

## Szerszámpróba, új termék bemintázás

(Nincs két egyforma termék, szerszám, gép ezért két egyforma szerszámpróba sincs.)

A szerszámpróbának, új termék bemintázásának nem lehet mindenhol, minden esetben érvényes leírását megadni. Cégenként, üzemenként az ott lévő előírások (sok esetben a multinacionális cégeknél, az anyavállalattól áthozott) nagyon eltérhetnek. Az is eltéréseket okoz, hogy milyen területre gyártanak (autóipar, egészségügyi eszközök, háztartási gépek burkolatai, stb..). Nagyon sok múlik az üzem infrastruktúráján, perifériák színvonalán és az üzem fröccsöntő gépeinek nagyságán és konstrukcióján. Más sorrendben más értékekkel kell dolgozni egy  $\phi$  18mm-es fröccshengerrel rendelkező, könyökemelő, tisztán elektromos vagy egy  $\phi$  145 mm-es Barrier csigával rendelkező kétlapos hidraulikus fröccsöntő gép esetén.

Az alábbi leírást, sorrendet csak mint ökölszabályként javasolt figyelembe venni.

### 1. Fröccsgép bekapcsolása

- A bekapcsolás után a szivattyú motor indításával a hidraulika olaj előmelegítésével párhuzamosan a hengerzónák hőmérsékletét csökkentett hőmérsékletre  $\sim 150^{\circ}\text{C}$ -ra bekapcsolva indítani.
- Bekapcsolni és ellenőrizni a temperálók beállításait.
- Ha lehetőség van rá ellenőrizni az átfolyt temperáló mennyiséget is (liter/perc).
- Forrócsatornás szerszámoknál a fűtés bekapcsolása  $150^{\circ}\text{C}$ -os beállítással.
- Az olaj hőmérséklet ellenőrzése után a szerszámmozgások és szerszámvédelem ellenőrzése.
- Anyagfelhordó ellenőrzése, bekapcsolása.
- Egyéb perifériák ellenőrzése, bekapcsolása, beállításuk ellenőrzése.

### 2. Induló paraméterek beállítása

#### Ömledék készítés paramétereinek beállításánál

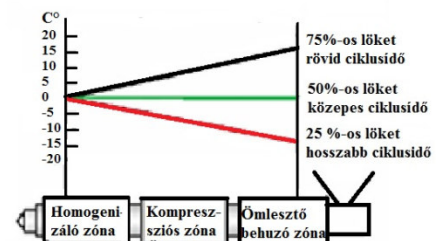
Figyelembe kell venni – termikus és plasztikálási hőmennyiségek – az alapanyaggyártó javaslatait, a várható lökethossz és a csigaátmérő viszonyszámát, illetve a falvastagságtól és anyagtól függő ciklusidőt.

30%-os kihasználtság alatt, max.  $15^{\circ}\text{C}$ -os emelkedő, 30-60 %-os kihasználásnál egyenletes, az felett visszafelé lejtő hőmérséklet programmal beállításával. Az

alapanyaggyártók a várható tartózkodási idő és az ömledék légtelenítéshez szükséges hőmérséklet figyelembe vételével teszik meg a javaslataikat a megömlesztésre.

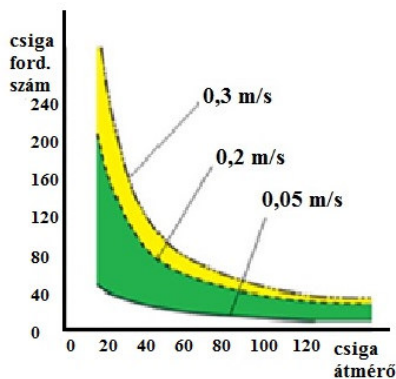
Figyelni kell arra, hogy a kompressziós zónához érve már legyen ömledék, különben a granulátum szemcsék közt bejutott levegő, a melegítési gőzök, gázok az esetleges víztartalom okozta vízgőzök visszatartása nem biztosítható. (Nyomás alatti folyadékban légnemű anyagok a kisebb nyomás felé -vagyis a garat felé- távoznak. Kivéve, ha túl nagy adagolási sebességnél a sűrű massa gyorsabban áramlik előre felé, mint a sűrű masszában a levegő hátrafelé.)

A fúvóka hőmérsékletét nem ajánlatos a homogenizáló hőmérsékleténél magasabb értékre beállítani, mivel ha már jó minőségű ömledékünk van, azt már csak hőn kell tartani, minek azt tovább melegíteni. Ilyenkor csak egy vékony rétegben kap hőt a műanyag a rossz hővezetése miatt. Sok cégnél ettől eltérő beállításokat használnak, mivel az utónyomás lejáratá után először feladagolnak ( $250^{\circ}\text{C}$ -os fúvókát felfektetve az  $50^{\circ}\text{C}$ -os szerszámon), s csak utána járnak le a fröccsegységgel. Mivel viszont így fennáll a fúvóka befagyás veszélye, ezt akarják megelőzni a fúvóka túlmelegítésével.



13. ábra hőmérséklet program

## A csiga adagolási sebességének beállítása



24. ábra Kerületi sebesség

Nagyon fontos, hogy az alapanyaggyártó által megadott maximális kerületi sebességet ne lépjük túl, ne tegyük tönkre az alapanyagot még a fröccsöntés előtt. (Lásd 4 ábra.)

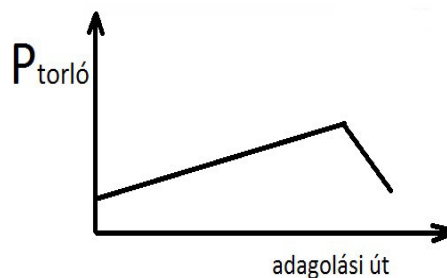
A forróhenger falára feltapadt, még meg nem olvadt szemcséket a csiga menetéle lekaparja, lesodorja, lenyírja. Ha az átmérőtől, illetve fordulatszámtól függő kerületi sebesség túllépi a javasolt max. értéket, akkor a műanyagmolekulák károsodnak (rövidülnek, vagyis degradálódnak) már az adagolás során.

## Torlónyomás beállítása

Az alapanyaggyártó javaslatának kell a kiinduló érték lennie, figyelembe véve a löketkihasználást egy emelkedő (csigarövidülést kompenzáló), növekvő sűrűdési hőt eredményező profillal. (5 ábra)

Érdeemes kicsi torlónyomással indulni, hogy az anyagpárna távolságnál lévő csigacsúcs ne nyomja ki a fűvókán az anyagot, akkor sem ha az adagolás előtt lejárattjuk a fűvókát a szerszámról.

Az adagolási út végén mindenképp javasolt a lecsökkentése, hogy ne nagy torlónyomással összepréselt ömledék legyen a csigacsúcs és a fűvóka furata között. Fennállhat a nyitott fűvókából anyagkifolyás, mely többszörösen káros hatású lehet. Bizonytalanná teszi az adagolási időt, az anyagpárna értékét, a formaüreg tömörítés mértékét. A fűvókán visszafolyva tönkretelheti a fűvókafűtést és hőérzékelőt, azok elektromos bekötéseit.



35. ábra Torlónyomás

## A fűtés beállítása

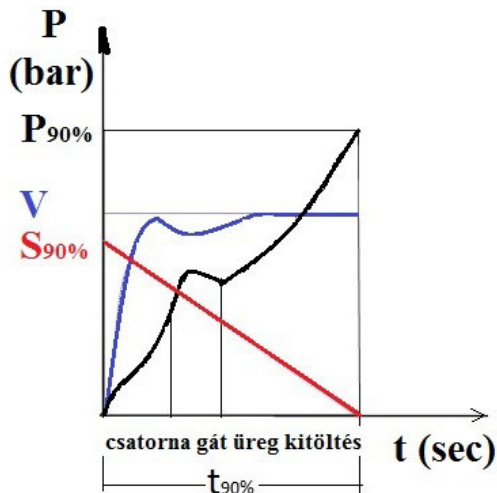
forrócsatornás szerszámok esetén, a beállított henger hőmérséklet elérése után (a csigaretesz ideje alatt), a  $\sim 150^{\circ}\text{C}$ -ra már **előmelegített!** elosztótömb és fűvókák hőmérsékletének a homogenizáló szakasz hőmérsékletére illetve azt meghaladó max. plusz  $5^{\circ}\text{C}$ -ra. beállításával, felfűtésével fejezzük be.

A fentiek alapján készített ömledéket többszöri szabadba történő kifröccsöntéssel ellenőrizni kell. 3-4 kifröccsöntés után egy lassú sebességgel történő kinyomáskor a kiáramló sugár felületének ellenőrzésével (reológiai duzzadás, folyamatos áramlás, súlyánál fogva történő megnyúlás, inhomogén felület, pezsgés, stb.). Lehetőleg opálos, könnyen nyúló ömledéket érdemes egy edényben felfogni és az ömledék hőmérsékletét ellenőrizni. Amíg nem ezt tapasztaljuk, nem érdemes - pláne egy vékonyfalú termék esetén- forrócsatornás tübeömlős szerszámba befroccsönteni. Sok súlyos szemrehányást kerülhetünk el így a szerszamosoktól.

## Adag beállítás

Fröccsöntés megkezdése előtt az adagot a várható szükséges mennyiség 90-95%-ra érdemes csökkenteni. Mintadarab esetén annak súlyát és a szabadba történt kifroccsöntött adag súlyát lemérve, összehasonlítva tudjuk ezt elvégezni, és ezt az értéket megbecsült angus súlyával kell megnövelni. Ilyenkor a termék geometriájától és az anyag viszkozitásától függően egy közepes sebességű (ami a beállítható maximális sebesség 40-60%-a) egylépcsős fröccssebesség profilt érdemes még csak alkalmazni. Így a képernyős vezérléssel rendelkező gépeknél a nyomásgörbét csak a fröccsöntési időre lerövidített ( felnagyított) időtartamra kikérve tudjuk

vizsgálni, a szerszám elosztócsatornájának, beömlő gátjainak és a formaüreg(ek) kitöltési ellenállását.



46. ábra 90%-os kitöltöttség nyomás görbéje

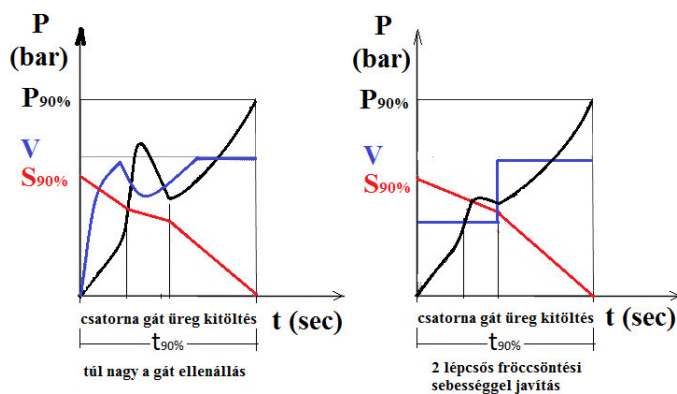
A 6-os ábra 90%-os kitöltöttségénél mutatja, hogy fix sebesség esetén a 90%-os kitöltöttséghez mennyi nyomással, mennyi idő alatt tudjuk az anyagot átjuttatni a szerszámba.

Az ábrából látszik, hogy sok esetben a gát átlövéséhez nagyobb nyomás szükséges, mint az üregfeltöltés elejéhez.

Mivel hiányos darabokat kapunk, vizsgálhatóak egyúttal az egyes fészkek kiegyensúlyozottságai mellett az áramlási utak végei (ahova a levegő beszorul), s oda kell az öntisztuló levegőztető csatornákat elhelyezni, az összecsapási helyeket és a beszívódásra érzékeny helyeket is ekkor tudjuk legkönnyebben feltárni, megismerni.

### Fröccssebesség beállítása

Még az adag megnövelése előtt érdemes ~20%-al gyorsabb fröccssebességgel is elvégezni a kitöltést, és megnézni, hogy a 90%-os kitöltéshez szükséges nyomás nagyobb, vagy kisebb értéket vesz-e fel. Sok műanyagnál a nagyobb sebesség miatt viszkozitás csökkenést tapasztalhatunk, ha viszont az elosztócsatorna, vagy a gát nem megfelelő, azok nagy ellenállása miatt nyomásnövekedés áll fenn. (50-50% az esély mindkét esetre.) Ugyanezen paraméterek mellett érdemes megnézni, hogy ha 10°C -al növeljük a henger hőmérsékleteket és 20%-al a torlónyomás profilt - vagyis emeljük a bevitt hőmennyiséget-, az hogy hat a folyóképességre, kisebb nyomással tölthető-e így az üreg.



57. ábra Kitöltési analízis 90%-os kitöltöttségénél

A fentiek alapján a fröccsöntés sebességének és egyúttal az ömledék hőmérsékletváltozásának az anyag folyóképességére való hatásáról, egyúttal a szerszám csatornarendszerének, a gátak és formaüreg kitöltésének ellenállásairól, azok befolyásolási lehetőségeiről kapunk információkat.

Amennyiben a gát áttöréséhez szükséges nyomás az 7-es ábra bal oldala szerint alakul, javasolt egy kisebb sebességgel kezdeni a fröccsöntést, és csak a gát áttörése után

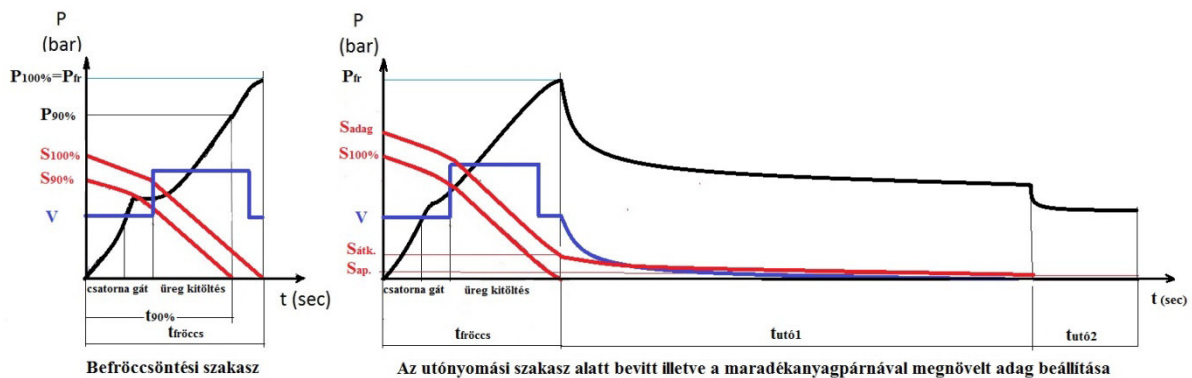
felgyorsítani, így a lehetséges szabadsugar képződést lényegesen tudjuk csökkenteni. Így nem nagy sebességgel „ráütünk” a csigacsúcs és fúvóka közt dekompresszióval nyomásnélküli tett ömledékre, mely először a fúvóka ellenállása miatt tömörül s csak utána kezd átáramolni a fröccsszerszámba.

A továbbiakban megkeressük a 100% kitöltéshez szükséges az adagot, így leolvashatjuk a formaüreg(ek) kitöltéséhez szükséges időt és a nyomás nagyságát, vagyis a fröccsöntési időt és a szükséges fröccsnyomás maximumát. A fröccsnyomás maximum felett ~20%-al lekorlátozhatjuk a szivattyú teljesítményét, hogy bármely probléma esetén elkerülhessük a túlfroccsöntés káros hatásait a szerszámra, kilökő csapokra, stb.

## Utónyomás beállítása

Egész eddig nem használtunk utónyomást, mivel nem volt anyag a csigacsúcs előtt. A 100 %-os kitöltéshez szükséges adag értékét megnöveljük az utónyomással bejuttatandó mennyiséggel, és a tervezett anyagpárnával (együtt kb. 12%). Az átkapcsolás előtt (~95%-os kitöltöttségnél) a fröccsöntési sebességet csökkenteni érdemes a túllendülés okozta sorjaképződés, levegő beszorulás okozta problémák kiküszöbölése érdekében. (Ez még nem az utónyomásra átkapcsolás! Arra 98-99%-os kitöltöttségnél kell átkapcsolni)

A leolvasott  $P_{fr}$  érték 66%-át az alapanyaggyártó által javasolt X sec/mm időtartamra felvesszük az utónyomás első lépcsőjét, és  $P_{fr}$  érték 50%-ra az utónyomás második lépcsőjét kb. utónyomás első idejének harmadára. Lásd 8. ábra.



8. ábra Nyomáslefutás értékelése

### 3. Kitöltési analízis

Ha a befroccsöntés során a kitöltés nem éri el a 98–99%-ot, és a beállított fröccsnyomás magasabb a tényleges fröccsnyomásnál, át kell állítani az utónyomásra való átkapcsolás helyét, vagy meg kell növelni a befroccsöntött anyag mennyiségét. Gyakran a sorjásodás elkerülése érdekében az átkapcsolást túl koraira állítják be. Ha a sorja miatt arra kényszerülünk, hogy az átkapcsolást 90%-os kitöltésnél is kisebb értékre állítsuk be, a szerszám osztási síkjánál valószínűleg tömítési problémák vannak.

Ha a szerszámüreg kitöltéséhez szükséges nyomás nagyon magas, hajtunk végre a gépen egy nyomásvesztési analízist. Ezzel kideríthető, hogy van-e olyan hely az ömledék áramlás útjában, ahol különösen nagy a nyomásvesztés. Ugyanazt a befroccsöntési sebességet kell alkalmazni és az utónyomást ki kell kapcsolni. Négy próbafroccsöntést kell végezni: egy kb. 99%-os kitöltést, egy olyan darabot, amelynél az ömledék éppen túljut a gáton, egy olyat, amelynél csak az elosztócsatornát töltjük ki, és egy üres „löketet” a visszahúzott fröccsnyomásból a levegőbe. Ha minden alkalommal feljegyezzük a befroccsöntéskor fellépő hidraulikanyomást, az adatok összevetéséből megállapíthatjuk a nyomásvesztés helyét. Az elfogadható nyomásvesztési értékek az alábbiak szerint alakulnak: max. 300 bar a fúvókánál, 400 bar az elosztócsatornában, 350 bar a gátnál és 2000 bar a szerszámüregben.

### 4. Technológia ellenőrzése, finomítása

Az így kialakított beállításokat (mivel eddig csak a közel ideális fröccsöntési technológiára koncentráltunk, s az csak abban az esetben felelhet meg, ha minden előző láncszem –termék geometria, alapanyag, fröccsöntő gép, fröccsszerszám- ideális, amely nagyon ritkán adódik) csak induló technológiaként kezelhetjük.

Egész eddig a termék esztétikájával, méreteivel, minőségével nem foglalkoztunk. Most azokat is figyelembe véve az eddigi beállításainkat felül kell vizsgálni és finomítani (elállítani) szükséges. Tapasztalatok alapján, mivel az esztétikát vizsgálják mind a helyi mind az átvevő minőségbiztosítási kollégák (vevő is a pultról csak esztétikus terméket akar elvenni), ezért arra kell először koncentrálni, majd a szerelhetőségre (méretekre), s a *csak a végén?* a műszaki tartalomra.

Az így felépített technológia esetén, ahol alulról építkeztünk adaggal, sebességgel, nyomásokkal, s közben megismertük a paraméterek változtatásának várható hatásait, könnyebben és tudatosabban tudunk beavatkozni, kevésbé leszünk kénytelenek próbálkozásokra, találgatásokra szorulni.



A technológia finomítása, optimalizálása során felül kel vizsgálni a megömlesztési paramétereket (hőmérsékleteket, torlónyomás) és azok profilját. Több sebességlépcsővel a viszonylagos egyenletes anyagáramlásra, s a hirtelen, a nagy ingadozás nélküli üregkitöltési nyomásváltozás beállításra kell koncentrálni. Mivel a kitöltési szakasz sebességvezérelt, ebben a szakaszban az útpontok helyes felvételére, és az egyes útpontok közti sebességek megadására kell leginkább odafigyelni. Nagyon fontos a

9. ábra Arburg Selogica vezérlés nyomás, sebesség, út grafika  
Forrás: Arburg Prezentációs anyag

sebességvezérlésről nyomásvezérlésre való átkapcsolás helyének meghatározása, finomítása. Az utónyomási szakasz viszont nyomásvezérelt (ekkor a sebességek lesznek az adódó értékek) ezért az átkapcsolás utáni nyomás rámpára (mekkora értékről mekkorára, mennyi idő alatt) kell koncentrálni. Ekkor történik a formaüreg tömörítése, mely a befagyott feszültségekre, zsugorodásokra, s így a méretekre van jelentős hatással.

A fröccsöntő technológiának jól kell ismerni a termékkel szemben támasztott elvárásokat, követelményeket, hogy a technológiával alkalmazkodni tudjon hozzájuk. Minden szempontból hibátlan termék nem létezik, ezért az a jó termék az, amit a vevő átvesz és kifizet.

## 5. Minőségfelügyelet

A véglegesnek tekintendő technológia paramétereit a minőségfelügyelet oldalán alapértékként kell megadni és +/- 3% toleranciával figyeltetni. Be kell állítani minőségtablát, ahol elsősorban nem az általunk direkt módon megadott paramétereit, hanem több paraméter egymásra hatásából kialakult változókat érdemes kikérni.

Dátum óra, perc	Ciklus idő	Adagolá- si idő	Fröccs idő	Fröccs- nyomás	Átváltási nyomás	Anyag- párna	Folyási szám	Fröccs- munka
--------------------	---------------	--------------------	---------------	-------------------	---------------------	-----------------	-----------------	------------------

Ha lehetőség van rá, mind a szerszám álló- és mozgóféléről, mind a termékről a kivétel után minél hamarabb hőfényképet érdemes készíteni, és vizsgálni azok egyenletes hőmérséklet eloszlását. Ezt kezdetben többször meg kell ismételni.

Az így beállított technológiával elindított gyártást 2 óra elteltével ellenőrizni kell, vizsgálva, hogy mennyire stabilizálódtak az értékek, nincs-e valamelyik paraméternél folyamatos egyirányú változás (pl. a szerszám helyi túlmelegedése vagy más ok miatt).

Jakab József  
műanyagipari szakértő  
[www.muanyagipar.hu](http://www.muanyagipar.hu)  
[Jakab@muanyagipar.hu](mailto:Jakab@muanyagipar.hu)