám osztósíkja felett vagy alatt legyen. Így viszonylag sík termékek esetében kör alakú kiemelkedő vagy besüllyedő peremet alakíthatnak ki. A beömlés a már korábban is elérhető kontúráramlásos betétekhez hasonlóan eltávolítható az alkatrész falától, akár egy borda mögött is elhelyezkedhet. A *Maxiflow* betétek mindenfajta műanyaghoz alkalmazhatók: akár töltött akár töltetlen műanyagból van szó, használhatók kemény és merev műanyagokhoz is. Jól folyó műanyagok esetében 1200 g-os löketig használhatók. Ezzel a megoldással a műszakilag nagy követelményeket jelentő alagútbeömlések kiválthatók.

Az Exaflow cég korábbi betétjeihez hasonlóan a *Ringelflow* és a *Maxiflow* elemek is egy darabban, fémfröccsöntéssel készülnek szinteracélból. Ez a módszer (az azt követő utókezeléssel együtt) igen stabil, vetemedésre nem hajlamos szerkezetet hoz létre. Emiatt és az acél nagy keménysége miatt eddig gyakorlatilag nem figyeltek meg vetemedést az üzembe helyezett darabokon. A banán alakú beömlőcsatorna nagy méretpontossággal készül, belső felülete is igen sima, hogy megkönnyítse a szerszámból való eltávolítást.

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

Kuhn, D.: Ein Softwaretool simuliert das Verhalten von Kunststoffteilen im Werkzeug. = MM Das Industriemagazin, 48. k. 11. sz. 2006. p. 40–41.

Schrenk, B.: Bis ins letzte Durchdacht. = Plastverarbeiter, 58. k. 7. sz. 2007. p. 60–61.  
Werkzeugkosten senken, Formteilqualität steigern. = Kunststoff Berater, 2006. 5. sz. p. 24.

---

#### *Egyéb irodalom*

Hot new technology for cooling injection molds. (Új technológia a fröccsszerszámok hűtésére.) = Modern Plastics, 83. k. 2. sz. 2006. p. 24–25.

Schäumen von Elastomeren mit Inertgasen im Extrusionsprozess. (Elastomerek habosítása inertgázokkal az extrudálás során.) = GAK, 59. k. 6. sz. 2006. p. 761–765.