

Vékony falú termékek fröccsöntése

A csomagolóiparban egyre növekszik az igény a nagy termelékenységgel gyártható vékony falú csomagolások iránt. A gép-, szerszám- és alapanyaggyártók együttes erőfeszítései rövid ciklusidőket és jelentős anyagmegtakarításokat eredményeznek. Általános követelmény a mozgatók minél nagyobb precizitása, sebessége és gyorsulása. A két-komponenses fröccsöntés javítja a gázzáró tulajdonságokat, illetve lehetővé teszi a hulladék visszadolgozását. Megfigyelhető az elektromos hajtású gépek térnyerése a hidraulikusokkal szemben.

Tárgyszavak: műanyag-feldolgozás; fröccsöntés; csomagolóanyagok; PS; PP; EVOH.

Az egyre vékonyabb falú termékek iránti növekvő igény több tényező hatására vezethető vissza. Ilyen a fenntartható fejlődés, a gyártási és alapanyagköltségek csökkentése, illetve a gépjárművek tömegcsökkentésére irányuló törekvés. A kisebb falvastagság nem csak könnyebb termékeket és ezért kisebb anyagköltséget jelent, de csökken ezek szállítási és raktározási költsége is. A vékony falú fröccstermékek legnagyobb piacát a csomagolóipar, ezen belül pedig elsősorban az élelmiszerek, gyógyszerek, kozmetikumok, festékek és ragasztók csomagolása alkotja.

A vékony falú fröccstermékek gyártására szolgáló fröccsöntő gépeknek képesnek kell lenniük nagy nyomás és nagy fröccsöntési sebesség kifejtésére. Emellett nagyon fontos a szerszámkiképzésnél a kidobórendszer és az egyenletes, gyors kitöltést biztosító gátak megfelelő kialakítása is. A vékony falú termékeket szinte minden esetben nagyon rövid ciklusidővel gyártják. Az itt alkalmazott gyors befroccsmentéskor a legnagyobb műszaki kihívás, hogy az egyes szerszámfészkeket egyforma sebességgel kell kitölteni. Ha ez nem valósul meg, a több beömlési ponttal gyártott termékek a folyási út végén kis falvastagságú, illetve az elosztócsatornák tömegéhez képest kicsi darabok elfogadhatatlanul magas selejtaránnyal lesznek csak előállíthatók.

A düsseldorfi K'16 kiállításon is számos cég jelent meg vékony (<0,6 mm) falú termékek előállítására szolgáló technikai újdonságokkal.

Szerszámkitöltés

A Sumitomo (SHI) Demag a szerszámfészkek egyenletes kitöltésének problémáját szervomotoros fröccsgépein úgy oldja meg, hogy saját, „*activeFlowBalance*” (aktív folyási egyensúly) technikáját alkalmazza. Ennek során a nagyon precízen mozgató-

ható csigadugattyút befröccsentéskor – amikor a fészkek már csaknem megteltek – egy előre beállított időpillanatban megállítják. Ez módot ad arra, hogy a még nagy nyomáson lévő műanyagömladék először az egyik fészket töltsse ki teljesen, majd ezután sorra a többit is (az anyag mindig a legkisebb ellenállás felé áramlik). Egy beállított rövid időtartam elteltét követően, vagyis az összes fészkek teljes feltöltődése után kapcsolnak át az utónyomásra. Ez a módszer úgy teszi lehetővé az összes fészkek teljes feltöltését, hogy közben nem gyakorolnak plusz fröccsnyomást az először feltöltődött fészkekre. A nyomás természetes módon bekövetkező kiegyenlítődéssel létrejött egyenletesebb fészekkitöltés csökkenti a zsugorodást és a vetemedést, csökkennek a fészkek közötti eltérések, vagyis javul a termékminőség.

A vékony falú termékek gyártószerszámainak rendszeres karbantartása rendkívül fontos. Bármilyen lerakódás a szellőzőrésekben jelentősen befolyásolhatja az adott fészkek kitöltését. A túl nagy zárónyomás is eltorzíthatja a szellőzőréseket, ezért fontos a záróegységek zártkörű szabályzása

Az elektromotoros meghajtású gépek és a fröccsajtolás terjedése

A Sumitomo a K'16-on mutatta be új, *IntElect* elnevezésű, teljesen elektromos hajtású fröccsöntő gépcsaládját, amelyet kimondottan a vékony termékek gyártására terveztek. A standard géptípust olyan műszaki termékek gyártására alakították ki, amelyeket korábban hidraulikus hajtású fröccsgépeken gyártottak, a gyors ciklusú típusok 7 másodperc alatti ciklusidőkkel futtathatók, ami megnövelt mozgató sebességeket (300–350 mm/s csigadugattyú-mozgás) igényel. Az 50 tonnás fröccsgép a kiállításon 7,6 g tömegű, 38 mm átmérőjű tégelyfedeleket gyártott 13 s ciklusidővel, a 0,8–1,2 mm falvastagságú termék egy komplex membránt is tartalmazott. A szerszámüreg teljes és megbízható kitöltéséhez a cég *activeLock* és *activeFlowBalance* szoftverjét is alkalmazták. A felhasználóbarát vezérlőprogram használata nem igényel különösebb szaktudást.

A Sumimoto fröccsajtoló technológiát is kínál vékony falú termékek gyártására. Az *El-Exis SP420* jelzésű gép egy 2x2 fészkes sorba rendezett szerszámmal működik. A fröccsajtolás során először a nem teljesen összezárt szerszámfészkekbe fröccsöntik be a műanyagömladékot, amelyet a szerszám összezárása kényszerít a fészkek teljes kitöltésére. Ez a módszer alacsonyabb töltőnyomást igényel, segítségével kisebb falvastagságok érhetőek el, és a csekélyebb belső feszültségek miatt a vetemedési hajlam is csökken. Fröccsajtolással átlagosan 20% anyagmennyiség takarítható meg. Az egyes fészkek kitöltése is jóval egyenletesebb, rendkívül nagy folyási út/falvastagság arányok érhetőek el. A normál fröccsöntésben utónyomást is alkalmaznak, hogy a zsugorodás csökkentése érdekében további anyagmennyiséget préseljenek be a szerszámfészkekbe; a fröccsajtolásnál ezt a szerszámfelek összenyomása pótolja.

A KraussMaffei csoporthoz tartozó Netstal cég is mutatott be fröccsajtoló gépet, mégpedig vékony falú termékek szerszámon belüli címkézésével (IML) kombinálva. A cég 280 tonnás *Elion* gépe 4x4 fészkes sorba rendezett szerszámmal 10,7 gramm tömegű zsírtégelyeket (1. ábra) gyártott 4,9 s ciklusidővel.

A vékony falú termékek gyártására szolgáló gépeket teljesen elektromos hajtással is igyekeznek úgy felgyorsítani, hogy azok behatolhassanak a jelenleg még a hidraulikus hajtású gépek által uralt nagy sebességű szektorba. Ezen a területen az alapanyag folyóképessége is rendkívül fontos, míg 10 évvel ezelőtt a 20 g/10 min értékű MFI (folyási index) még elegendő volt, jelenleg már a 90-es MFI az általános elvárás. A nagy folyóképesség és a tömegcsökkentési törekvés együttesen lehetővé teszi a fröccsdugattyú 150-500 mm/s sebességű mozgását. Míg a gyártási költségek 80–90%-át az anyagköltségek teszik ki, az energiafogyasztás szintén fontos tényező.



1. ábra 425 g töltőtömegű zsírtégelyek



2. ábra Többrétegű, átlátszó PP/EVOH konzervdoboz hagyományos fémfedéllel

Többkomponensű fröccsöntés

Az élelmiszerek csomagolásánál egyre inkább jelentkezik az az igény, hogy a jó gázzáró tulajdonságokkal rendelkező csomagolóanyag egyúttal átlátszó is legyen, de legalább a vele érintkező élelmiszert tegye láthatóvá (2. ábra). Az ilyen termékek piacán nagy lehetőségeket lát a Milacron cég, amely ennek érdekében korábban felvásárolta a Mold-Masters és a Kortec cégeket. A gázzáró réteg kettős fröccsöntéssel alakítható ki, ahol elvárás, hogy ez ne növelje meg a ciklusidőt. A többrétegű felépítést eredményező kettős fröccsöntést arra is használják, hogy a belső rétegben az anyagköltség csökkentésére újrafeldolgozott anyagot használjanak. A cég *Ferromatic* márkanevű fröccsgépei képesek kettős fröccsöntéssel csomagolóeszközöket gyártani. Ezt a technológiát *Klear Can* néven mutatták be a kiállításon. A fém zárófedéllel ellátott PP/EVOH konzervdobozok árban és teljesítményben is versenyképesek a hagyományos fémkonstrukciókkal. A Milacron a kettős fröccsöntés lehetőségeinek bemutatására olyan 5 gallonos (18,9 liter) vödröket is gyártott a kiállításon, amelyek középső rétege 50% reciklált műanyagot tartalmazott.



3. ábra
Tömítő-
anyag-
patron
IML
dekorá-
cióval

A vékony falú, egyszer használatos gyógyászati csomagolások gyártásához a higiéniai követelmények miatt teljesen elektromos hajtású fröccsgépeket használnak. Az Arburg *Allrounder 470A* jelzéssel szintén ilyen szervomotoros fröccsgépet mutatott be a K'16 kiállításon, amely egy 2x2 fészkes sorba rendezett szerszámmal gyártott polisztirol petricsészéket 3,2 s ciklusidővel (4500 db/h). A saválló acélból készített gép tisztatérben (ISO7), az FDA/NSF által jóváhagyott kenőanyagok alkalmazásával, a záróegység felett elhelyezett ionizáló berendezéssel dolgozott. A kidobott darabok szabadeséssel lineáris megvezetőkbe jutottak, amelyek a csészéket és fedeleket összepárosítva juttatták a szállítószalagra. A lineáris megvezetés alkalmazása hozzájárul a nyitott szerszámhoz tartozó ciklusidő mintegy 20%-os lerövidítéséhez.

Az Engel is bemutatott nagy sebességű, vékony falú termékek gyártására szolgáló fröccsgépet *e-Speed* márkanéven, melynek egy 500 tonnás változata 16 fészkes tömítőanyag-patronokat (3. ábra) gyártott. A hosszú, hengeres, 1,2 mm falvastagságú terméket IML módszerrel címkézték fel. A rövid ciklusidőt annak ellenére érték el, hogy a teljes fröccsadag 800 g volt.

A KraussMaffei új *PX* gépcsaládját szintén a vékony falú termékek gyártásához fejlesztették ki. A moduláris felépítésű gépeken egyaránt lehet elektromos és szervo-hidraulikus hajtást alkalmazni, az adott gyártmány igényei szerint. A kiállításon egy 160 tonnás *PX160* géppel gyártottak bepattintós fedelű kupakokat, az itt alkalmazott fröccssebesség 270 mm/s volt. A *PX* fröccsgépek elektromos szervohajtást alkalmaznak a záróegység mozgatásához, továbbá a plasztikáláshoz és a csigadugattyú mozgatásához, de az egyéb funkcióknál lehetőség van más típusú hajtások alkalmazására.

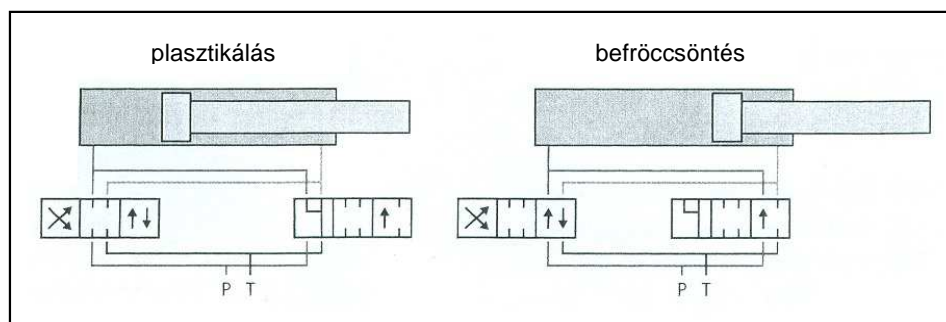
A StackTeck Systems cég továbbfejlesztette *TRIM* fröccsöntési technológiáját az egyszer használatos ultrakönnyű csomagolások előállításához. Ennek eredményeképpen most már a hengeres formátumú termékek oldalainak 75%-a nyomtatható egy követő gépsoron. Lehetőség van a (drágább) IML technika használatára is. A *TRIM eljárás* a vékony és vastag falú részek váltakozásán alapul, amivel olyan anyagmegtakarítás érhető el, amely a normál vékony falú termékek kialakításánál nem lehetséges. Ezzel a módszerrel a felület nagy részén akár 0,2 mm falvastagság is elérhető, illetve a folyási út és a falvastagság arányát jelző L/T hányados értéke elérheti a 300-at, ami 30–40% anyagmegtakarítást eredményez.

Ikerszelepes innovációk a Netstal cégnél

A vékony falú csomagolási termékek gyártásánál általánosan megfigyelhető *a nagyobb záróerők iránti igény*. A Netstal is bemutatta legnagyobb ilyen gépét, az *Elios 7500* típust, amelynek öt pontos duplapeckes záróegysége nagyon dinamikus szervomeghajtással és hidromechanikus segédrendszerrel nagy sebesség mellett nagy záróerőt fejt ki. A gép (Euromap szerinti) száraz ciklusideje 1,9 s, emellett energia-

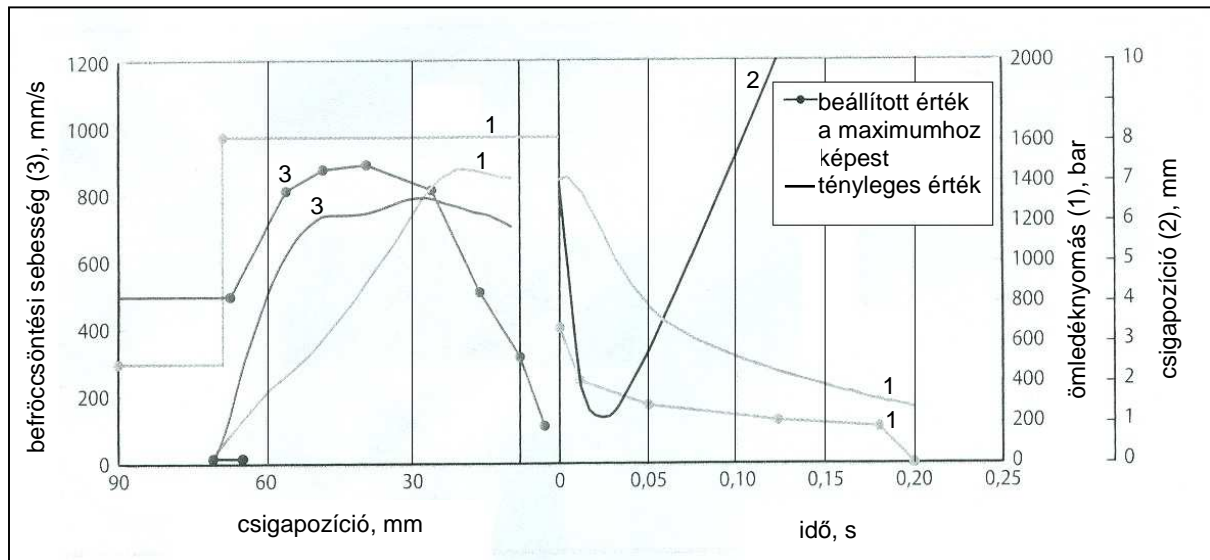
visszanyerő rendszert és erőteljes ikerszelepes hidraulikus hajtású fröccsegységet is tartalmaz.

Az ikerszelepes hidraulikarendszernek számos előnye van. Ugyanis a vékony falú termékek gyártásánál a megkívánt nagy befröccsentési sebesség olyan nagy csigadugattyú-előtolási sebességet igényel, amelyhez a hidraulikafolyadék nagy átáramlási sebessége csak nagy proporcionális szelepekkel biztosítható. Az ilyen nagy szelep nyitása/zárása és az áramló folyadék mennyiségét szabályozó közbenső állásai viszonylag lassan és pontatlanul állíthatók be. Ha azonban nem egy, hanem két kisebb, párhuzamosan is működtethető szelepet alkalmaznak, és ezeket digitálisan vezérelnek, a nagy áramlási sebességeket (2x500 l/min) is pontosan és nagyon gyorsan (11 ms reakcióidő!) szabályozhatják. Ha nincs szükség nagy áramlási sebességekre, a szelepeket nem párhuzamosan, hanem egymástól függetlenül is vezérelhetik (4. ábra). A szelepperelemek kónikus kiképzése az áramlási sebesség finom szabályozását teszi lehetővé. Például a plasztikálás során a szelepek speciális kialakítása révén az egyik szelep a hidraulikus meghajtás „A” kamrájába irányítja a hidraulikus folyadékot, míg a másik szelep a „B” kamrájába. A folyadék az egyik kamrából a másikba ömlik, miközben az eltérő kamratérfogatok különbsége a gyűjtőtartályba jut. Ezzel a módszerrel a torlónyomást nagyon pontosan lehet szabályozni és energiamegtakarítás is elérhető.



4. ábra A két proporcionális hidraulika üzemmódja a plasztikálás (balra) és a befröccsöntés (jobbra) folyamán. A feladattól függően a szelepek vagy párhuzamosan, vagy egymástól függetlenül nyitódnak/záródnak

A csigadugattyú mozgatása során a nagy sebesség (egy Netstal gépnél ez max. 1500 mm/s) mellett nagy gyorsulásra (egy Netstal gépnél ez max. 200 m/s²) is szükség van, hogy a műanyagömladék minél hamarabb elérje maximális áramlási sebességét. A rendszer működését egy *Evos 4500-1000* gépen (Ø50 mm csiga) előállított vékony falú, hengeres poharak gyártása során felvett diagramok szemléltetik az 5. ábrán.



5. ábra Nagy pontosságú szabályzás 0,12 s befroccsentési időnél és >800 mm/s csigadugattyú-sebességnél

A csigadugattyú nagy sebességű mozgását utónyomásra átkapcsoláskor nagyon precízen pozicionálva kell megállítani, nehogy a már megtelt szerszáműregekre és a forrócsatornás rendszerre ütészzerű, túl nagy nyomás hasson. A befroccsentés alatt a csigadugattyú mozgási sebességét (mm/s) szabályozzák, míg az utónyomás alatt az előírt nyomásprofilot biztosítják a dugattyú mozgásával. Az ikerszelepek alkalmazásával így elkerülhető az átkapcsolási pont nem kellően pontos eltalálásából eredő ütészzerű nyomásnövekedés káros hatása is.

Összeállította: Dr. Füzes László

Holmes M.: Meeting the thin wall challenge = Injection World, január/február, 2017. p. 53–57.

Iten T., Notz M.: Kontrollierte Dynamik für das Dünnwandstritzgießen = Kunststoffe, 105. k. 8. sz. 2015. p.70–72.