

Fröccstermékek gyártása nagyobb reprodukálhatósággal

A fröccsöntés során a gép működésének (pl. a fúvóka visszacsapó szelepének szivárgása), a környezet (pl. hőmérséklet) és az anyag minőségének (pl. új sarzs, nedvességtartalom) változásai befolyásolják a fröccstermékek minőségét. Egyes gépgyártók olyan számítógépes programokat fejlesztettek ki, amelyek a gép által mért paramétereiből származtatott jellemzők alapján nagyrészt kompenzálni tudják e változások kedvezőtlen hatásait.

Tárgyszavak: műanyag-feldolgozás; fröccsöntés; minőségbiztosítás; számítógépes programok; műszaki műanyagok; reprodukálhatóság.

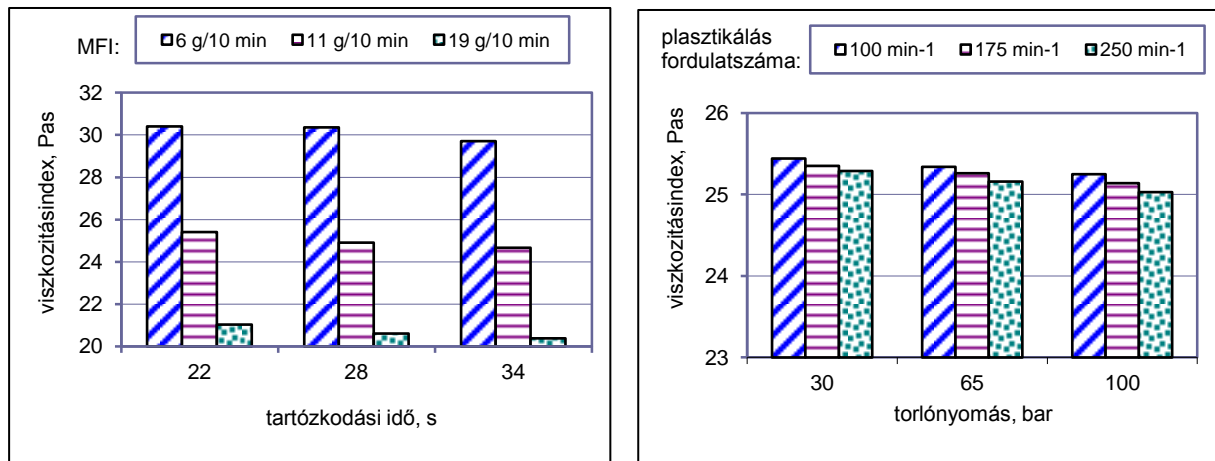
Noha a modern szervomotoros, elektromos meghajtású fröccsöntő gépek nagy pontossággal tudják reprodukálni a fröccsöntő gép egységeinek mozdítását, a fröccstermékek minőségének reprodukálhatósága alaposan elmarad ettől. A jó reprodukálhatóság megköveteli a fröccsöntési folyamat szoros nyomon követését és a megfelelő pontokon történő gyors beavatkozást.

Viszonylag gyakran előfordul, hogy egy stabil gyártási folyamatot valami megzavar és az kibillen egyensúlyi helyzetéből, aminek eredménye selejt darab(ok) előállítása. A gépkezelő számára sok, a folyamatra jellemző adat áll rendelkezésre, a fröccs-gép számítógépe képes ezeket bármikor megjeleníteni. Az adatok, mint pl. a csiga forgatónyomatéka, a szerszámfészkekben mért nyomás, a különböző helyeken mért hőmérséklet, a csiga pozíciója vagy a fröccssebesség grafikus megjelenítése segíthet az eltérések gyors felismerésében. Azonban olyan segédprogramokra van szükség, amelyek az adatok közötti mélyebb összefüggéseket, illetve a feldolgozási paraméterek és a termékminőség közötti összefüggéseket képesek feltárni. A fröccsöntő gépek gyártói igyekeznek ilyen segédprogramokat gépeikbe beépíteni.

A Krauss Maffei cég egyetemi szakértők bevonásával olyan anyag- és fröccsparamétereiből származtatott jellemző(ke)t igyekezett találni, amely különböző gépeken, eltérő szerszámok és alapanyagok esetében is jól leírja a fröccsöntési folyamat kapcsolatát a termékminőséggel és amelynek detektálása lehetőséget ad az azonnali beavatkozásra. Ilyen jellemzőként az ún. ömledékállapotot határozták meg, amely figyelembe veszi a műanyagömledék viszkozitását, nyomását és hőmérsékletét az adott körülmények között. Az erre jellemző paraméterértékeket a plasztikálás és a befröccsöntés során mérik és gyűjtik össze, majd ezekből számítják ki az ún. *viszkozitásindexet*. Ezt a folyási indexhez (MFI) hasonló jellemzőt úgy állítják elő, hogy a befröccsöntési idő

alatt integrálják az anyagnyomást. Az integrálási határokat a visszacsapó szelep záró-karakterisztikájához illesztik.

Az 1. ábra jól szemlélteti, hogy azonos kémiai összetételű (PP), azonos gyártótól származó alapanyagok esetében a viszkozitásindex nagymértékben függ az alapanyag MFI értékétől, viszont csak alig változik a fröccsparaméterek, mint a tartózkodási idő, a torlónyomás vagy a plasztikálás során mért csigafordulatszám értékének drasztikus megváltoztatása esetében. A módszer tehát alkalmas az anyagtulajdonságokban bekövetkező változások követésére.



1. ábra A viszkozitásindex alakulása három különböző folyásindexű polipropilén fröccsöntése során a tartózkodási idő és a plasztikálás fordulatszáma függvényében

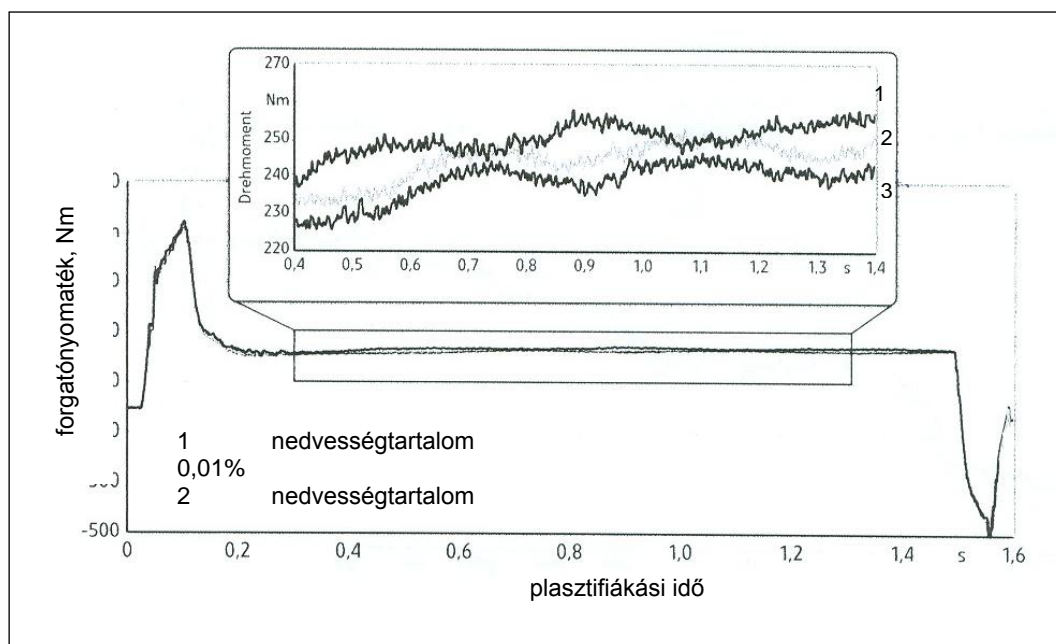
A befröccsöntést megelőző ömledékállapotot a plasztikálási folyamat során mért adatokból lehet származtatni. A mért átlagos csiga-forgatónyomaték, illetve a plasztikálási energia, amely a motor forgatónyomatékából és a fordulatszámból számítható, értékes információkat szolgáltat.

Ha a műanyagömledék befröccsöntés előtti tulajdonságai egyik ciklustól a másikig megváltoznak, ez lényeges eltérést okozhat a szerszámkitöltésben és ezáltal a termék minőségében. Ha a fröccsszerszám állapota nem változott, az ömledék tulajdonságainak változása jól követhető a fröccsnyomás integrálásával a csigaelmozdulás egy szakasza szerint, amely művelet tulajdonképpen egy folyási számot eredményez. Az alapanyag tulajdonságai megváltoznak, ha új sarzsot kezdenek feldolgozni vagy színváltásnál. Műszaki műanyagoknál az eltérő nedvességtartalom (a szárítás fokától függően) is jelentős viszkozitásbeli eltéréseket okozhat.

Az alapanyag tulajdonságainak és a feldolgozási paraméterek változásai eltérő jelcsoportot érintenek. Így például, ha a szerszám hőmérséklete megváltozik, ez nem érinti a plasztikálás során mért jellemzők értékét, de jelentősen megváltoztatja a be-

fröccsentés során mértékét. Ugyanakkor az eltérő mértékben kiszárított alapanyag mindkét jelcsoportra hatást gyakorol.

Különös figyelmet kell fordítani azoknak az alkatrészeknek a felületi minőségére, amelyek a végfelhasználó számára jól látható helyen vannak és/vagy lakkozással vagy fémbevonattal látják el őket, ami a felületi hibákat felerősíti. Ilyen esetekben nem elegendő a termékminőséget a fröccsdarabok tömegmérésével követni, hanem minden darabot szemrevételezni szükséges. Már a kiszárítottsági fok kismértékű változása is jelentős felületi minőségbeli eltéréseket okozhat, mint pl. a nedvesség okozta cirrositás megjelenése. A gyártó által megadott szárítási paramétereket mindig be kell tartani. Például a PBT esetén <10 perc tartózkodási idő a fröccshengerben és max. 0,02–0,04% nedvességtartalom a szokásos érték. Ugyanakkor a maradó nedvességtartalom folyamatos ellenőrzése nagyon megterhelő, sokszor kivihetetlen feladat. Gyakori eset, hogy a központi szárítóegységgel több fröccsgépet kiszolgáló üzemenél a gépenként eltérő állásidők, üzemszünetek miatt az egyes gépekhez juttatott alapanyag nedvességtartalma eltérő, mivel a géphez vezető csővezetékszakaszban álló anyag nedvességtartalma lassan megnövekszik. Az eltérő nedvességtartalmú alapanyagok ömledékének tulajdonságai megváltoznak, ahogyan azt a 2. ábra szemlélteti, ez pedig a termék tulajdonságaira is hatást gyakorol. A nagyobb nedvességtartalom csökkenti a viszkozitást, ami a forgatónyomaték csökkenésében jelentkezik.

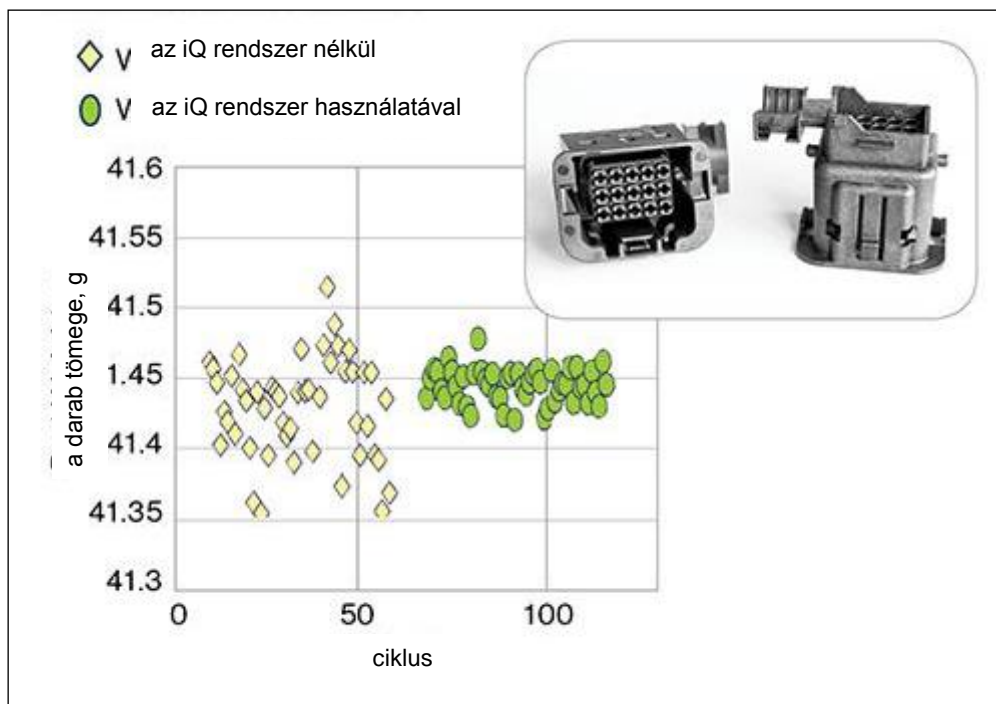


2. ábra Eltérő nedvességtartalmú alapanyag feldolgozása során mért plasztifikációs forgatónyomaték

Az Engel cég is kidolgozott egy olyan programot, amely javítja a fröccsgépein gyártott termékek minőségének reprodukálhatóságát. Elemzi a fröccsnyomás lefutását a csiga pozíciójának függvényében és valós időben hasonlítja azt össze egy referencia-

ciklusával. Az „*iQ weight-control*” elnevezésű rendszer három, a gépen mért adatokból származtatott feldolgozási paramétert generál. Ilyen a

- fröccsvolumen: ez a ténylegesen beinjektált ömledéktérfogat, miután a számítógép figyelembe veszi a korábbi ciklusoknál esetenként tapasztalható csekély visszaáramlást (a visszacsapó szelep szivároghat),
- viszkozitás változása: az ömledék viszkozitása változhat a maradék nedvesség, a sarzsváltás vagy pl. a hőmérséklet-változás hatására,
- fröccsnyomási görbe változásai: a fröccsnyomás lefutása néha jelentősen megváltozhat olyan tényezők hatására, mint pl. egy fészek csatornájának eltömődése, az anyagban lévő meg nem olvadt részek „halszemek” stb.



3. ábra 30% üvegszál-erősítésű PBT-ből az *iQ rendszer* használatával és anélkül fröccsöntött csatlakozók tömegének szórása

A rendszer használata esetén mindegy, hogy fröccsnyomásra vagy csigaelmozdulásra állították be az utónyomásra történő átkapcsolást, a fröccsnyomási profilt és az átkapcsolási pontot a számítógép a megfelelő mértékben korrigálja. A rendszer hatékonyságát a 3. ábra szemlélteti, ahol egy olyan fröccstermék tömegváltozásai láthatók, amelyet ugyanazon a gépen és anyagból az *iQ rendszer* nélkül, illetve annak aktiválását követően gyártottak.

Összeállította: Dr. Füzes László

Heinzler F. stb.: Nutzbare Prozessdaten aus der Spritzgießmaschine = Kunststoffe 104. k. 2. sz. 2014. p. 52–56.

Pillweim G. stb.: Switch over to consistent quality = Plastics Technology, March, 2014.