

## Etázsszerszámok előnyei

A termelékenység növelésének egyik lehetséges módja az etázsszerszámok alkalmazása a fröccsgépen, amelyekkel a záróerő emelése nélkül majdnem megduplázható a darabszám. A következőkben bemutatjuk az ilyen szerszámok felépítését, továbbá ismertetünk egy esettanulmányt, amelyben sikeresen álltak át egy etázsszerszám alkalmazására.

*Tárgyszavak: műanyag-feldolgozás; fröccsöntés; termelékenység; etázsszerszám; szerszámkonstrukció.*

### Az etázsszerszám mint a nagyobb termelékenység és a megtakarítás eszköze

Ha egy fröccsüzem új megrendelést kap, a várható darabszám és ciklusidő alapján kiszámítja, hogy hány fészkes szerszámmal van szüksége. Ha nagyon nagy számú fészekkel kellene dolgoznia, ahhoz nagy záróerejű gépre volna szüksége. Ez elkerülhető az utóbbi években terjedő etázsszerszámok alkalmazásával. Az ilyen szerszámok a megszokott szeszámfelfogó lapokra szerelhetők fel, de abban különböznek a hagyományos fröccsszerszámoktól, hogy két egymással párhuzamos osztósíkjuk van, amelyeket egy középső szeszámlap választ el egymástól. A két osztósíkban kétszer annyi fészek helyezhető el, a záróerőt viszont nem kell növelni, ha a formadarabok felülete a második osztósíkban nem nagyobb, mint az elsőben. A szerszám középblokkja irányába ható erők ugyanis mindkét osztósíkban egyenletesen oszlanak meg. Ezért igen nagy méretű formadarabok is előállíthatók nagy fröccsnyomással a záróerő növelése nélkül. A fészek kitöltéséhez és a formadarab lehűtéséhez szükséges idő nem hosszabb, mint a szimpla szerszámokban. Az etázsszerszám nyitása és zárása ugyan valamivel tovább tart, mint két szokásos fél szerszám mozgatása, ami kicsit növeli a ciklusidőt, ennek ellenére etázsszerszámmal általában megduplázható ugyanannak a gépnek a teljesítménye. Ilyen szerszámok tervezésében és építésében a kanadai **Mold Hotrunner Solutions Inc.** cégnek (Georgetown, Ontario) nagy tapasztalatai vannak.

A formadarab gyártási költségét alapvetően az anyagár és a ráfordított gépidőből számolt költség határozza meg, ami ugyancsak összefügg a gép záróerejével. Az etázsszerszámokban gyártott darabokra fele akkora záróerőhányad jut, mint az egy osztósíkos szerszámokban gyártottakra. Ezért pl. egy 3000 kN-os gépen 8+8 fészkes szerszámmal etázsszerszámokban fröccsöntve 40–50%-kal kisebb az egyes darabokban a gépidő értéke, mintha ugyanannyi darabot egy 6000 kN-os gépen 16-fészkes szerszámmal állítanak elő. *Ez az előny különösen a nagyméretű, hosszú ciklusidővel és nagy zárónyomással gyártott daraboknál érvényesül.* Egy 30 000 kN záróerejű fröccsgép egy órai

munkája kb. 250 USD-t ér , egy 15 000 kN-osé csak a felét. Új megrendelésnél ezért mindig érdemes megfontolni, hogy nem lehetne-e a feladatot kisebb gépen megoldani, feltéve, hogy annak plasztikáló kapacitása elég nagy, és elegendő hely áll rendelkezésre az etázsszerszám felszerelésére.

Az etázsszerszám két síkjában nemcsak azonos formájú és tömegű formadarabokat lehet gyártani, hanem szimmetrikus bal-jobb darabpárokat vagy összetartozó darabcsoportokat is, amelyek egymással még a gépsoron összeszerelhetők. Szerencsésebb, ha ezek a darabok egyetlen ciklusban, azonos paraméterekkel készülnek el. Az darabok csoportos fröccsöntése és azonnali összeszerelése feleslegessé teszi a különböző gépeken végzett munka esetén szükséges összehangolást. Jellemző példa erre az üreges gyártmányok, pl. a szellőzőcsatornák vagy a szállítólapok alsó-felső részének összehegesztése. Etázsszerszámokat nemcsak egykomponensű fröccsöntéshez lehet alkalmazni, hanem többkomponensű, kemény/lágy vagy többszínű termékek gyártására is.

## **Az etázsszerszám felépítése**

Az etázsszerszám felépítése bonyolultabb, mint az egy osztósíkot tartalmazó egyszerű fröccsöntő szerszámé. Meghatározó eleme az akár 30 tonnás középső blokk, amely a két osztósík között mozog, és vagy a főoszlopokon függ, vagy géptestre helyezett síneken siklik. A szerszám két osztósíkjának egyidejű nyitásakor a szerszámlapokat fogasléc/fogaskerék, menetorsó vagy emelőkaros mechanizmus működteti. A mechanikus hajtóelemek mellett egy hidraulikusan vezérelt henger szabályozza a középső blokk sebességét és az osztósíkok nyílástávolságát.

Az ömledék útja a fröccsgép fúvójától a szerszámfészkekig az etázsszerszám-ban hosszabb, mint az egyszerű fröccsszerszám-ban. Az ömledék a fűtött ömledékcsatornán keresztül ugyanis először a középső blokkba jut, innen ágazik el a két osztósík fészkei felé. Nagy szerszámokban 2000–3000 mm is lehet az ömledék útja, eközben 20–30% nyomásvesztés keletkezhet, ez nyírási hővé alakul. Hatására megváltozhat az ömledék viszkozitása, ezáltal a fészkek kitöltése. A nyíró hatásra érzékeny műanyagok ilyen módon kikerülhetnek a megengedett „feldolgozási ablakból”. Ezért az ömledékcsatorna formájának és méreteinek tervezése előtt érdemes a feldolgozandó anyag reológiai tulajdonságainak figyelembevételével folyáselemzést végezni.

A folyamatszimulálás eredményei alapján határozzák meg a forrócsatorna elhelyezését. A fészekkitöltés elemzését gyakran összekapcsolják a vetemedés elemzésével. Megfigyelik a folyási frontot, az esetleges összezapási vonalak vagy légzárványok helyét, a szélső rétegek megdermedését, kiszámítják a záróerőt, a nyomáseloszlást; ellenőrzik, hogy egyenletes-e az utónyomás egy fészken belül, és vizsgálják, hogy milyen az utónyomás viszonya az egyes fészkek között. Mindenekelőtt a nagy formadaraboknál kell kézben tartani a térfogat-zsugorodást és a méreteltérést a pontos méretű és vetemedésmentes darabok gyártásának érdekében.

A magas követelmények kielégítéséhez számításokkal pontosan kiegyensúlyozott ömledékcsatornát építenek a szerszám-ba, amely szakaszonként vezérelt tűs zárófúvókákkal finoman szabályozza a befröccsöntést és az utónyomást, nyílásuk és záródásuk

révén így valamennyi fészekbe optimális körülmények között jut be az ömledék. Emiatt a fröccsöntő számára szélesedik a feldolgozási ablak is, mert a folyamatparaméterek esetleges ingadozását vagy a viszkozitás változását a szabályozórendszer ellensúlyozni tudja.

A fészkek beömlőnyílásának méretét, számát és helyét a darab formája és az anyag folyóképessége határozza meg. Több beömlőnyílással megrövidülhet az ömledék útja, ami csökkenti a maximális fröccsnyomást. Lényegesen kisebb záróerőre van szükség olyankor pl., amikor nagy felületű, vékony falú darabokat készítenek a feltétlenül szükségesnél több beömléssel. Az ehhez beépítendő plusz tús zárófűvókák ára hamar megtérül, mert a gépet kisebb zárónyomással lehet üzemeltetni. *A több beömlő egyenletesebb utónyomás-eloszlást, kisebb vastagságeltéréseket, következésképpen mérsékeltebb zsugorodás okozta vetemedést eredményez.*

A nagy etázsszszámok csatornáinak fűtésére beépített fűtőteljesítmény 50–100 kW is lehet, de folyamatos üzemben a teljesítményfelvétel ennek csak 20–30%-a. A gép és az etázsszszám egy jeladó kábelen keresztül csak a ciklus elején kommunikál egymással, a szakaszos szerszámkitöltésben a gép vezérlésének már nincs feladata, azt maga a szerszám végzi el, amely ezért „intelligens szerszám”-nak tekinthető.

Az ömledéket az első osztósíkiig hagyományosan egy merev fűtött csövön vezették, amely minden ciklusban elvált a gép fűvókájától, és a nyitott osztósíkban gátolta a kész termék kiemelését. Ezt a csövet nagy tús zárófűvókákkal helyettesítették, amelyek a szerszám zárásakor egymásnak feszülnek és kölcsönösen tömítik egymást. A szerszámfelek nyitásakor csak a fűvókák csúcsa látszik, az osztósíkokból szabadon kivehető a termék, akár robottal is.

Nagy fröccsadagoknál a fűvókák átmérője 30 mm is lehet. Könnyen folyó poliolfinek feldolgozásakor, amikor a nyírósebesség a csatornában a  $20\,000\text{ s}^{-1}$ -et is meghaladhatja, gyakran elegendő egy nagyméretű központi fűvóka ahhoz, hogy az ömledéket a központi blokk elosztójába vezessék. Nagy viszkozitású, nehezen folyó ömledéket vagy nyírásra érzékeny műanyagot (különösen ha feldolgozást rösszul tűrő adalékot, pl. égésgátlót tartalmaz) csak erősen csökkentett –  $500\text{–}1000\text{ s}^{-1}$  – nyírósebességgel szabad továbbítani. Ilyenkor kicsi a nyomáscsökkenés és a felmelegedés sem nagyobb  $10\text{ °C}$ -nál.

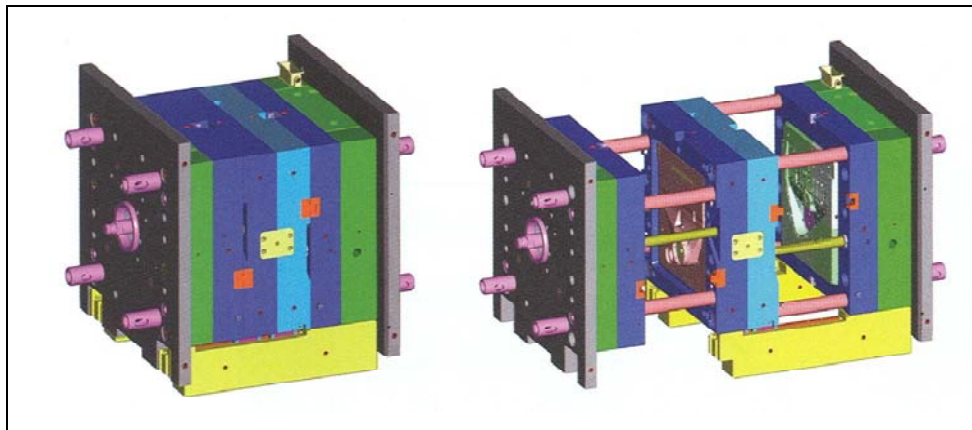
Nagy fröccsadagok és kényes ömledék feldolgozásakor célszerű az ömledéket már az álló szerszámoldalon nagy átmérőjű csatornában több részre osztani, hogy kisebb legyen az áramlási sebesség. Ha pl. 10 kg-os fröccsadagot 10 s alatt kell a szerszámba juttatni, érdemes azt  $4 \times 2,5$  kg-os részekre osztva egy rúdelosztóba (X-Verteilerbalken) vinni. Ekkor a négy fűvókán egyenként csak 250 g ömledék áramlik át másodpercenként. 22 mm átmérőjű ömledékcsatornával és 8 mm átmérőjű zárótúvel a négy adag révén jól kezelhető a polimer.

## Esettanulmány egy etázsszszám alkalmazására

A bajorországi **Bosch und Siemens Hausgeräte** cég (Trauenreut) elektromos sütőihez és beépíthető sütőkemencéihez naponta 4500 levegőelszívót gyárt. A korábban

fémlemezből gyártott elszívó helyett 2002-ben műanyagból készültre akartak áttérni. Kiszámították, hogy ha egy 13 000 kN záróerejű gépen kétfézeszes szerszámban végzik a gyártást, vagy a meglévő mellé vásárolnak egy második 7000 kN-os fröccsgépet, mindenképpen nagy beruházást kell végrehajtaniuk. A nagy darabszám és a termék várható hosszú kifutása miatt ezért úgy határoztak, hogy megpróbálják a gyártást etázsszerszámban végezni. Feltételük az volt, hogy az etázsszerszámot ugyanolyan egyszerűen lehessen felszerelni különböző fröccsgépekre, mint egy egyszerű szerszámot; a középső blokk megtámasztása pedig ne vegye igénybe se a fröccsgép oszlopait, se a gépkeretet. Mivel nem csomagolóeszközöket ontó nagy sebességű, hanem 30 s ciklusidővel közepesen nagy műszaki cikkeket megbízhatóan előállító szerszámra volt szükségük, a szerszámot az ausztriai **Haidlmair Werkbau** cégtől (Nussbach) rendelték meg. Ez a cég már bizonyította, hogy képes nagyméretű formadarabok (konténerek, ládák, rakodólapok) gyártásához jól működő szerszámokat készíteni.

A feltételeknek megfelelően a középső blokkot maga a szerszám tartja két konzolon, amelyek a fűvókaoldali felfogólapra támaszkodnak, és rá vannak csavarozva a szerszámba (1. ábra). Rajtuk precíziós lineáris megvezetés van; ezen áll vagy mozog a középső blokk. Hasonló megoldást alkalmaznak a nagy tartályok gyártószerszámaiban is. A középső blokk mozgását fogasléccel szinkronizálták, a párhuzamosságot vezetőoszlopos rendszer biztosítja. Az önmagában teljesen zárt szerszám sem a felszereléskor, sem a működtetéskor nem igényel az egyszerű fröccsszerszámtól eltérő kezelést.



1. ábra Etázsszerszám zárt és nyitott állapotban

A Bosch und Siemens cég meglévő *Engel ES 3550/700 K* típusú fröccsgépének plasztikáló kapacitása és a szerszámfelfogáshoz rendelkezésre álló hely is elegendő volt ahhoz, hogy az etázsszerszámot bármilyen módosítás nélkül feltegyék rá. Csak a robotot kellett kicserélni egy „Tandem-Y-tengelyű” berendezésre. Mindössze ezzel a beruházással majdnem duplájára növelték a termelékenységet.

A szerszám 2003-as munkába állítása óta 50%-kal nőtt meg az évente gyártott elszívók száma. Az etázsszerszám az 5 év alatt teljesített több mint két millió ciklus so-

rán nem igényelt más karbantartást, mint a 80–100 ezer ciklusonkénti tisztítást és kenést. A „minden ugyanabban a rendszerben” elve, a lapok szimmetrikus vezetése és a középső blokk szerszámon belüli megtámasztása tökéletesen közömbössé teszi a szerszámot a külső hatásokkal szemben. Kopást nem észleltek. A gyors szerszámfelfogó rendszernek és a központi csatlakozásoknak köszönhetően a szerszámcsere középnagy szerszámokkal is 30 perc alatt elvégezhető. Ez az időnként elvégzendő ellenőrzés és karbantartás miatt fontos.

Visszatekintve az elmúlt öt év termelésére, az etázsszerszám beállítását az üzem szakemberei sikerként tartják számon, és érdemesnek vélik további hasonló szerszámok beszerzését.

Összeállította: Pál Károlyné

Schmidt, H.: Hochleistung von und mit Schwergewichten. = Kunststoffe, 98. k. 11. sz. 2008. p. 59–63.

Bauer, R.: Etage – verlässlich wie standard? = Plastverarbeiter, 59. k. 12. sz. 2008. p. 70–72.