

Speciális fröccsöntési eljárások

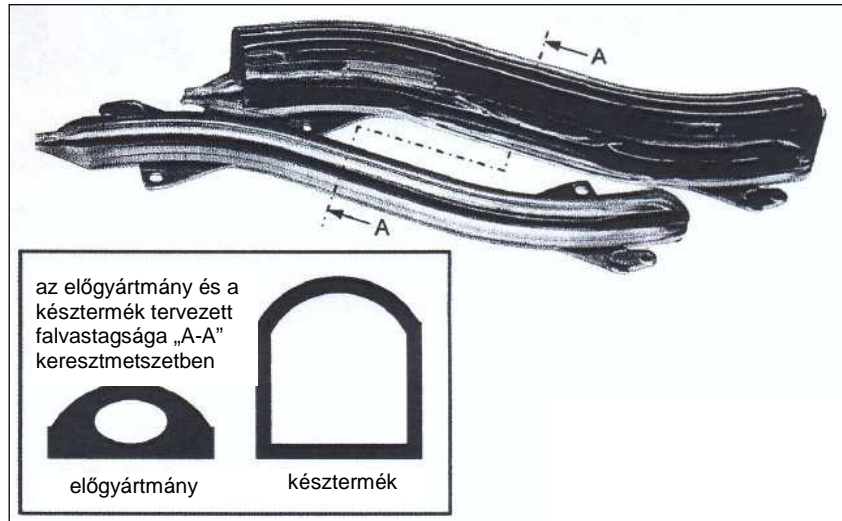
A fröccsöntésnél alkalmazott gázinjektálási technika továbbfejlesztésével nagyobb üreges részeket tartalmazó termékeket lehet gyártani, amelyek megőrzik a fröccsdarabok komplexitását. A plasztikáló- és a fröccsegység szétválasztásával működő megoldással gazdaságosan lehet vastag falú, nagytömegű, akár 100 kg feletti fröccstermékeket is készíteni.

Tárgyszavak: műanyag-feldolgozás; fröccsöntés; műszaki műanyagok; fröccsfúvás; PC+ABS; PS; PP; TPE-S; SBS; PE.

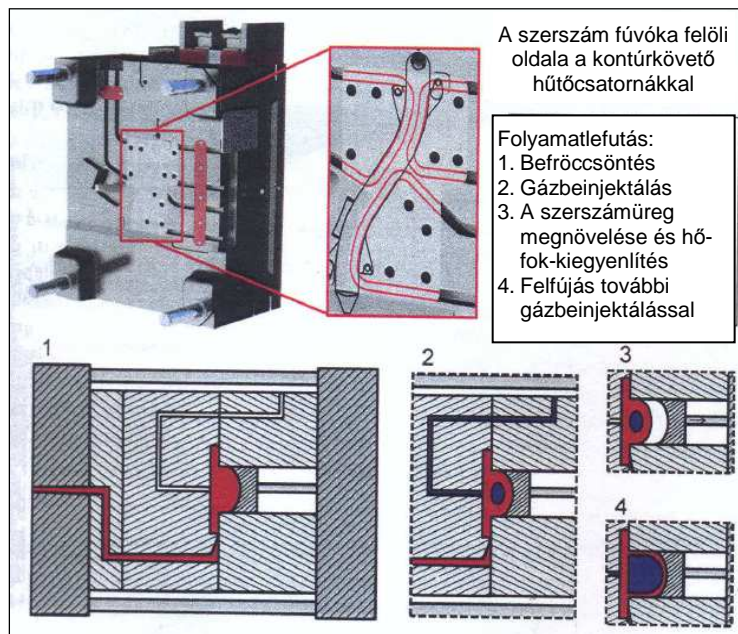
Üreges test fúvás a zárt fröccsszerszámban

A fröccsöntésnél alkalmazott gázinjektálási technika (GTI) továbbfejlesztésével nagyobb üreges részeket tartalmazó termékeket lehet gyártani, amelyek megőrzik a fröccsdarabok komplexitását. A német szakemberek által kifejlesztett GTI fröccsfúvási eljárás tulajdonképpen a fröccsöntés és az üreges test fúvás kombinációjának egy gépbe történő integrálása. Az eljárás során (1.–3. ábrák) első lépésben egy előgyártmányt fröccsöntenek, amely a felfúvandó rész kivételével alakját tekintve teljesen megegyezik a késztermékével. Ezután 1–2 másodperc várakozási idő ($t_{V.GTI}$) után néhány tíz bar nyomáson gázt injektálnak a vastag falú, felfúvandó részbe, és ezáltal üreges szerkezetet hoznak létre (2. ábra, 2. lépés). Ezután újabb, rövid várakozási időre (t_{GIT}) van szükség, hogy az előgyártmány anyagának helyenként eltérő hőmérséklete minél inkább kiegyenlítődjön (a forró pontok eliminálása). Ezután a mozgatható magot egy hidraulika segítségével fokozatmentesen, a kívánt pozícióba hátrahúzzák ($t_{V.mag}$), ezáltal megnövelve a szerszámüreg azon részét, amelyben a termék üreges részét ki akarják alakítani (2. ábra, 3. lépés). Újabb rövid, a hőkiegyenlítést szolgáló várakozás (t_{Hki}) után újból gázt injektálnak a darabba, amely a szerszámüreget kitöltve felfúvódik és kialakítja a termék végleges formáját (2. ábra, 4. lépés). Ezután a darab hűl, és a hűtési idő ($t_{Hüt}$) leteltével a kész terméket kiemelik a szerszámból. Ha az üreges rész nem csak egy térirányú tágulására van szükség, akkor kétlépéses eljárást, azaz a többkomponensű fröccsöntésnél használatos forgóasztalos, vagy szerszámfél-forgató módszerekkel lehet bonyolultabb alakú üregeket kialakítani.

Könnyen belátható, hogy az előgyártmány esetében a fal egyenletes hőmérsékletének kialakítása nagyon fontos. Ezt kontúrkövető és a szerszámüreg falához nagyon közel kialakított hűtőcsatorna rendszerrel lehet megoldani úgy, hogy a csatornák egyes szakaszaiban a hűtőfolyadék önállóan szabályozható hőmérsékletű és áramlási sebességű (ld. 2. ábra).



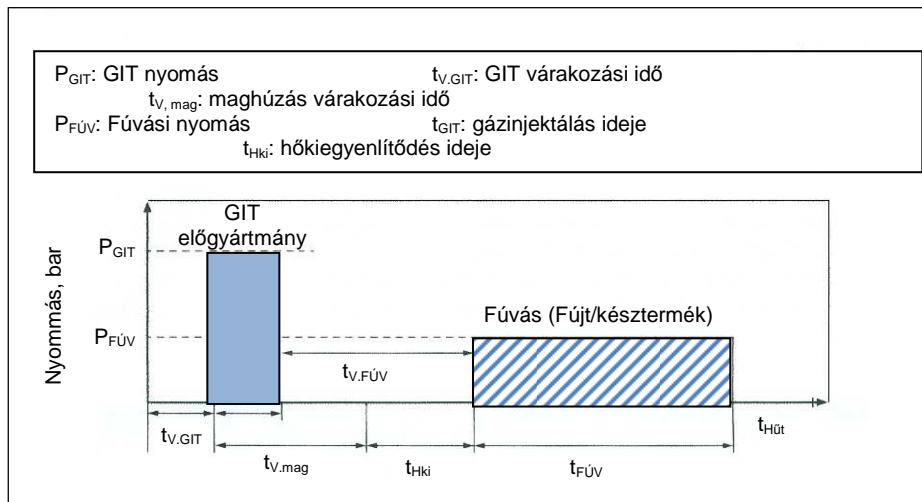
1. ábra A GTI-fröccsfúvással előállított kísérleti termék (felül) és előgyártmánya (alul)



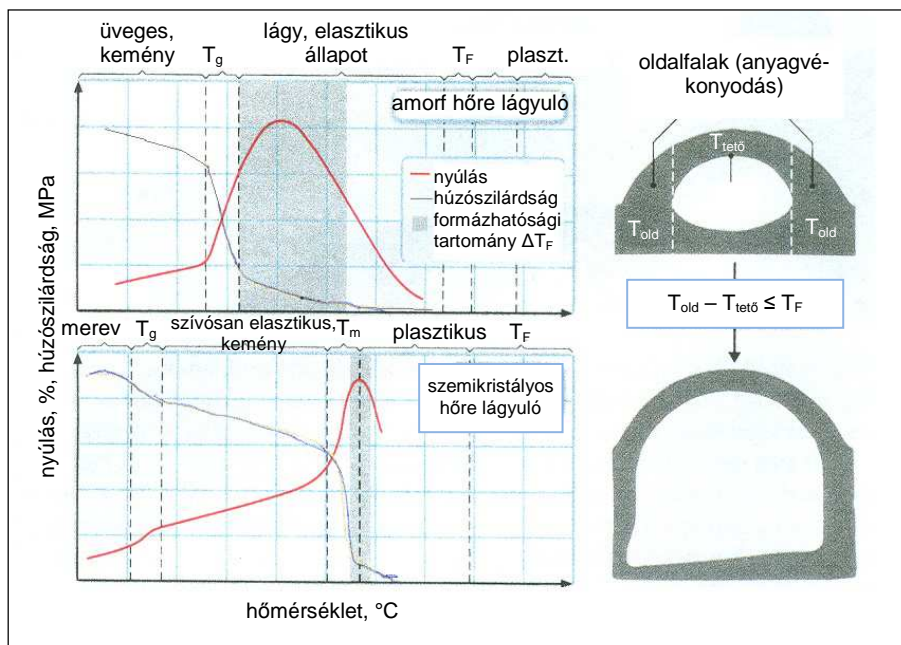
2. ábra A GTI-ftöccsfúvás folyamata az egylépcsős eljárásnál

Nagyon fontos szerepet játszik az eljárás egyes lépéseinek időzítése is, ami elsősorban a darab egyes részeinek hőfok-kiegyenlítésében, a forró pontok megszüntetésében játszik szerepet, vagyis azt biztosítja, hogy az üreges rész felfújása során az anyag már kellő szilárdságú, de még plasztikusan alakítható, formálható legyen. A várakozási idők (3. ábra) között az alábbi összefüggés írható fel:

$$t_{V.Fúv} = t_{V.mag} + t_{Hki} - t_{GIT}$$



3. ábra Az egylépcsős GIT-fröccsfúvás gáznyomás-idő diagramja a lényeges folyamatparaméterekkel

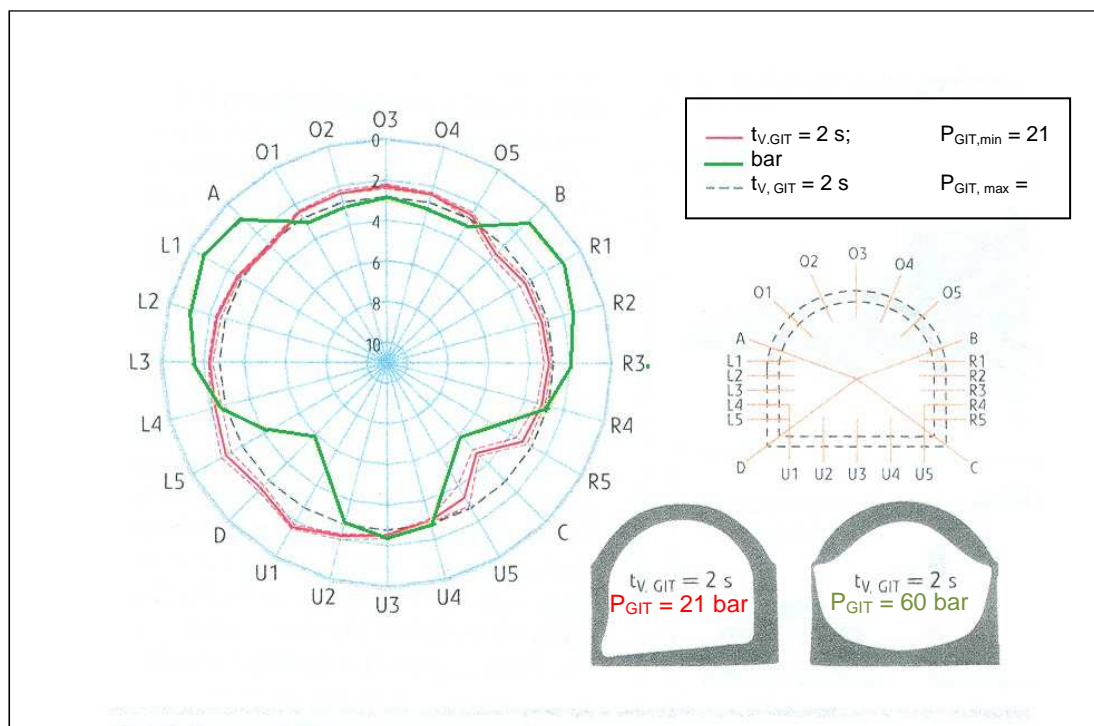


4. ábra Az amorf és a szemikristályos hőre lágyuló műanyagok állapotdiagramja a fúvással optimálisan formázható tartomány megjelölésével. Az előgyártmány oldalfalai és teteje között jelentős a hőfokkülönbség.

Általában egy 2 másodperces, konstans t_{GIT} értékkel jó eredmény érhető el, ha a többi várakozási időt megfelelően állítják be. A fröccsöntés és azt követő lépések feldolgozási paramétereit mindig az adott alapanyag és termékgeometria szerint kell beállítani, a normál fröccsöntésnél szerzett tapasztalatok mechanikus alkalmazása gyakran hibás megoldásokhoz vezet.

Ebből a szempontból az amorf műanyagok sokkal szélesebb technológiai ablakot kínálnak (4. ábra), mint a szemikristályos polimerek, ahogyan ez a közönséges üreges test fűvésznél is tapasztalható. Eddig sikeres próbákat végeztek PC/ABS keverékével, polisztirollal, SBS és PA6 alapanyagokkal, sőt termoplasztikus elasztomerrel (TPE-S) is.

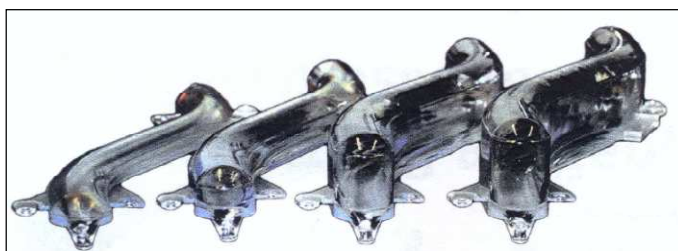
Fontos tényező az első gázinjektálás esetében az alkalmazott nyomás helyes megválasztása is. A bemutatott terméknel ennek minimális, még megfelelő hatást elérő értéke 21 bar volt ($p_{GIT,min}$), de 60 bar felett ($p_{GIT,max}$) már nem lehetett elfogadható darabokat gyártani. A beinjektált gáz nyomása jelentős befolyást gyakorol az előgyártmány felfúvandó részének falvastagság-eloszlására, és ezen keresztül a késztermék falvastagság eloszlására is. Mint a kísérletekből kiderült, a leg-*egyenletesebb falvastagságot a minimális gáznyomás alkalmazásával lehetett elérni* (5. ábra).



5. ábra A gázinjektálás (GIT) nyomásának hatása a termék falvastagság-eloszlására.

A kísérletek szerint a minimális gáznyomás jobb eredményt ad, mint a maximálisan alkalmazható

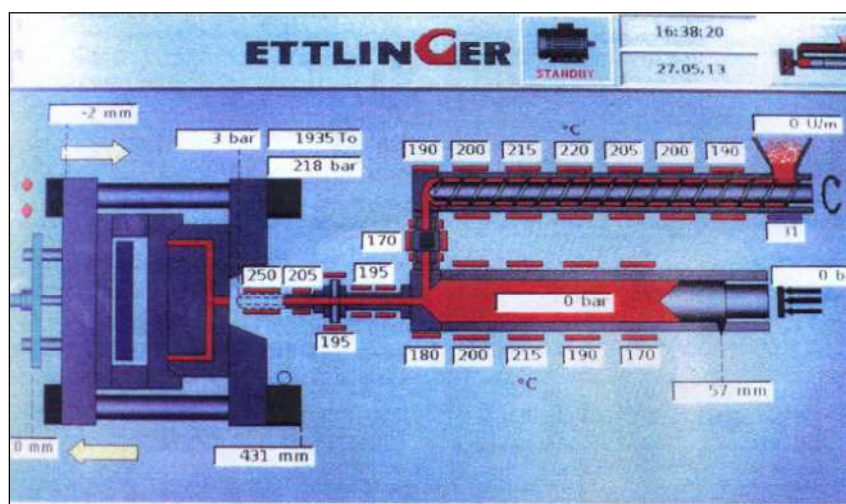
A mag pozíciójának, vagyis hátrahúzásának változtatásával eltérő üregméretet, azaz eltérő magasságú (és persze eltérő falvastagságú) készterméket lehet előállítani (6. ábra).



6. ábra Az előgyártmányból (balra) a mag eltérő mértékű kihúzásával eltérő magasságú késztermék fújható

Nagy tömegű fröccstermékek gazdaságos gyártása

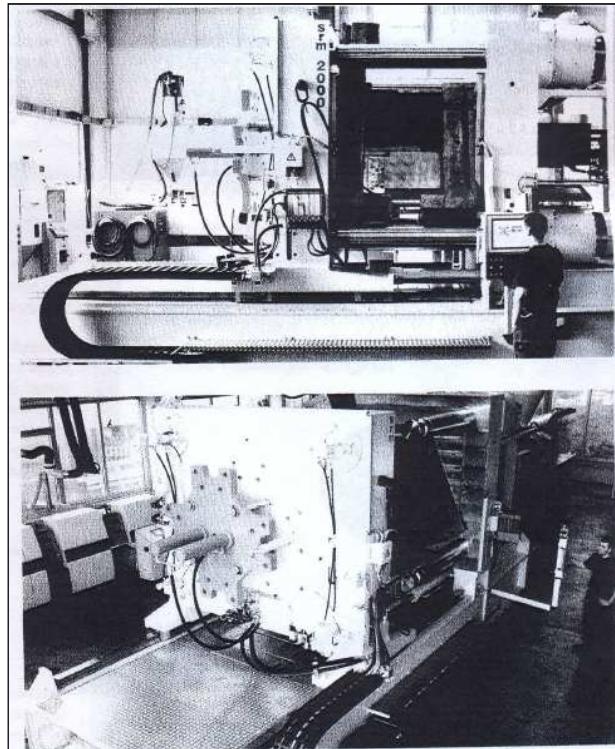
Az igazán nagy tömegű termékek fröccsöntésénél speciális megoldásokra van szükség, ugyanis a fröccshenger méretei az ésszerűség határain belül nem növelhetők tetszés szerinti mértékben. A legnagyobb normál fröccsgép csigaátmérője 260 mm, ami 70 literes fröccstérfogatot tesz lehetővé. Ennél nagyobb termékek esetében összehangolt vezérlésű iker fröccsgépeket szoktak alkalmazni, de ezek energiafogyasztása és beruházási költségei magasak. A német Ettlínger Kunststoffmaschinen GmbH, amely kimondottan nagy tömegű termékek gyártására alkalmas fröccsöntő gépek gyártására szakosodott, úgy oldja meg e problémát, hogy elválasztotta a plasztikáló és a fröccsegységet (7. ábra). A plasztikálást egy nagy teljesítményű, de szakaszosan működő extruder végzi, a plasztikálás a teljes ciklusidő 10–15%-át teszi ki.



7. ábra A nagy tömegű PE fröccstermék gyártásánál alkalmazott gépbeállítások a vezérlőpanelen. A plasztikálás ideje a teljes ciklusidő 10–15%-a

A kettéosztott elrendezés további előnye, hogy az extruder révén jobb ömledékminőség érhető el, és az, hogy a reciklált anyagok feldolgozásakor a rendszer kevésbé érzékeny az inhomogenitásokra, mivel itt nincs szükség a fröccsgépek csigá-

ján kialakított visszaáramlás-gátló szakaszra, illetve a fúvóka lezárására, beszűkítésére. A gyártáshoz szükséges záróerő is csökken. Az Ettlinger cég által gyártott legkisebb gép záróereje 2000 kN, a legnagyobbé 30 000 kN, amelyek 5, illetve 160 l maximális fröccstérfogatot biztosítanak.



8. ábra A két zárólapos, 20 000 kN záróerejű fröccsöntő gép záróegysége zárt (fent) és teljesen nyitott állapotban (lent), ahol látszik, hogy a mozgó szerszámlap teljesen le van húzva a vezetőoszlopokról, és így azok nem akadályozzák nagyméretű szerszámok fel- és leszerelését

Így például az *Ettlinger srm 2000/130* típusú fröccsgép, amely 20 000 kN záróerővel és 130 l fröccstérfogattal rendelkezik, kiválóan alkalmas nagyméretű, vastag falú termékek, mint pl. nagy átmérőjű csövek fittingjei, készülékburkolatok, stb. gyártására. A nagy viszkozitású PE-80 és PE 100 csőtípusok (amelyek szakítószilárdsága min. 8 és 10 N/mm²) esetében ez 50–90 kg terméktömeget tesz lehetővé. Az ennél a gépnél alkalmazott extruder 70 mm-es csigával rendelkezik, amely 150 g/s polietilén plasztikálását képes elvégezni, vagyis 50–90 kg-os termék esetén a plasztikálási idő 5,5–10 perc. Ez, összehasonlítva az ilyen termékeknél szokásos 40–60 perces utónyomás+hűtés idővel, elfogadhatóan rövid idő. A plasztikálás és a fröccshenger feltöltése az utónyomás végén indul el, utána az extruder leáll. A 20–30 perces hűtés közben a műanyagömladék hőmérséklete a fröccshengerben jól homogenizálódik, ami tovább javítja az eljárás energiahatékonyságát. Az egy kg fröccstermékre jutó energiafelhasz-

nálás 1 kWh, amely mintegy 40%-kal alacsonyabb, mint egy hasonló teljesítményű csigadugattyús fröccsöntő gépnél.

A nagyméretű darabok gyártásához természetesen nagyméretű szerszámok is kellenek, amelyek méreteit azonban a fel-és leszerelésnél a záróegység vezető oszlopai behatárolják. Ezt az Ettlínger szakemberei úgy oldották meg, hogy a záróegység görögös mozgásával a teljes nyitási távolság lényegesen nagyobb, mint a vezetőoszlopok hossza. A mozgó laphoz ugyanis a vezető oszlopok hidraulikus befogóval kapcsolódnak, amelyek kiengedése után az oszlopok kicsúsznak a továbbmozgó lapból (8. ábra), lehetővé téve a szerszám be- vagy kiemelését oldalról vagy felülről, oszlopmentes módon. A szerszámcsere után a visszacsúsztatott mozgó laphoz újra csatlakoztatják a vezető oszlopokat, és ezután a gép újra képes nagy záróerőkkel dolgozni. Ezzel a megoldással a fent említett gépnél 800–1800 mm magasságú, max. 3200 mm-es oldal hosszúságú szerszámok is alkalmazhatók. Az oszlopmentes pozícióban a darabot kiemelő robot is zavartalanul dolgozhat.

Összeállította: Dr. Füzes László

Moritzer E., et.al.: Im geschlossenen Werkzeug aufgeblasen = Kunststoffe, 104. k. 5. sz. 2014. p. 38–42.

Bauer R.: Extra große Volumen plastifizieren und einspritzen = Kunststoffe, 103. k. 11. sz. 2013. p. 42–45.