

Műanyagtermékek minőségingadozásának lehetséges okai

A mai modern fröccsöntőgépek a mikroprocesszoros szabályzás segítségével nagy pontossággal gondoskodnak a beállított értékek betartásáról, úgymint hőmérsékletek, utak, idők, sebességek, nyomások/erők. Hiába a nagyfokú reprodukáló képesség, minden műanyagtermékgyártó találkozott már olyan problémával, hogy folyamatos gyártás során a technológián nem változtatva a termék esztétikája, méretei vagy egyéb tulajdonságai változnak.

Ilyenkor érdemes a „kályhától” kiindulva sorra venni a lehetséges okokat:

• Alapanyag/granulátum

- LOT Nr. változása
- Anyagviszkózitás változása
- Szemcsenagyság szórás (granulátum, darálék, egyéb adalék)
- Különböző szárazsági fok
- Túlszárítás miatti adalék migráció okozta tapadás

• Fröccsöntő szerszám

- Elhasználódás, karbantartási problémák
- Levegőztető rések eltömődése
- Forrócsatorna problémái (pl. eltömődés, beégés)
- Formaüregek hőmérsékletének fokozatos változása a hőegyensúly felbomlásához vezet

• Fröccsöntőgép

- Géphibák
- Fűtőtestek meghibásodása
- Olaj tömítések
- Szerszámzáró egységnél a mozgó alkatrészek megszorulása
- Fröccsugacsúcsnál lévő zárógyűrű nyitásának/zárásának ingadozása

• Technológia

- Durva (favágó) technológiai beállítás
- Az induló technológia utáni ömledék hőegyensúly változások

• Egyéb okok

- Valamelyik periféria meghibásodása
 - Temperáló készülék)
 - Gravimetrikus/volumetrikus adagoló
 - Garatszárító
 - Vákuumos felhordó
- Fegyelmetlen munkavégzés
 - anyagelőkészítésnél,
 - perifériák kezelésénél,
 - ciklus időt befolyásoló munkavégzésekkor.

Számtalan oka lehet tehát a minőségingadozásnak, melyek külön-külön is megérdemelnének részletes kifejtéseket, vizsgálatokat. Mivel sok esetben az ellenőrzések során fizikai hibaokot nem lehet megállapítani, a minőségábra -ha jól van beállítva- értékeinél az anyagpárna ingadozást érdemes tanulmányozni. Az anyagpárna ingadozás pontosabb megértéséhez ismernünk kell az ömledékkészítést és tömörítő nyomást befolyásoló elemek működési mechanizmusát, folyamatait.

• Fröccsugacsúcsnál lévő zárógyűrű nyitásának/zárásának mechanizmusa

Az adagoláskor az előre áramló ömledék előrefelé mozdítja a csúszógyűrűt, és alatta átbújva kerül az fűvóka mögötti térbe. A fröccsöntés megkezdésekor a csigadugattyú némi elmozdulása után lezárja az ömledék hátra történő áramlását.



1. ÁBRA VISSZAÁRAMLÁS GÁTLÓ

FORRÁS : STORKER KFT.

Az adagútát és az átkapcsolási pozíciót a fröccsöntőgépek, hála a digitális útjeladóknak, nagy pontossággal betartják. Mégis sűrűn tapasztalható a maradék anyagpárna ingadozás (a csiga pozíciója az utónyomás lejártakor), amely elvileg azt jelenti hogy ugyanabba a szerszámába eltérő mennyiségű, eltérő tömegű, eltérő tömörítésű ömledéket juttatunk át.

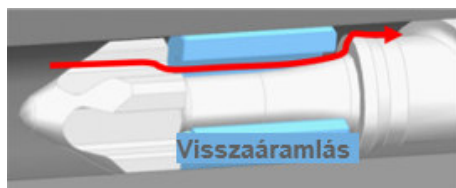
Egy Ø50-mm-es henger esetén ideális esetben 2D löketet, vagyis 100 mm adagot használunk. A ~0,5 mm anyagpárna változás, amely csak 0,5%-ot jelent, elvileg 1 cm³ ingadozást okozhat. Amennyiben ezt a darab tömege is mutatja, akkor jelenti ugyanabba az üregbe több vagy kevesebb anyagot juttatunk be, ami megváltoztatja majd az üreg tömörítését, a befagyott feszültségeket, zsugorodásokat vagyis a termék méreteit.

1. TÁBLÁZAT

10 mm-es anyagpárnánál					
Csiga Ø (mm)	Anyagpárna (cm ³)	Csiga Ø (mm)	Anyagpárna (cm ³)	Csiga Ø (mm)	Anyagpárna (cm ³)
18	2,5	40	12,6	70	38,5
20	3,1	45	15,9	75	44,2
25	4,9	50	19,6	80	50,2
30	7,1	55	23,7	85	56,7
35	9,6	60	28,3	90	63,6
40	12,6	70	38,5	100	78,5

Lehetséges okok:

- Csúszó/zárógyűrű nem nyitott ki teljesen, s így nagyobb nyírást kap az anyag.
 - Eltérő mértékű tömörítéssel készült el következőleg befröccsendő adag.
 - Dekompresszió után, a fröccsöntés megkezdésekor eltérő ömledéknomás volt.
 - A csiga előremozgás kezdetén, különböző mennyiségű anyag áramlik hátrafelé, mielőtt a gyűrű lezár.
 - Csiga és/vagy hengerkopás miatt részvisszáramlások lépnek fel.
 - A fűvókánál vagy a forrócsatorna rendszerben „lebegő” idegen anyag akadályozza az áramlást, amely a fröccsöntés közben ingadozó fröccsnyomást okoz.
- **A hagyományos csigacsúcsoknál** a szerszámkitöltés reprodukáló képessége ingadozhat. Mivel nem direkt módon történik a szelepszárás, a fröccsöntés kezdetekor a csúszógyűrű még nyitott állapotban van. Ahogy a zárógyűrű kopik, a zárás csak egyre nagyobb nyomások esetén következik be. A teljes zárásáig az ömledék hátrafelé is áramlik, (lásd 2 ábra), nem veszi figyelembe az alábbi esetleges viszkozitást is módosító változásokat:
 - változó anyag batch, változó nedvességtartalom,
 - tartózkodási időtől is függő ömledék hőmérséklet,
 - forrócsatorna hőmérséklet,
 - szerszám hőmérséklet,
 - fröccsöntési paraméterek,
 - fröccssebesség,
 - torlónyomás,
 - csiga visszaszívás.



2. ÁBRA VISSZÁÁRAMLÁS A FRÖCCSÖNTÉS KEZDETEKOR FORRÁS FANUC ROBOSHOT



3. ÁBRA HAGYOMÁNYOS CSIGACSÚCSOK GYŰRŰS, GOLYÓS FORRÁS : SUMITOMO (SHI) DEMAG

Az említett problémát felismerve a fröccsöntőgép gyártók különféle megoldásokat javasolnak az ingadozás csökkentésére. Egyrészt a különböző csigacsúcs kialakításokkal, másrészt a fröccsöntési folyamatot irányító szoftverekkel segítik a felhasználókat. Az alábbiakban három gépgyártó csigacsúcs kialakítását illetve opcionálisan megrendelhető szoftvere kerül bemutatásra. *(Nem termék bemutatóként szánom azok ismertetését. A legtöbb gépgyártónak is van/vannak megoldási javaslatuk a problémára, de tőlük kéréssem ellenére sem kaptam anyagot, felhatalmazást azok ismertetésére.)*

Sumitomo(SHI) Demag Plastics Machinery

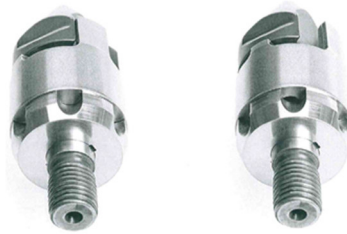
Az activeLock (3. ábra) zárható csigacsúcsot javasolja (Az ábra bal oldalán zárt, jobb oldalon nyitott állapotban.) Előnye a zárt állapot a teljes fröccsöntés alatt. Ellenőrzött, aktív zárás meghatározott módon a csavar visszafelé forgatásával, meghatározott forgási sebesség, meghatározott forgási szög, kontrollált mozgási idő.

Kisebb mértékű függés a normál folyamatváltozástól

Nagy ismétlési pontosság, magasabb folyamatstabilitás

Megközelítőleg 50% adagingadozás csökkenés

A fröccsöntési folyamat szabályozhatóságát tovább javítja az **aktívFlowBalance** programjával azáltal, hogy kompenzálja az üregek különböző nyomási körülményeit egyenletes és optimális nyomástartással s így elkerüli a hiányos vagy túltöltött üregek kialakulását. Az activeLock és activeFlowBalance együttes használata esetén alapanyagtól függően a termék tömegének ingadozása 50-80% -al csökken Sumito (SHI) Demag mérései alapján.



4. ÁBRA AKTÍVE LOCK FORRÁS : SUMITOMO (SHI) DEMAG

ENGEL Austria GmbH, Magyarországon legtöbb eladott fröccsöntőgép gyártója

• Feladattól függően különböző csigacsúcsokat javasol



5. ÁBRA ENGEL TOR10, FORRÁS: ENGEL



6. ÁBRA ENGEL CLR12, FORRÁS: ENGEL

A TOR 10-es csigacsúcs megoldást (4 ábra) javasolja nagy átmérőjű plasztikáló hengerek esetén, és/ha a dekompreszió után jelentős nyomáseltérések fordulhatnak elő a csigacsúcs és a fúvóka közti ömledékben.

Több golyós visszacsapó CLR12 (5 ábra) szelepet javasol a víztiszta vagy transzparens termékeknel, ahol kezdeti alacsony fröccssebességgel kell indítani a kitöltést.

Az SMR csigacsúccsal (6 ábra) lehet a tömegingadozást legjobban lecsökkenteni, ez a megoldás az adagolás végén a csigát ellenkező irányban forgatva kényszer zárással zárja a szelepet még a fröccsöntés megkezdése előtt.



7. ÁBRA ENGEL SMR13 CSIGACSÚCS, FORRÁS: ENGEL

• Szoftveresen az „iQ weight-control” kiegészítést javasolják

A vezérlés a fröccsöntött mennyiség térfogatát, az anyag viszkozitásának változását, illetve a fröccsnyomásgörbe változásait figyelembe véve korrigálja a fröccsöntést, a szerszámkitöltési folyamatot. Ennek használatakor mindegy, hogy útra vagy fröccsnyomásra állítják be az utónyomásra (V-P) történő átváltást, a nyomásprofil a vezérlés megfelelően korrigálja.

A két lehetőség alkalmazásával a hagyományos megoldásokkal elérhető 0,3%-os tömegingadozás 0,1% alá csökkenthető.

FANUC ROBOSHOT EUROPE GMBH gépgyártó

A Fanuc Roboshot gépeknél a CNC vezérlésnek és a szervorendszerek az alábbi kiegészítővel a folyamatos plasztifikálás ellenőrzést teszik lehetővé. Így biztosítva az ömledék fröccshengerben történő viszkozitás változásának észlelését, -bekapcsolásuk esetén- automatikus korrekciók elvégzését.

• AI Metering vezérlő

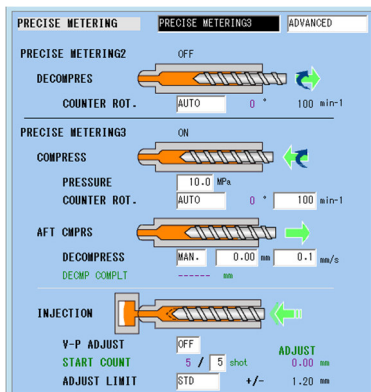
A különböző nedvességi tartalom és az újra hasznosított anyag viszkozitásváltozásainak ellensúlyozása érdekében ez a funkció sebességszabályozás helyett nyomatékszabályozást használ az ömledék készítéséhez. Ez a csiga változó forgási sebességét eredményezi az adagoláskor.

• Precise Metering 2+3

A Precise Metering (7-es ábra) az adagolás végén a csiga ellenkező irányú forgatása közben történő hátramosdulásával biztosítja (kiegyenlítődik a nyomás a zárógyűrű előtt és után) a csúszógyűrű zárását és az ömledék dekompreszióját és így

jelentősen javul a folyamat vezérelhetősége. A ömledékkészítés után ellenőrzi az anyagmennyiséget, a fröccsöntés során az automatikus fröccsöntésről utónyomásra váltás (V-P átkapcsolás) és a dekompreszió beállítását.

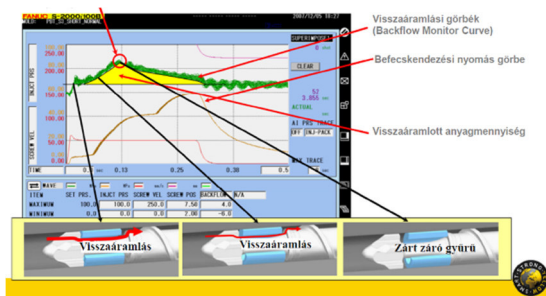
A hagyományos csigacsúcsokkal elérhető tömegingadozás 70-90%-al kisebb lehet az alkalmazásukkal.



8. ÁBRA FANUC PRECISE METERING BEÁLLÍTÁSI LEHETŐSÉGEI, FORRÁS FANUC ROBOSHOT

• AI Backflow Monitor

A fröccsöntés során grafikusán megjeleníti a csiga és a zárógyűrű pontos helyzetét, ezáltal figyelemmel követhető az anyag-visszaáramlás mértéke, szórása a befröccsöntés kezdetekor. Nagy szórás esetén a technológiai paraméterek felülvizsgálatával/módosításával a visszaáramlás mértékének stabilizálását megkönnyíti. Következtetések vonhatók le a csigacsúcs elemeinek állapotáról, kopásáról így kiszereles nélkül is vizsgálható az esetleges csere szükségessége.



9. ÁBRA BACKFLOW MONITOR FORRÁS FANUC ROBOSHOT

Sajnos Magyarországon még kevés üzemben, kevés fröccsöntőgépnél állnak rendelkezésre a fenn említett technikák, kevés gép rendelkezik az opcióként megrendelhető kiegészítő vezérlésekkel. A hagyományos csigacsúcsoknál a jól beállított felügyelet (gép, szerszám, minőség) közül a minőségfelügyelettel tudunk a legtöbb, legjobb következtetést levonni probléma esetén. Sok üzemben tapasztalható a beállítók/technológusok illetve a karbantartók közt vita a csigacsúcs megfelelő vagy nem megfelelő zárásáról, bizonytalan működéskor annak okáról: technológiai vagy mechanikai oka (sérülés, kopás) van. Ennek megállapítására az alábbi ellenőrzések elvégzése a javasolt.

Zárógyűrű/csúszógyűrű ellenőrzése

Amennyiben gyártás során bármely ingadozás –méret, tömeg, esztétika- fellép, és az anyag, szerszám, technológia ellenőrzések után **géphibára gyanakszanak**, az alábbi ellenőrzések elvégzése javasolt:

- **A fúvóka és szerszám felfekvése megfelelő-e?**
 - A fúvóka és a szerszám beömlő geometriája megfelelő-e?
Felfekvő rádiuszok? (fúvókának, mind a rádiuszának mind az átmérőjének 0,5 mm-el kell kisebbnek lennie, mint a beömlő persely csatlakozó mérete.)
 - Fröccsegység 0 pontja, rászorító erő beállítása megfelelő-e?
- **A visszacsapó szelepként funkcionáló csúszó/zárógyűrű működése megfelelő-e?**
 - A képernyős fröccsöntő gépeknél a minőségstábla behívásával az anyagpárna nagysága és/vagy a fröccsöntési idő és fröccsnyomás ellenőrzésével.
 - Idősebb gépeknél 10 db fröccsöntés változatlan paraméterek mellett szabadba, illetve szerszámba. A komplett kifröccsöntés (darab(ok), angus) 0,05 gr-os mérleggel való lemérése.
Anyagpárna illetve a tömegingadozás esetén kell a zárógyűrű ellenőrzést elvégezni, a zárógyűrű két pozíciójánál (~ 10 és 60%-os adagnál)
 - kiszereles nélkül
 - hidegsatornás kemény műanyag (PMMA, PBT, stb.) esetén
 - ◆ fröccsöntés után a szerszám kinyitása előtt kézi üzemmódban feladagolni és fröccsönteni

- némi elmozdulás után (a kitágult műanyag komprimálása után) amikor felépül a megengedett fröccsnyomás, a csigának meg kell állnia, amennyiben lassan de elmozdul előre vagy
 - a csúszó/záró gyűrű nem tud lezárni beégett vagy idegen anyag miatt
 - vagy már zárógyűrű nagymértékű kopása okozza
- lágy műanyagok (pl. TPE, LDPE, stb.) vagy melegcsatornás szerszám esetén
 - a ciklus végén leállítani a fröccsöntőgépet
 - hátrajáratni a fröccsegységet
 - a fúvóka és a szerszámbeömlő közé lágyfém lemezt vagy a fúvóka rádiuszának megfelelően kialakított betétet (Al, Cu) behelyezni és a fröccsöntést kézi üzemmódban elvégezni
 - némi elmozdulás után (a kitágult műanyag komprimálása után) amikor felépül a megengedett fröccsnyomás, a csigának meg kell állnia, amennyiben lassan de elmozdul előre vagy
 - a csúszó/záró gyűrű nem tud lezárni beégett vagy idegen anyag miatt
 - vagy már zárógyűrű nagymértékű kopása okozza
- kiszerelemmel
 - kiszerelem és tisztítás után
 - ◆ szemrevételezéssel
 - ◆ mérőeszközökkel



10. ÁBRA CSIGACSÚCS ELEMEINEK SÉRÜLÉS VESZÉLYES PONTJAI

• Ömlesztő egység ellenőrzés

Töltött műanyagok esetén (különösen az abrazív töltőanyagok esetén pl. üvegszál) az ellenőrzéseket nemcsak a már nyilvánvaló kopás esetén, hanem időnként (karbantartási, ellenőrzési terv-ben? meghatározott 3-6 havonta) is el kell végezni.

Henger kopás különösen a csúszógyűrű (1-3D) működési körzetében

Csigameneték kopása (kompressziós és homogenizáló szakasznál)

Csiga átmérő kopása

A megállapított hiba fajtásától függően az alábbi beavatkozások lehetnek szükségesek:

- csak tisztítások (csúszó-, ütköző gyűrű)
- részbeni csere (felverődött, megkopott csúszó- ütköző gyűrű)
- csiga felújítás (csiga menetének felrakása, újra megmunkálása)
- henger felújítás (esetleg perselyezés vagy csere)

• Hidraulika ellenőrzés

Kézi üzemmódban a fröccsnyomás fenntartása közben a nyomás leesik, vagy a csiga hátrafelé mozdul el, akkor vagy a szivattyú szorul felújításra vagy valamelyik szelep nem zár teljesen. Ellenőrizni szükséges a hidraulika rendszer csatlakozásainak tömítettségét, útírányváltó, nyomás és áramlás szabályzó szelepek akadálymentes működőképességét.

Jakab József
műanyagipari szakértő
www.muanyagipar.hu

Szakirodalom
Fröccsöntőgépgyártók honlapjai
Engel GmbH , Plasticising Unit prospektus
Fanuc Roboshot Europe GmbH, Fanuc Roboshot bemutató prospektus
Sumitomo (SHI) Demag . TechNews újság