

Fröccsöntési technológia kidolgozásának javasolt lépései

A fröccsöntési technológia az alapanyag, fröccsöntő gép és fröccsöntő szerszám együttes használata műanyagtermék előállítására érdekes. Miként a műanyagtermékek száma, a konkrét fröccsöntési technológiák száma is végtelenhez közelít. A fentiek ismeretében kijelenthetjük, hogy mivel nincs két teljesen egyforma fröccstechnológia, nem lehet előre meghatározni a technológia kidolgozás minden lépését sem. Másrészt kell előkészíteni az egy vagy több komponensű, a víz vagy gáz injektálású, a szerszámban dekorált, fémbetűre, kábelre fröccsöntés, stb. esetén.



1. ábra Három komponensű KraussMaffei fröccsöntő gép Forrás:KraussMaffei ismertető

1. Előzetes tájékozódás

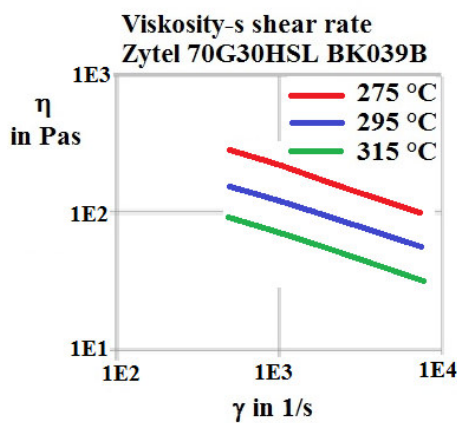
Nagyon fontos az alkalmazandó alapanyag pontos megnevezése. Nem elég, hogy fekete PA, sőt még az is kevés hogy PA6, PA6/6, PA4.6, PA12, stb. Az alapanyaggyártó által használt jelölésre van szükség, amit a csomagoláson (legyen zsákos, Bigbag-es, stb.) feltüntet.

Így lehetőség van gyártó honlapján, vagy az interneten található adatbázisokban (Campus, Ides, Matweb, stb.) tájékozódni az alapanyag tulajdonságairól, annak MFI vagy MVR értékéről, erősített anyagok esetén az erősítés anyagáról (üvegszál, üvegyöngy, szénszál, stb.) az égésgátlás fokozatáról, töltőanyagok fajtájáról, mennyiségéről, stb.). A gyártó feldolgozási paraméterekre való javaslatairól (nem a műszaki adatlapok adatairól, a keresőbe a pontos típus után a feldolgozás vagy az arra utaló verarbeitung/process beírásával). Például a DuPont cég javaslata a Zytel® HTN53G50HSRL NC010/BK083 feldolgozására.

Fröccsöntési paraméterek:					
Zytel® HTN53G50HSRL NC010/BK083					
HTN Nagy teljesítményű nylon					
HŐMÉRSÉKLETEK:					
1) Javasolt ömlédkéhszám:	290 °C	Tartomány:	290-300 °C		
<i>A javasoltnál alacsonyabb ömlédkéhszám alkalmazása megömléssel részecskéket és gyenge darabot eredményezhet.</i>					
2) Ajánlott hőmérsékletprofil:					
<i>A henger zónáinak javasolt hőmérséklete attól függ, hogy a henger kapacitását milyen mértékben használjuk fel a befecsköntéskor.</i>					
Adagolási hossz a csiga átmérő függvényében:	Hátsó	Középső	Középső	Első	Düzi
< 1 x csigaátmérő (emelkedő profil)	275	280	285	290	275 °C
1-2 x csigaátmérő (egyenes profil)	290	290	290	290	275 °C
> 2 x csigaátmérő (csökkenő profil)	305	300	295	290	275 °C
3) Javasolt szerszámhőmérséklet:	100 °C	Tartomány:	90-110 °C		
ADAGOLÁS					
4) Javasolt maximális csiga fordulatszám (a surlódás és a nyírás következtében fellépő degradációt elkerülendő) a maximális kerületi sebességre alapozva:	0.2				
Javasolt maximális csiga fordulatszám:	0.2 x 60 000 / (csigaátmérő (mm) x 3.14 ford/perc)				
5) Javasolt torlónyomás:	Amilyen alacsony csak lehetséges				
UTÓNYOMÁS					
6) Tipikus utónyomás:	50-140	MPa	(a műanyagon)	1 MPa = 10 bar	
7) Tipikus utónyomási idő:	3-4	s/mm	falvastagság * * Ez az idő a 3 mm-es falvastagságú próbatestre vonatkozik, de a szükséges utónyomási idő mértéke úgy is meghatározható, hogy az utónyomási időt a súlyállandóság eléréséig növeljük.		
SZÁRÍTÁS					
8) Javasolt maximális nedvességtartalom:	<0.10	%			
9) Szárítási hőmérséklet:	100	°C			
10) Szárítási idő:	6-8	Óra	<i>Száritottlevegős szárító ajánlott ehhez az anyaghoz!</i>		

2. ábra Alapanyaggyártó javaslata fröccsöntés paramétereire forrás:DuPont

Tájékozódhatunk pl. Campus adatbázisból: a viszkozitás hőmérséklettől és nyírási sebességtől való változásáról és javaslatról fröccsöntés előkészítésére, paramétereire.



3. ábra Viszkozitás változása Forrás: Campus

Előkészítés

Szárítási hőmérséklet = 80 °C
Szárazlevegős szárítási idő = 2-4 óra
Megengedett max. víztartalom = <0,2%

Feldolgozás

Ömledék hőmérséklet optimum = 295 °C
Ömledék hőmérséklet határok = 285-305 °C
Szerszám hőmérséklet optimum = 100 °C
Szerszám hőmérséklet határok = 70-120 °C
Maximum kerületi sebesség = 0,15 m/sec
Utónyomás értéke = 500-1000 bar
Torlónyomás = amilyen alacsony lehet
Utónyomás ideje = 2,5 s/mm
Maximum tartózkodási idő = 10 perc

Mivel az adatok az alapanyaggyártó próbatest fröccsöntésére vonatkoznak (mely paraméterek beállítása hozta a legjobb eredményt), filmbeömlős lapos darab, s mivel mi nem azt fogunk fröccsönteni, természetesen nem használhatjuk egy-az egyben. Viszont az általuk javasolt tartományokat (min., max.) már figyelembe kell venni, mert az alapanyagot ők ismerik a legjobban. Ők tudják, mit bír ki degradáció (az alap polimer és a polimerhez adagolt adalékok tönkremente) nélkül.

2. Termékkel kapcsolatos előzetes tájékozódás, információk begyűjtése

Milyen felhasználási területre (autóipari, élelmiszeripar, egyszerű használatos eszköz, stb.) készül? Rendelkezésre áll-e mintadarab? Az hol készült? Volt-e az adott üzemben előzetes szerszámpróba, gyártás? Milyen a termék kialakítás műanyagyszerűsége? Milyen a falvastagságok alakulása, falvastagság folyási úthossz aránya, a termék bonyolultsága, vagy van-e valami egyéb specialitása?

3. Alapanyaggal kapcsolatos ellenőrzések

A fröccsöntésre kerülő műanyag alapanyag előírásoknak megfelelően lett-e kiszárítva?

A kiszárítás megfelelő hőmérsékleten és szárítóval történt-e?

Betartották a minimum és maximum kiszárítási idő?

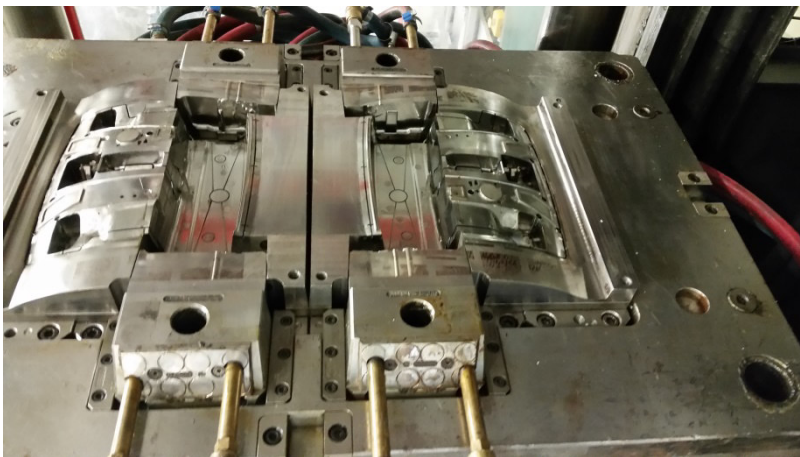
Ellenőrzésre került-e a víztartalom, s ha igen melyik módszerrel?

A kiszárítás után mennyi idő telt el, és közben légmentesen történt-e a tárolás?

Lett-e plusz adalék hozzákeverve? Ha igen mi milyen mennyiségben, milyen eszközökkel?

„Orig” granulátumból vagy regranulátumból, esetleg a kettő keverékével kell-e dolgozni? Történt-e vagy lesz-e daralék visszaadagolás, ha igen, annak állapota megfelel-e (%-os arány, keverés homogenitása)? Portalanított, közel azonos szemcse nagyságú-e? Nem-e előzetesen tönkretett anyagot daráltak-e le (szennyezett, hidralitikusan károsodott, vagy túlszárítás miatt oxidált anyagot) akarnak-e visszadolgozni?

4. Ismerkedés a fröccsöntő szerszámmal



4. ábra Fröccsöntős szerszám oldalmozgó betétekkel

Milyen a működési mechanizmusa? Pl. kitekerős, oldalmozgó betétes, hidraulikus vagy pneumatikus magmozgatással rendelkezik-e, s ha igen az melyik oldalra van szerelve

Hány síkban nyit? Amennyiben több síkban, hogy lett megoldva? Külső vagy belső kilincsszerkezetekkel vagy kényszerütköztetéssel, stb.. Hány bélyeges a szerszám, milyen az elosztó rendszere, csatorna kialakítása (angus)? Hideg, meleg vagy vegyes csatornás?

A kidobás, eltávolítás hogy történik - kidobócsapokkal, letoló kerettel vagy lehúzó lappal?

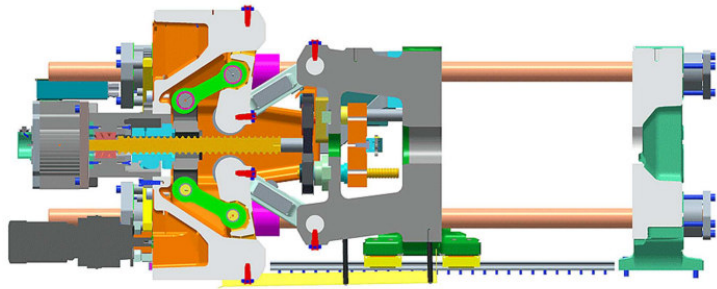
Milyen üzemmódra tervezték a szerszámot? Kézi kiszolgálás, robot, fél vagy teljes automata üzemmódban fog majd üzemelni?

Egyéb specialitásokkal rendelkezik-e? Pl. belsőnyomás mérővel, szelepes fűvókákkal van felszerelve? A hőelvonások az álló és mozgó félből, csészékből, betétekből, magokból, tüskékből hogy lettek megoldva? A temperáló körök száma, bekötés lehetőségei milyenek?

5. Ismerkedés a fröccsöntő géppel és perifériáival

Milyen gyártmányú, milyen vezérléssel rendelkezik? Kora, karbantartási állapota?

Mekkora záróerővel rendelkezik, mekkora a pasztikálási teljesítménye? Milyen a működési mechanizmusa – hidraulikus, elektromechanikus, vagy hibrid? Hány mm-es a csiga átmérője, mennyi az L/D viszonyszáma, kompresszió aránya? A szokásos 22,5 D-s, 2,2-es kompresszióval vagy attól jelentősen eltérő értékekkel rendelkezik? Csiga fajtája milyen (normál, páncélozott, Barrier) kopottsága, zárógyűrű fajtája, állapota?



5. ábra Direkt meghajtású szerszámzáró egység

Forrás Sumito/Demag



6. ábra Perifériák

Milyen perifériák állnak rendelkezésre? Robot, temperáló, daráló, szárító, adagoló, felhordó, szállítószalag, szelektáló, stb.? Milyen azok megfelelősége az adott termék gyártásához, milyen műszaki állapotban vannak?

6-os ábrán anyagtároló, daráló, szárazlevegős szárító látható. Ezen kívül robot, szállító szalag, selejtszeparáló, temperálók, stb. lehetséges a gép körül, s mindez együtt ad egy gyártó cellát.

6. Technológia felépítése

A fenti lépések után –a megszerzett ismeretek birtokában- kezdődhet az üzemen, a fröccsöntő gépnél az érdemi munka, a technológia beállítása, kidolgozása.

Egy komplett fröccstechnológia akár 100 fölötti egymáshoz is hangolt értékek beállításával készül el, ezért érdemes legalább 3 szakaszra bontani a folyamatokat.

6.1. Ömledék készítés

Előírt anyag megfelelőségének ellenőrzése:

- kiszáritás megfelelősége (hőmérséklet, idő),
- szemcse eloszlás (ha darálékot is kell használni),
- adalékok bekeverése (mesterkeverék, daralék, egyéb).

Megömlesztés beállítása:

- Termikusan bevitt hőmennyiségnél a palást fűtőtestek hőmérséklet programja és a tartózkodási idő összhangba hozása.
- Nyírással, súrlódással bevitt hőmennyiség befolyásolása a kerületi sebességgel és torló nyomással.

Az ömledék minőségét, hőmérsékletét szabadba fröccsöntéssel, a kifröccsentett ömledék hőmérsékletének mérésével ellenőrizni kell, amennyiben nem megfelelő akkor először ezt kell rendbe tenni, nem szabad (nem ajánlatos) a fröccsöntést megkezdeni.

6.2. Ömledék átjuttatása a fröccsöntő szerszámba

- Fröccsöntésnél az alkalmazott fröccssebesség lépcsők.
- Utónyomás beállításánál az utónyomás értékei (nagysága és ideje).

- A helyes átkapcsolási pont meghatározása.

Érdemes a nyomás felfutási görbével ellenőrizni az angust, a gát áttörés illetve a formaüreg kitöltési ellenállását, s a sebességlépcsők változtatásával a „lüktetéseket”, a hirtelen ugrásszerű növekedést, csökkenést elkerülni.

6.3. Hőelvonással a formaüreg alakjának és méreteinek kialakítása:

Temperálás feltételei:

a hőelvonás intenzitása (hőfoka), egyenletessége.

Termék eltávolítás:

kis induló sebességgel történő megmozdítással.

Mivel a forró ömledék még nem termék, csak a hőelvonás során válik azzá, nagy figyelmet kell fordítani a temperálással történő lehűtésre.

A formaüregbe betömörített, a magra rázsugorodott terméket „kirántani, kiütni” nem javasolt, mivel a dinamikus igénybevételeket a műanyagok nem szeretik.

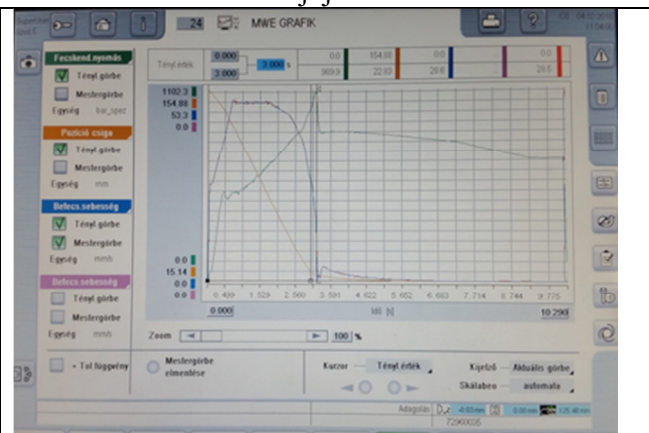
7. Technológia ellenőrzése

A felépített technológiát a Nyomáslefutási görbe időbeni lefutásával, melyen ábrázoljuk a tényleges sebesség (kézzel) és útlefutást (pirossal) is, tudjuk legkönnyebben ellenőrizni. Lásd 7. és 8. ábra. Beállíthatók a mestergörbék, görbeseregekkel azok ingadozása, megadható alsó-felső limit selejt jelzéshez.



7. ábra Prégeléses fröccsöntés tényleges értékek

Forrás Arburg prezentációs anyag

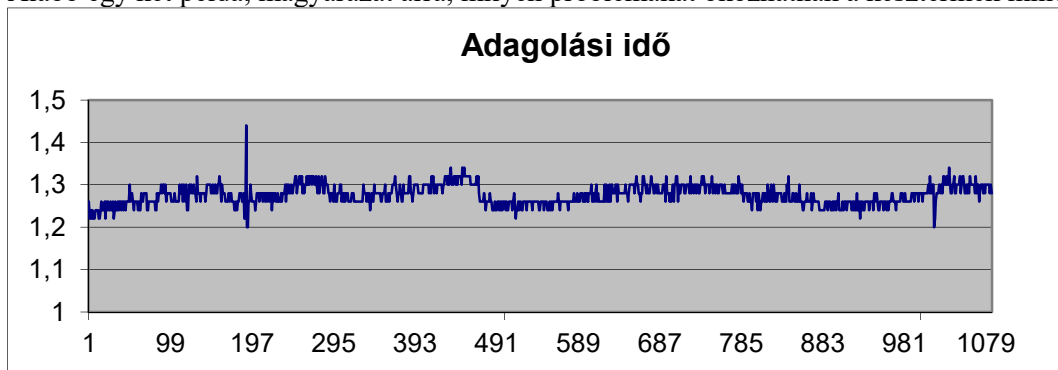


8. ábra Hidraulika nyomás, sebesség, útpozíció lefutása Demag fröccsöntő gép képernyőjén

8. Minőségfelügyelet aktiválása, ellenőrzése

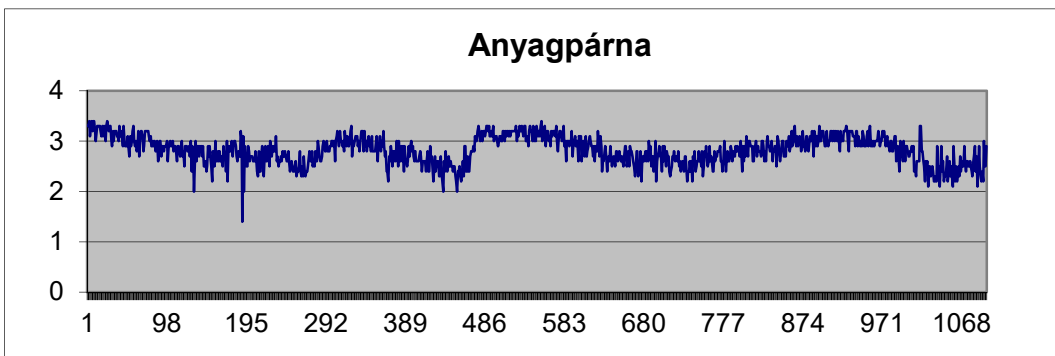
Elsősorban azokat az értékeket érdemes ellenőrizni, melyek több paraméter egymásra hatásából adódnak. Pl. fröccsidő, adagolási idő, átváltáskor fröccsnyomás, maradék anyagpárna, stb.

Alább egy két példa, magyarázat arra, milyen problémákat okozhatnak a késztermék minőségében.



Az adagolási időt nem közvetlenül állítjuk be, az adagtól, adagolási sebességtől és torlónyomástól függ. Ingadozásának oka lehet:

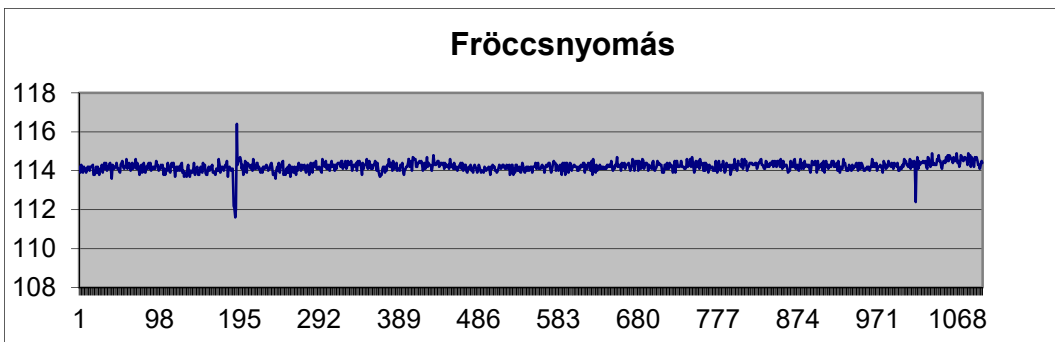
- Jó alapanyag került-e a gépre (Véletlen nem másik pl. PA-t töltöttek fel?).
- Az alapanyag előkészítését. (Nem-e túl vizes vagy túlszártott a granulátum.)
- Daralék visszadolgozásakor a szemcseméretek vagy az inhomogén a keverék is okozhatja. (Gravimetrikus adagoló hiánya!)
- A zárógyűrű nyitása instabil. (Adagoláskor nem teljesen nyit ki.)



Anyagpárnát sem mi adjuk meg, több paraméter egymásra hatásából (ömledék viszkozitás, utónyomásra történő átváltási fröccsnyomás, utónyomás nagysága, ideje, gát lefagyás időpontja stb.) adódó érték. Ingadozást okozhat, ha a zárógyűrű fröccsöntéskor nem teljesen, vagy késleltetve zár, ilyenkor fennáll az anyag visszaáramlás veszélye.

Anyagpárna ingadozás is okozhatja az alábbi problémákat:

- A termék tömegének ingadozása. (Ugyanabba az üregbe eltérő mennyiségű és tömörítésű ömledéket juttatunk be. Legkönnyebben azt egy 0,05 g pontosságú mérleggel tudjuk ellenőrizni.)
- Zsugorodás eltérések, méret ingadozás léphet fel.
- Ingadozhat a termék felületi illetve a befagyott belső feszültsége. (Festhetőség, vegyszerállóság, kopási, súrlódási, szilárdsági tulajdonságok változhatnak ez által.)



Az utónyomáskor fellépő nyomás nagysága sem határozható meg, csak annak maximuma, amennyiben azt lekorlátoztuk pl. a szivattyú maximális nyomásával. Alapvetően a fröccssebességtől, az ömledék viszkozitás (folyási tulajdonságok) változásaitól, a kitöltési ellenállástól, az utónyomásra átváltás helyétől (idejétől) függ. Fröccsnyomás ingadozása esetén az alábbi hibák léphetnek fel:

- A termék anizotrópiájának változása. (Eltérő helyen eltérő irányban eltérő tulajdonságok.)
- Eltérő mértékű tömörítés miatt az anyagpárna ingadozásánál már említett hibák léphetnek fel.

9. A termék minőségi ellenőrzése, dokumentálások

- A megrendelő elvárásainak való megfelelésének ellenőrzése,
 - esztétikai,
 - méret, szerelhetőség,
 - műszaki tartalom megfelelése.
- Gyártási folyamatok, technológiai előírások, előírt ellenőrzések írásos rögzítése.

10. Megrendelővel való jóváhagyás

Mivel hibátlan műanyagtermék csak az elvárásokban és a mesében van!

- Esztétikai határminták (etalonok) felvétele.
- Alak és méret eltérések elfogadtatása, annak dokumentálása.
- Műszaki paraméterek ellenőrzésének tisztázása.

Jakab József
műanyagipari szakértő

www.muanyagipar.hu

Jakab@muanyagipar.hu