

## Hatékony forrócsatornás fröccsszerszámok

A forrócsatornás rendszerek és általában a katalógusból rendelhető standardizált szerszámelemek miniatürizálása és ezen keresztül az energiaigény csökkentése az irányadó tendencia. A forrócsatornás rendszerek alkalmazásakor fellépő komplex gépbeállítási problémákat néhány egyszerű alapszabály betartásával viszonylag könnyen meg lehet oldani.

*Tárgyszavak: műanyag-feldolgozás; fröccsöntés; forrócsatornás szerszám; miniatürizálás.*

### Forrócsatornás rendszerek kiválasztási szempontjai

A forrócsatornás rendszerek és általában a katalógusból rendelhető standardizált szerszámelemek terén a miniatürizálás és ezen keresztül az energiaigény csökkentése az irányadó tendencia. Noha a forrócsatornás rendszerek energiaigénye csak töredéke a fröccsöntési folyamat teljes energiafelhasználásának, csökkentése gazdasági és környezetvédelmi szempontokból is fontos. A miniatürizálás és energiahatékonyság céljait szolgálják az ún. vastagréteg-technikával előállított fűtőelemek. A „Blue Flow”-fűvóka (azaz „kék áramlás” fűvóka) alkalmazásával kisebb a hővesztés és alacsonyabb hőmérsékletű fűtéssel is biztosítható az ömledék megfelelő viszkozitása, amivel akár 30%-os energiamegtakarítás érhető el. A kompakt kiképzésű forrócsatornás rendszerek különösen a sok forrócsatornát alkalmazó rendszereknél előnyösek. Az egymáshoz közelebb elhelyezhető csatornák vagy kisebb szerszámméretet és ezáltal kisebb (olcsóbb) fröccsgép alkalmazását vagy adott szerszámméret esetén több fészek kialakítását teszik lehetővé, ami növeli a termelékenységet. Természetesen ezekhez a szerszámokhoz kompakt hőfokszabályozókat is kell alkalmazni.

Az ilyen megoldások elsősorban a nagyon kis tömegű alkatrészeknél előnyösek. A forrócsatornás szerszámok jól illeszthetők a szervomotoros, hidraulikus folyadék és kenőanyag nélküli, azaz tiszta térben is alkalmazható teljesen villamos meghajtással működő fröccsöntő gépekhez. A viszonylag kis darabszámban igényelt apró fröccstermékek gyártásához kicsi fröccsgépeket lehet gazdaságosan alkalmazni, amihez a kompakt forrócsatornás rendszerek és más miniatürizált standard szerszámelemek jól kihasználhatóak. E téren *a villamos meghajtású, tűs szelepzárású rendszerek egyre inkább terjednek.*

A 2011-es év előtt a 6 mm-es fészektávolság volt a legkisebb a német Heitec cég önálló szelepszabályozással ellátott forrócsatornás rendszereiben. Ma már ez a méret

4,5 mm-re zsugorodott (1. ábra), és ez különösen alkalmas kis, 0,005–1,5 g tömegű alkatrészek gyártásához. A koncepció használhatóságát egy próbaszerszámmal tesztelték. Akrilátpolimerből fogpiszkálókát gyártottak, amelyeket egy 0,8 mm-es filmgát segítségével ötösével kötegeltek. Amikor a gyártást 30 percre megszakítva újraindították, nem tapasztaltak degradációt, sem szivárgást vagy szálképződést, és valamennyi fészek már az első ciklusban teljesen kitöltődött.



1. ábra Kompakt, önálló szelepezérlésű forrócsatornás rendszer

Az apró alkatrészek forrócsatornás, közvetlen zárószelepes fröccsöntése különösen előnyös a nagyon kis alkatrészek esetében, amelyeket a gyógyászatban és az elektronikai iparban egyre elterjedtebben alkalmaznak. Mivel ilyenkor az elosztócsatornák térfogata a szerszámműregekének akár 10–20-szorosa is lehet, és az anyag reciklálása nem megengedett, alapvető gazdasági érdek, hogy ne hidegcsatornás szerszámokat használjanak. Tíz évvel ezelőtt még a 0,5 g tömegű alkatrészek közvetlen beömlésű forrócsatornás gyártása is nagy kihívás volt, mára ez az érték 0,05 g alá csökkent. Így például sikeresen gyártottak 14 hónapon át 0,03 g tömegű poliacétátermékeket 96 fészkes forrócsatornás szerszámmal. Egy másik példában egy hidegcsatornás szerszámot forrócsatornással helyettesítve megtakarítható volt az elosztócsatornák anyagigénye, ami a teljes anyagfelhasználás 93%-át tette ki. Emellett a ciklusidő is csökkent. Eredmény: a szerszám beruházási költsége fél év alatt megtérült.

### **Tippek a forrócsatornás rendszerek használatához**

A forrócsatornás fröccsszerszámok működtetését számos tényező komplex módon befolyásolja, azonban a következő néhány alapszabály betartásával e komplexitás

jelentősen csökkenthető és az esetleges problémák sokkal könnyebben kezelhetővé válnak.

1. *Biztosítsanak lapos hőmérséklet-profil.* Egyes forrócsatornás szerszámokban nehéz egyenletes hőmérsékleteket tartani a fúvókáknál és a beömlési csatlakozásoknál, hogy elkerüljék a forró pontok kialakulását. Bizonyos forrócsatornás rendszereknél és bizonyos műanyagoknál csökkenteni kell az ömledék hőmérsékletét a gátnál, hogy megelőzhető legyen az anyagszivárgás, illetve a szálképződés, és más, a termék minőségét lerontó hatások se lépjenek fel. Néha ennek oka a standard fűtőelemek és a fúvóka, illetve a rendszer más elemeinek nem optimális kompatibilitása. Speciális – különösen flexibilis – az adott rendszerhez tervezett fűtőelemek alkalmazása segíthet e kompatibilitási probléma megoldásában, azaz egyenletesebb hőfokeloszlást lehet velük elérni. A fűtőfejen alkalmazott kisebb hővezetésű fém, mint pl. a titán alkalmazása segít a hőveszteség csökkentésében. Hasonló okból a titán a fúvókák és a beömlési csatlakozások esetében is javítja a hőmérséklet-eloszlás egyenletességét. Azonban erősen koptató hatású műanyagömledékeknel ellenállóbb szerkezeti anyagot (pl. H13 acélt) kell használni, aminek nagyobb a hővezetési tényezője. Ilyen esetben titángallérral csökkenthető a hőveszteség.

2. *Minimalizálják az ömledék szivárgását.* Az ömledékszivárgások döntő többségének alapvető oka a magasabb feldolgozási hőmérsékletek alkalmazása, mint amilyenre az adott forrócsatornás rendszert tervezték. A magasabb hőmérséklet hatására nagyobb hőtágulás lép fel, és ezért valamelyik szerkezeti elemnek engednie kell; a pozíciójukból elmozduló alkatrészek szivárgást okoznak. Ilyen esetekben előnyös sajtoló fúvókát alkalmazni menetes rögzítésű helyett, mert ez képes a hőtágulás elviselésére anélkül, hogy a feszültséget átadná a szerszámelemeknek.

Ha a fröccsgép fúvókája nincs megfelelően centírozva a szerszám befogadó csatlakozásához, az szintén okozhat szivárgást. Ennek ellenőrzéséhez a csigahenger előremozdítása előtt tartsanak egy papírlapot a forrócsatornás rendszer és a fúvóka csatlakozásához. Ha a csigahenger visszahúzása után nem egy tökéletes kör alakú kivágást kaptak, akkor módosítani kell a centírozást.

3. *Kerüljék el az ömledék kibugyogását.* Az ömledék kibugyogása a fúvókából csökkenti a szerszám élettartamát és rontja a fröccstermékek minőségét. A kibugyogást vagy gáz, vagy olyan anyag okozza, amely ki akar szabadulni a fúvókából. A gázbuborékok gyakran forró pont jelenlétére utalnak az elosztócsatornában, amely a műanyag gázosodását okozza. Ha a gázok nem tudnak eltávozni máshol, a fúvóka végén bugyognak ki.

Gyakran azonban nem a forrócsatorna-rendszer túlhevülése az ok, hanem az, hogy az alapanyag gyártója által megadott feldolgozási hőmérsékletek felett dolgoznak. Ne feledjék, hogy a jelenleg használatos műanyag típusok gyakran sokféle adalékanyagot tartalmaznak, amelyek jelentősen befolyásolhatják a maximális feldolgozási hőmérsékletet. Ezért ne dolgozzanak korábbi tapasztalatok alapján.

lataikra alapozott rutinból, hanem figyelmesen tanulmányozzák át az alapanyag gyártójának specifikációját.

Túl nagy torlónyomás alkalmazása légzárványok kialakulásához vezethet, a levegő azután előbb-utóbb ki akar jutni a fúvókán át.

4. *Alkalmazzanak egyenletes nyomást.* A túl magas vagy egyenetlen nyomás az anyag beégését és ezáltal ezüstös sávok megjelenését okozhatja a terméken. E probléma gyakran abból ered, hogy túl kicsi a fúvókanyílás mérete. Győződjene meg arról, hogy a fúvóka furatának átmérője megegyezik a forrócsatorna-rendszer fogadónyílásával. Ha nem, változtassák meg. Ez a könnyebb anyagáramlás révén csökkenteni fogja a szükséges fröccsnyomást, megszünteti a beégést és a sávképződést. A helyes illesztés csökkenti a szivárgásveszélyt is. Különösen fontos a helyes fúvókanyílás-méret az üvegszál-erősítésű műanyagok esetében. A helytelen méret az üvegszálak felgyülemelését okozhatja a fúvókában. Ilyenkor nagyobb fröccsnyomást kell alkalmazni a megfelelő anyagáram biztosításához, ami előbb-utóbb sorjaképződéshez vezet. A gyakorlati tapasztalatok szerint az üvegszálás műanyagokhoz általában 1,4–1,5 mm fúvókaméret kell.

5. *Megfelelően indítsák a fröccsöntési folyamatot.* Egy új rendszerben a fúvóka vége igen érzékeny, a fröccsnyomásra könnyen sérülő apró alkatrész. Ezért a fröccsöntés megkezdése előtt célszerű a rendszert műanyaggal feltölteni az első ciklus előtt. A fúvókahegyet így az azt körülvevő műanyag megerősíti és védi azt a roncsolódástól.

Időnként előfordul, hogy a fröccsöntés indításakor az anyag a szerszámba ragad. Ennek egyik oka az, ha a leállásnál műanyag maradt a forrócsatornában a rendszerben. Az ilyen hiba különösen a hőérzékeny anyagok, mint pl. a poliamidok esetében lehet problémás. Elkerülése érdekében indításkor a fúvókát a hőveszteség kompenzálásához fel kell hevíteni, és csak néhány ciklus után állítsák azt vissza a normál üzemi hőmérsékletre, hogy elkerüljék az anyag túlhevítését.

Az ömledékcsatornában a hosszabb idejű működés során az anyaglerakódás normális jelenség. A lerakódások megszüntetéséhez időnként tisztítóanyaggal kell átjártatni a rendszert. Ilyen tisztító polimerek kereskedelmi forgalomban beszerezhetők.

6. *Biztosítsák a szerszám egyenletes hűtését.* Fontos, hogy mindegyik szerszámfészeknek saját hűtőköre legyen. Ha a szerszámfészkek közös hűtőkörrel dolgoznak, a termék minősége kevésbé lesz egyenletes, és a ciklusidő is hosszabb lesz.
7. *Használjanak anyagában teljesen megedzett szeleptüskéket.* Az ilyen tüskék megkopásuk után újraköszörülhetnek, szemben a csak felületükön edzett tüskékkel. Alkalmazásukkal javul a termék minősége, csökkennek a költségek, nagyobb formaszabadság biztosítható, és jobb lesz a felület minősége.

Természetesen még a fenti szabályok betartásával sem kerülhetik el a rendszer komplexitásából adódó kihívásokat, de az erre irányuló munka nagymértékben egyszerűsödik.

Összeállította: Dr. Füzes László

Kovacic C.: Seven tips to maximize hot-runner performance = Plastics Technology, www.ptonline.com, 2013. September.

Hoffmanns W.: Kompakte Normalien und Heißkanäle = Plastverarbeiter, www.plastverarbeiter, 2013. November.

Naitove M. H.: Tooling advances highlighted at Molding 2013 Conference = Plastics Technology, www.ptonline.com, 2013. March.