

Fröccsöntési problémák: ömledékszivárgás megakadályozása és a folyási úthossz növelése

A fúvóka és a szerszám érintkezésénél elég gyakori probléma az ömledék szivárgása. Ennek általában a fröccségység helytelen pozícionálása az okozója. Ezt egy egyszerű eljárással korrigálhatjuk. A hosszú folyásutak sok problémát okoznak a fröccsöntésnél. Német kutatók azt találták, hogy a fröccsöntő szerszám felületének speciális textúrája akár 18%-kal is megnöveli a folyási utat.

Tárgyszavak: műanyag-feldolgozás; fröccsöntés; polikarbonát; ömledék-szivárgás; folyási út.

Hogy gátoljuk meg az ömledék szivárgását a fúvókából

Az ömledék szivárgása a fúvóka és a szerszám között rengeteg problémát okozhat: a darabok tömege lecsökken, vagy beszívódások jelennek meg, sőt az is előfordulhat, hogy a darabok nem töltődnek ki teljesen. A darabok súlyának monitorozása a legjobb indikátor a folyamat stabilitásának követésére, ami azonnal jelzi, ha az anyagáramlásban bárhol zavar lép fel. A darabok súlyának csökkenésére a gépkezelő gyakran reflexből megnöveli az adagsúlyt, vagy az ömledék hőmérsékletét, ami csak ront a helyzeten.

Az adott szerszám forrócsatorna rendszerétől függően, vagy van hézag a tájológyűrű belső átmérője és csatorna bemeneti nyílása között, vagy nincs. Ha van, ez szinte hívogatja az ömledéket, hogy töltsse ki ezt. Ezért a szerszámgyártók ezt a nyílt teret egy gyűrűvel, vagy más eszközökkel töltik ki.

Az ömledékszivárgás leggyakoribb oka a fröccshenger rossz pozícionálása, amelyet nagyon gyorsan ellenőrizhetünk. A fröccsöntési pozícióból járassuk vissza a fröccshengert és figyeljük meg, hogy ekkor zökken-e egyet bármelyik irányba. Ha igen akkor ez nagyon rossz tájolást jelent. Ez a szivárgáson kívül a fúvókavég és a csatorna bemenet károsodását is okozza. A fröccshenger pozícionálásához a gyakorlatban több módszert használnak. Gyakran a szemmértékükre hagyatkoznak, mások egy kartonpapírt, vagy nyomásérzékeny fóliát használnak, de minden esetben úgy, hogy a fúvókát rázárják a szerszámra. A papír és a fólia használata jobb, mint a szemmérték, de mégis, távolról sem elég pontos.

A tájológyűrű mérete 101,3 mm (3,99"), de a szerszámgyártók nem szokták megadni e méret toleranciáját. A fröccsöntő gép záróegységének álló lemezén lévő furat tipikusan 101,4+0,05/-0,00 mm (4,00"). Ezért egy gép és egy új szerszám között 0,025 mm (0,01") elcsúszás is lehet bármely irányba. Ha a szerszámgyártó ezt nem tette meg, szerezzünk be 101,5

mm (3,995”) átmérőjű tájoló gyűrűket, mivel ez az ingadozást mindjárt a felére csökkenti. Ha az új tájológyűrű akad a lemez furatban, csiszoljuk meg a furatot.

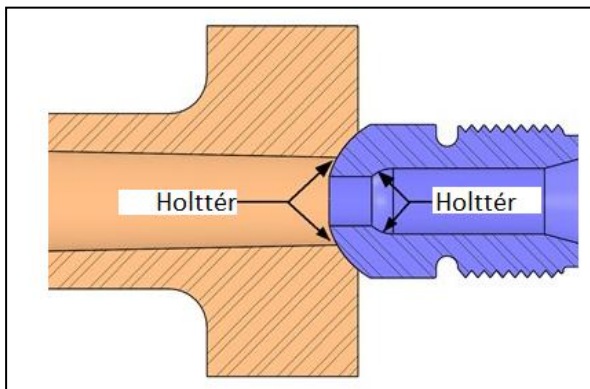
A fröccshenger tájolásához esztergáljunk egy 101,6 mm (3,999”) átmérőjű tájoló acél-tüskét, amelynek egyik vége csonkakúp alakú. a másik végére készítsünk egy olyan menetet, amely azonos azzal a menettel, amellyel a fűvókavég a fűvóka testhez csatlakozik. A tájoló tüskével cseréljük ki a fűvóka véget (1. ábra). Ezután vegyük le a rajta lévő szerszámot a gépről, és lazítsuk meg a fröccshenger szánkójának pozicionáló csavarjait és mozgassuk előre a fröccshengert, amíg a tüske már eléggé behatol a lemez furatába (2. ábra). Ezután pozicionáljuk és húzzuk meg a szánkó pozicionáló csavarjait. Ezzel az eljárással a csigahenger a záróegység fix lemezének furatában 0,0127 mm (0,0005”) pontossággal lett pozicionálva, ami legalább 20-szor pontosabb, mint a szemmérték, vagy a papír/fólia módszer.



1. ábra A tájolótüske a fűvókatestre csavart állapotban



2. ábra A tájolótüske a záróegység állórészének furatában



3. ábra Holtterek egy általános felhasználású fűvókavégnél, túl kis átmérőjű beömlő átmérővel

Az ömledék áramlásának problémáit leggyakrabban a fűvókavégződés okozza. Elég elterjedt az a tévhit, hogy a fűvókavég nyílásának nagy átmérője kell, hogy legyen, különben a fröccsnyomás visszamozdítja a fröccsegyiséget. Ez ugyan nem igaz, de ha a fűvókavég nyílásának átmérője túl kicsi, az többféle problémát is okoz (3. ábra). Az egyik, hogy nagyobb nyomás kell ahhoz, hogy ugyanannyi idő alatt ugyanannyi ömledék haladjon át rajta, mint a nagyobb átmérőknél. Jobb, ha az itt elveszett nyomást inkább az anyag tömörítésére használjuk a szerszám kitöltődésénél, és ez egyúttal az energiafelhasználást is csökkenti. A kis átmé-
rő mellett nagyobb nyíróhatást fejt ki a poli-

merre, ami megemeli az ömledék hőmérsékletét és csökkenti viszkozitását. Stabilabb üzeme-
lést biztosít, ha az ömledék hőmérsékletét a fröccsegyiség fűtőelemeinek segítségével állítjuk
be, mint a fűvóka okozta felmelegedéssel. További hátrány, hogy ha a fűvókavég beömlési
átmérő kicsi, akkor holtterek alakulnak ki a mind a fűvóka végben, mind pedig a szerszám
beömlőcsatorna nyílásánál, ahol az anyag stagnál. Amikor a fröccsöntési folyamat során a

nagy sebességű ömledék elhalad e stagnáló részek mellett, igyekszik magával ragadni az itt lévő anyagot. Azonban a Venturi hatás következtében, levegőt is beszív a környezetből, ami rontja a termék felületi minőségét. A fenti hatások miatt *célszerű a fúvókavég belső átmérőjét megfelelően nagyra méretezni.*

A folyási út megnövelése

A hosszú folyásutat igénylő fröccstermékeknel, mint pl. a képernyő keretek, készülék-ház fedelek, gépkocsi lökhárítók, vagy díszlécek esetében problémát jelent a szerszám kitöltése. A szerszámok tervezésénél is figyelembe kell venni az adott műanyag folyóképességét, és gyakran több beömlést alkalmaznak, hogy elkerüljék a túl hosszú folyási utak problémáját. Minél hosszabb a folyásút, annál nagyobb fröccsnyomásra és hőmérsékletre van szükség. A szerszám hőmérsékletét is megemelhetjük, de a hőmérséklet emelése 10 °C-onként akár 20%-kal is megnövelheti a ciklusidőt, ami erősen rontja a termelés gazdaságosságát.

Korábban már végeztek vizsgálatokat a szerszám felületének érdességének a folyási út hosszára gyakorolt hatására és azt állapították meg, hogy az 1,6 és 5,1 µm átlagos érdesség tartományban a simább felület növeli a folyásutat.

Német kutatók az aacheni IKV intézetben most azt vizsgálták, hogy *a szerszám egy speciális felületi strukturáltsága növeli-e a folyásutat.* Ehhez egy váltakozó irányú, ismétlődő S-kanyarokat tartalmazó szerszámot használtak, amelynél az áramlási csatornát a szerszám mozgó felében alakították ki. A csatorna mélysége 2 mm, szélessége 10 mm volt, hossza pedig 921 mm. A csatorna fenekén lézeres maratással négyzethálós elrendezésben, végig 50 µm mély kúpalakú mélyedéseket alakítottak ki, amelyek szájának átmérője 46 µm volt. A mélyedések középpontjának egymástól mért távolsága 125 µm volt mind a csatorna hossza, mind pedig szélessége irányában. A csatorna fedelét alkotó álló szerszámrész felülete sima volt. Vakpróbaként egy hasonló, de bemélyedések nélküli szerszámot is készítettek.

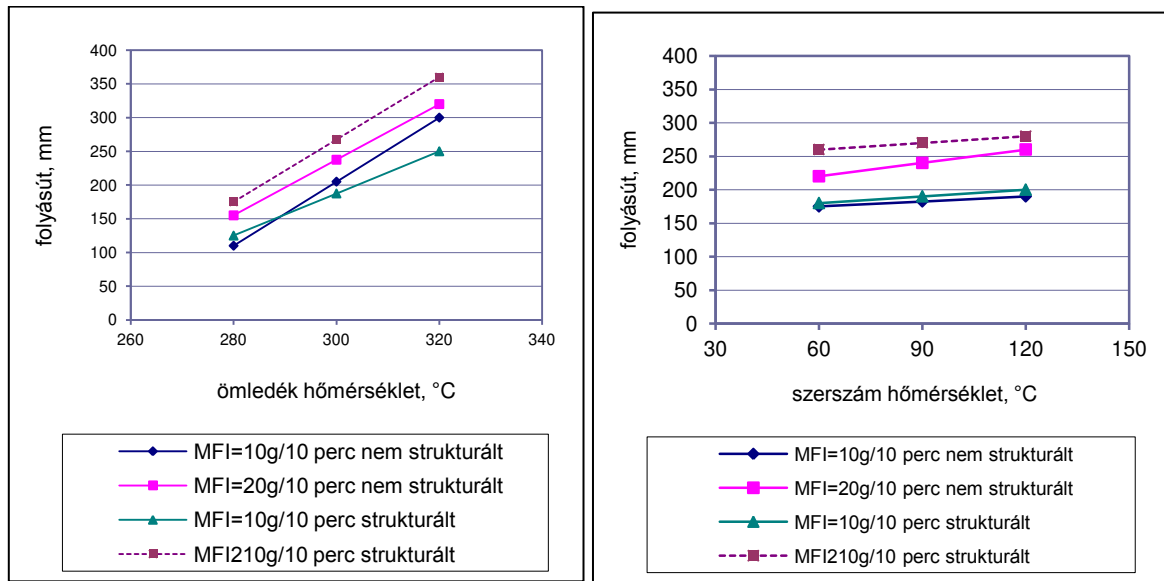
1. táblázat

A változtatott fröccsparaméterek értékei

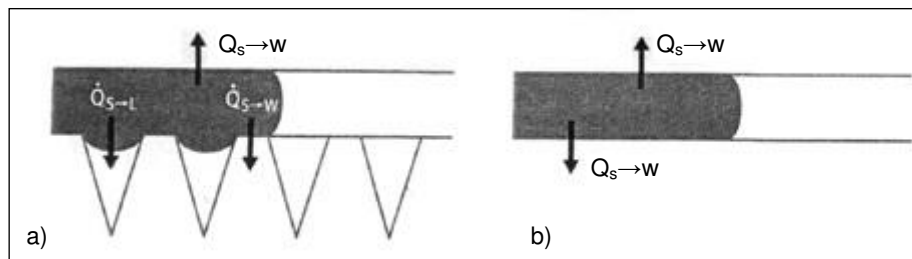
Paraméter	-	0	+
Ömledék-hőmérséklet [°C]	280	300	320
Szerszám-hőmérséklet [°C]	60	90	120
Fröccsnyomás [bar]	500	1000	1500
Folyási index MFI [g/10 min]	10		20

A vizsgálatokhoz két polikarbonát fröccsanyagot, a *Makrolon 2405* és *Makrolon 2805* típust (Gyártó: Covestro) használtak, amelyek csak mólsúlyukban (és ezért folyóképességükben) különböztek. Az anyagok ömledék-hőmérsékletét, a szerszám hőmérsékletét és a fröccsnyomást az *1. táblázat* szerint változtatták. Az eredményeket 95%-os szignifikancia szinten adták meg, a mérések szórása olyan csekély mértékű volt, hogy a konfidencia sávokat nem volt értelme feltüntetni. A hőmérsékleteket minden esetben tapintó hőmérővel mérték. Az ömledék hőmérsékletének és a szerszámfelület strukturálásának hatását a folyási út hosszára a *4. ábra* mutatja be. Jól látható, hogy a szerszámfelület strukturálásnak csak a nagyobb folyó-

képességű polikarbonát esetében van szignifikáns hatása. Az is megállapítható, hogy a szerszámhőmérséklet hatása jóval kisebb a folyási útra, mint az ömledék-hőmérsékleté.



4. ábra Az ömledék- és a szerszámhőmérséklet, illetve a szerszám strukturáltságának hatása a folyásút hosszára a két eltérő folyásindexű polikarbonátra



5. ábra A strukturált (a), illetve a strukturálatlan (b) felületű szerszám kitöltöttsége az ömledékkel

Az 5. ábra mutatja be szematikusan, hogyan tölti ki a műanyagömledék a szerszámüreget a strukturált (a) és a nem strukturált (b) változatnál közvetlenül az áramlási front mögött. Itt a nyomás az atmoszférikus nyomás. Jól látható, hogy a kúp alakú mélyedéseket, amelyek a szerszámfal felületének egy részét jelentik, a műanyag csak nagyon kis részben tölti fel, ezért itt az ömledék nem az acél szerszámfallal, hanem levegővel érintkezik, amelynek hővezető-képessége jóval kisebb, mint az acélé. Ez magyarázza, hogy miért nő meg a folyási út a strukturált szerszámokban. A nem strukturált (b) szerszámfelületnél viszont az ömledék végig a jó hővezető-képességű acél felülettel érintkezik, tehát gyorsabban hűl le és ezért a folyási úthossz rövidebb lesz, mint a strukturált felületű szerszámokban.

Azonban, ahogyan az ömledékfront előre halad, a korábban már kitöltött részekben a nyomás egyre növekszik, és ezért a kúp alakú mélyedések egyre nagyobb részét tölti ki az

ömledék, és így az egyre jobban érintkezik a szerszám falával, ami gyorsabb hűlést eredményez. A műanyagömledék behatolási mélységének értékeit a maximális folyási út elérése után a 2. táblázat szemlélteti, ahol a számozás 1–7 között egyforma úthossz szakaszokat jelöl úgy, hogy az „1” a beömlési pont, a „7” pedig a maximálisan elért folyási úthossz.

A strukturáltság sűrűsége, vagyis annak mértéke, hogy a kúp alakú kis mélyedések középpontjai milyen távol esnek egymástól, szintén befolyásolja az elérhető folyási úthossz nagyságát. Elméletileg, minél sűrűbben strukturált a felület, annál hosszabb lenne a folyási út. Ennek vizsgálatára három felületi struktúra sűrűségű szerszámot készítettek (3. táblázat), aminek folyási úthossz eredményeit a nem strukturált felületű szerszámmal (0% sűrűség) hasonlították össze (4. táblázat). A legnagyobb (44,7 %) strukturáltság sűrűségénél a szerszám-felület csaknem felét levegő teszi ki.

2. táblázat

A szerszámfelületen kialakított (50 µm mély) kúpokba történő ömledékbehatolás mélysége az egyes útszakaszoknál („1” a beömlés, „7” a max. úthossz)

Pozíció	Behatolási mélység [µm]
1	28
2	25
3	22
4	16
5	9
6	4
7	0

3. táblázat

A különböző strukturáltság sűrűségekhez tartozó szerszámfelületek adatai

Szerszám jelölése	Kúpok szájnnyílásának átmérője [µm]	Kúp középpontok távolsága [µm]	Strukturáltság sűrűsége [%]
1	0,46	-	0
2	0,46	125	10,6
3	0,46	77	28,0
4	0,46	61	44,7

4. táblázat

A két különböző MFI értékű PC alapanyag folyási úthosszának változása a strukturáltság sűrűségének függvényében

Strukturáltság sűrűsége [%]	MFI 10 [g/10 min] Folyási út [mm]	MFI 20 [g/10 min] Folyási út [mm]
0	185	240
10,6	190	265
28,0	210	280
44,6	215	245

A nehezebben folyó (MFI 10 g/10 min) polikarbonát esetében a 28,0% strukturáltsági sűrűségnél a folyási út 12%-kal növekedett, majd 44,7%-nál már csak alig emelkedett ennél feljebb. A jobban folyó (MFI 20 g/10 min) polikarbonátnál a 28,0 % strukturáltsági sűrűségnél a folyási út 18%-kal növekedett, majd a 44,7%-nál már szignifikáns csökkenés volt tapasztalható. Itt a folyási úthossz csökkenése azzal magyarázható, hogy a jobban folyó anyag jobban be tudott hatolni a kúp alakú üregekbe, és ezáltal a hővezető-képesség is megnő.

Összeállította: Dr. Füzes László

Fattori J.: Part 1: How to Prevent Nozzle Tip Leaks = Plastics Technology,
www.pt-online.com 2019. okt.

Hopmann C., Orth M.: Alles fließt weiter = Kunststoffe, 5. sz. 2019. p. 61–65.