

Tanácsok a fröccsgép beállításához

A befröccsentési sebesség ciklusonként azonosan tartásával, az ömledék viszkozitásának ingadozásából adódó számos minőségi problémát ki lehet küszöbölni. A befröccsentési folyamat végén mérhető nyomáscsúcs, illetve a fröccsnyomás idő szerinti integrált görbéje legtöbbször jó korrelációban van a termék minőségével, és jelzi, ha nem kívánatos folyamatok lépnek fel.

Tárgyszavak: műanyag-feldolgozás; fröccsöntés; folyamatoptimalizálás; minőségbiztosítás.

Fröccsöntés során a legfontosabb cél a mindig azonos, jó minőségű termék gyártása. Miután a termék minőségét több száz fröccsparaméter együttesen befolyásolja, ez nem könnyű feladat. Természetesen több száz, de akár több tucat paraméter egyidejű vizsgálata is megoldhatatlan feladat, célszerű ezek közül egyet vagy néhányat, vagyis a legfontosabbakat kiválasztani és ezekre koncentrálni.

Ha a műanyagömledék viszkozítására koncentrálnak, amely a gépbeállítóknak sok fejfájást okozott már, megállapítható, hogy ennek értéke számos tényezőtől függ:

- nedvességtartalom: a műszaki műanyagok, mint pl. a PC, PET, PA a levegő nedvességtartalmából vizet abszorbeálnak, és ha feldolgozás előtt nem megfelelően szárítják ki a granulátumot, a fröccsöntés magas hőfokán a víz hidrolizálja a polimerláncok kötéseit, azaz láncördelődést okoz; a rövidebb láncok kisebb ömledékviszkozitást eredményeznek, emellett felületi „cirmosodás” léphet fel és a mechanikai jellemzők is leromlanak,
- az egyes alapanyag-szállítmányok eltérő viszkozitásúak lehetnek a fröccsöntés körülményei között, még akkor is, ha a szállítmányok MFI értéke azonos; még ha két szállítmány átlagos molekulatömege azonos érték is, az eloszlás szélessége, és/vagy a láncok elágazottsága eltérő lehet,
- plasztikálási idő: miután a polimer megömlesztése során a hőenergia nagyobb része a csiga forgó mozgása és a torlónyomás következtében adódik át, ennek változása hatással van az ömledék hőmérsékletére és így természetesen annak viszkozítására is,
- adalékanyagok típusa, mennyisége és eloszlásuk homogenitása; a különböző adalékanyagok, amelyek egy részét az alapanyaggyártó, egy részét pedig általában a fröccsöntő üzem keveri be (mint pl. színezékek, töltőanyagok, antioxidánsok, formaleválasztó, reciklált anyag stb.), jelentősen befolyásolják az ömledék viszkozitását,

- az ömledék hőmérséklete természetesen nagymértékben befolyásolja a viszkozitást, amelyet számos részben korábban említett tényező mellett pl. a fűtőelemek és hőfokszabályozók állapota, a forrócsatornák hőmérséklet-változásai is meghatározzák,
- a fröccssebességnek igen nagy szerepe van az ömledék viszkozitására; *a polimerek ugyanis nem newtoni folyadékként viselkednek*, azaz viszkozitásuk erősen függ a nyírási sebességtől, amely a befröccsöntés sebességével arányosan változik.

A fenti tényezők közül *a befröccsöntés sebességének* (vagyis a nyírási sebességnek vagy másként a töltési időnek) *van várhatóan a legnagyobb hatása*. Még ha a befröccsöntés előtt az ömledék viszkozitása többé-kevésbé eltérő volt is, ha a befröccsöntés sebességét állandónak tartják, ezzel számos eltérést kompenzálhatnak és konzisztens folyamatot biztosíthatnak.

Az azonos befröccsöntési sebesség akkor biztosítható, ha a munkapont nem a fröccsgép terhelhetőségi határain helyezkedik el, vagyis ha egy esetleges viszkozitás-növekedés esetén van elegendő nyomástartalék ahhoz, hogy a csigadugattyú az előírt sebességgel mozogjon. *Célszerű olyan fröccsegységet használni, ahol a töltési adag a névleges kapacitás 25–75%-a között tartható*. Ha a fröccsöntő gép megfelelő műszaki állapotban van, a befröccsöntés műanyaggal és levegővel azonos ideig (általában $\pm 0,04$ s eltérés engedhető meg) tart. Célszerű ezt a tesztet a gép rendszeres karbantartási előírásának részévé tenni.

A mai, számítógép-vezérlésű fröccsgépeken nagyon sok fröccsparaméter regisztrálható, azonban a bőség zavarának elkerülése érdekében érdemes elsősorban az alábbiakra figyelni és ezek, valamint a termékminőség közötti korrelációt megállapítani:

- befröccsöntési sebesség (azaz töltési idő),
- nyomás a befröccsöntés (töltés) végén,
- anyagpárna,
- plasztikálási idő,
- ciklusidő,
- termék hőmérséklete.

Az ömledék hőmérsékletét is jó lenne ismerni, de ennek gyártás közbeni megbízható mérése szinte lehetetlen feladat.

Gyártás közben minden műszakban legalább egyszer célszerű minden terméknel ellenőrizni és feljegyezni ezeket az adatokat és összefüggésbe hozni a gyártott termékek minőségével. Ha közülük a nyomás (nyomás alatt mindig az ömledék és nem a hidraulika nyomását kell érteni) hatására összpontosítanak, akkor biztosítani kell, hogy a fűvókatest és fűvókacsúcs hőmérséklete, a töltési idő és töltési tömeg, a granulátumok mérete, a ciklusidő, a torlónyomás hosszabb távon is állandó érték maradjon. *A plasztikálási idő 7%, a beállított ömledék-hőmérséklet 5 °C-on belül kell, hogy maradjon.*

A befröccsöntés végén tapasztalható nyomás sokszor azonos a maximális fröccsnyomással, de nem mindig, mert ha nem állandó befröccsöntési sebességprofillal dolgoznak, akkor ez hamarabb is felléphet. Ezért általánosságban *jobb, ha a befröccsönté-*

si nyomás integrálgörbéjének időfüggését regisztrálják. Ha sikerült meghatározni, hogy milyen nyomásgörbe tartozik a jó termékminőséghez, ennek a görbének rögzítésével hamar észre lehet venni, ha a fröccsöntési folyamat eltér a megfelelőtől. Így például, ha nem szárították ki eléggé a granulátumot, a nedvesség hatására bekövetkező lánctördelődésként okozta viszkozitáscsökkenés nyomáscsökkenést okoz, még akkor is, ha a darabok felületén nem jelentkezik elváltozás. Az ilyen darabok látszólag tökéletesek, de mechanikai tulajdonságaik drámaian leromolhatnak. A nyomásgörbével hasonlóan észlelhetők a szállítmányonként esetleg nagyon eltérő viszkozitás okozta problémák is.

A „megfelelő nyomásgörbe” tartomány meghatározása természetesen nem könnyű, általában hosszadalmas és sok munkát igénylő feladat. Egy új termék esetén állítsák az utónyomást minimális (1–2 bar) értékre, de hagyjanak utónyomási időt. Az adag tömegét úgy állítsák be, hogy az ömledék ne töltsen ki teljesen a szerszámüreget. Győződjenek meg arról, hogy ez konzisztensen így maradjon a további ciklusok alatt, akár csak az állandósult töltési idő, és hogy elegendő nyomástartaléka maradt-e a gépnek. Ezután növeljék az utónyomást addig, hogy a termék már jól kitöltsen a szerszámüreget és elérje a megfelelő méreteket. Ha ez rendben van, kezdjék változtatni a töltőnyomást. Amikor egy adott nyomásértéknél a folyamat állandósult, regisztrálják a nyomásgörbét és tegyék félre vizsgálatra a termékeket néhány órán át. Vizsgálják be a fröccsöntött darabokat az adott termékre érvényes valamennyi előírt követelmény szerint. Ha legalább 90%-uk nem elégíti ki akár csak egyetlen követelmény értékét, változtassanak. Ha elérték vagy meghaladták a 90%-os határt, korrelálják a nyomásgörbét a terméktulajdonságokkal. Ezután változtassák meg a viszkozitást: használjanak többféle szállítmányból származó alapanyagokat, és/vagy dolgozzanak fel sok (akár 100%) reciklált anyagot is tartalmazó keveréket. Ismételjék meg a folyamatot ezekkel az eltérő viszkozitású rendszerekkel. Ha a későbbiek folyamán elegendő adatot gyűj-

töttek össze, nagy biztonsággal meghatározhatják a „megfelelő nyomásgörbe” tartomány határait. Ezután már elegendő a standard statisztikai minőség-ellenőrzés (SQC) eszközeivel élni.

Összeállította: Dr. Füzes László

Bozzelli J.: „Auto compensate” your press to handle viscosity variations = [www. pt-online.com](http://www.pt-online.com), Plastics Technology, 2013. szeptember.

Bozzelli J.: How to establish an acceptable range for pressure at transfer = www. pt-online.com, Plastics Technology, 2014. január.