

## Extruderek működtetése maximális hatékonysággal

Minden feldolgozó célja, hogy gépeivel maximális hatékonysággal dolgozzon. Ehhez nem árt néha mások gyakorlatát megismerni, tanácsait meghallgatni. Egy extrúziós szakember foglalta össze az extruderek működtetésével kapcsolatos tapasztalatait.

*Tárgyszavak: műanyag-feldolgozás; extrúzió; extruder működtetése.*

Az extruderek magas színvonalú üzemeltetéséhez számos tényező szükséges, amelyek közül a legfontosabbak: a jó szakembergárda, a berendezés megfelelő műszaki állapota, beleértve a rendszeres karbantartást, a részegységek célirányos kiválasztásával megfelelően összeállított gyártósor.

A gépkezelők/gépbeállítók szigorúan be kell hogy tartásuk az adott technológia paramétereit, folyamatosan felügyelve a részleteket, és ha szükséges, elvégezni a „finom beállításokat”.

Az extrúzió következő paramétereit kell folyamatosan mérni:

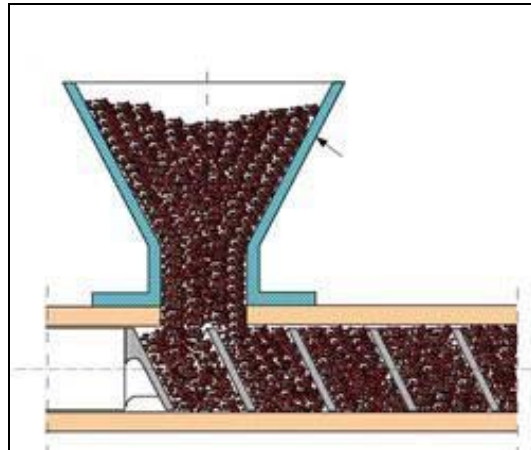
- az ömledék hőmérséklete és nyomása,
- a meghajtó motor teljesítményfelvétele,
- extruderhenger és -szerszám hőmérséklete,
- csigafordulatszám,
- fűtő/hűtőzónák energiafelvétele,
- a garatba kerülő anyag hőmérséklete és nedvességtartalma,
- a garat (etetőzóna) hűtővizének anyagárama, valamint a be- és kilépő hűtővíz hőmérséklete.

Például az etetőzóna hűtőfolyadékának adatai alapján könnyen felismerhető, hogy esetleges vízkövesedés miatt már nem megfelelő a hűtés intenzitása.

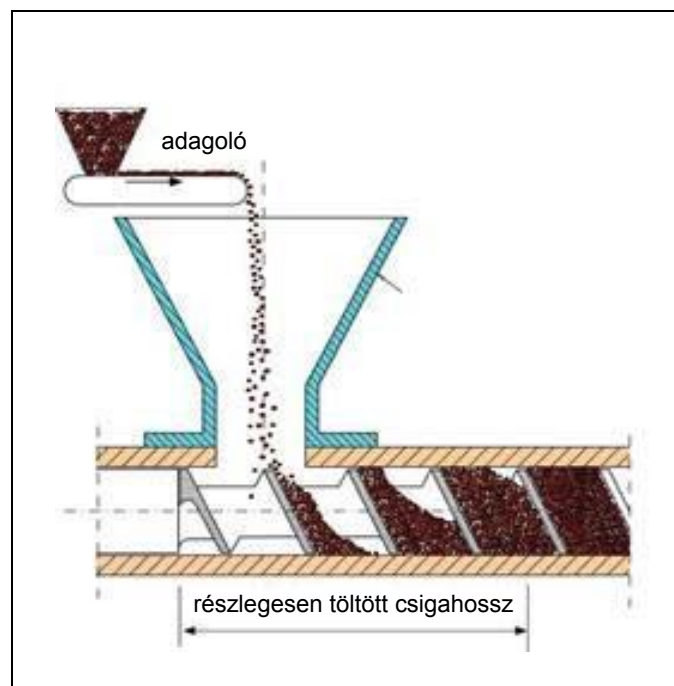
A stabil extrúzióhoz, a folyamat optimalizálásához, ill. az esetleges hibaelhárításhoz szükség van az adatok rendszerezésére. Napjainkban ehhez viszonylag olcsón elérhető komputeres és szoftveres állnak a feldolgozók rendelkezésére. Ezeket a berendezéseket csatlakoztatni lehet a régi extruderekhez, amivel pl. a hulladék mennyisége jelentős mértékben csökkenthető. A rendszer jelzi, ha a paraméterek változása miatt a megkívánt specifikáción kívüli terméket gyártanak, tehát azonnal be lehet avatkozni a technológiába. *Így régi extruderekkel is lehet megfelelő karbantartással, műszerezettséggel és számítógépes kontrollal jó hatásokkal termelni.* Kimutatták, hogy az ilyen rendszerek beruházása néhány hónap alatt megtérül.

## Az extrúzió stabilitása

Az adagolt alapanyag minősége, az adagolás egyenletessége jelentős hatással van az extrúziós folyamat stabilitására. Így pl. darálék alkalmazása már jelentősen megváltoztatja a granulometriai képet, s ezzel az extrúziós folyamatot. Már a granulátum méretének változása sem közömbös: szűkebb méreteloszlás stabilabb folyamatot eredményez.



1. ábra Telítéses vagy elárasztásos adagolás

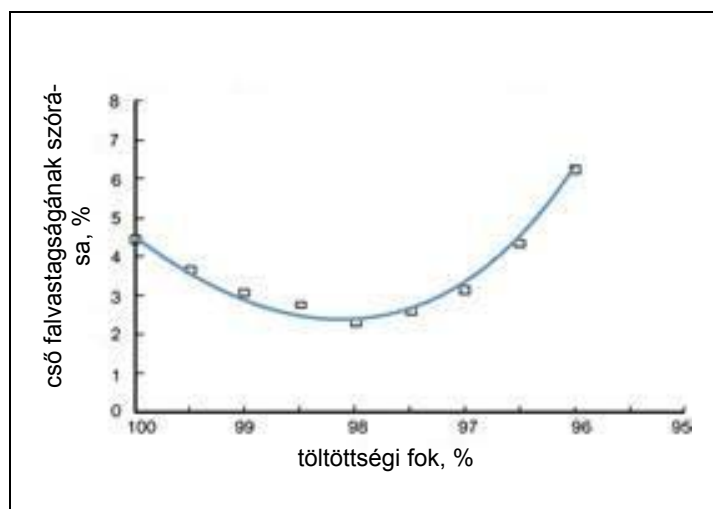


2. ábra Éheztetéses adagolás

Az alapanyagot kétféleképpen lehet adagolni: telítéssel (elárasztással) (1. ábra) vagy éheztetéssel (2. ábra). A telítéses változatnál az adagolótolcsér egy adott szintig

meg van töltve alapanyaggal, amely az extrudercsigán keresztül bejut a hengerbe. A csigacsatorna állandóan tele van anyaggal, a csiga effektív hossza megfelel a csiga teljes hosszának. Az éheztetéses adagolásnál a tölcser feletti adagolórendszer (gravimetrikus vagy volumetrikus) juttatja a számított (mért) mennyiségű anyagot az extruderbe, ekkor nincs anyagfelhalmozódás a tölcserben. Az alapanyag egyenesen a csigacsatornába hullik, és a garat közelében csak részlegesen van anyaggal töltve a csigaszegmens. Ahogyan az anyag előrehalad az extruderben, a csigacsatorna teljes hosszában megtelik. Az éheztetéses etetésnél a csiga effektív hossza rövidebb, mint a valóságos csigahossz, és előny, hogy menet közben az adagolással változtatni lehet az effektív csigahosszt. Így a folyamat ellenőrzése jobban kézben tartható, mint a telítési adagolásnál, ahol nincs meg ez a variációs lehetőség. *Az éheztetéses adagolást célszerű csak 25 L/D-s csiga felett alkalmazni*, amely biztosítja az alapanyag biztonságos megömlését. Az éheztetéses adagoláshoz be kell szerezni egy adagolóberendezést, de előnyként jelentkezik a kisebb energiafelvétel a fő meghajtó motoron, az alacsonyabb ömledék-hőmérséklet és elkerülhetők a tölcserben esetlegesen bekövetkező rendellenességek (felboltozódás, agglomeráció, anyagszétválás).

A 3. ábra csőextrudálásnál mutatja be a falvastagság szórását a csigacsatorna garat közeli töltöttségének függvényében. A 100% töltöttségi fok megfelel a telítéssel végzett etetésnek, az ennél kisebb százalékos értékek az ebből számítható mennyiségeket jelentik. Kimutatható, hogy *optimális „éheztetés” beállításával a falvastagság szórása fele akkora, mint a telítési adagolásnál*. Ez igen jelentős anyagmegtakarítást jelenthet, mivel a minimális falvastagság közelében gyártható a termék.

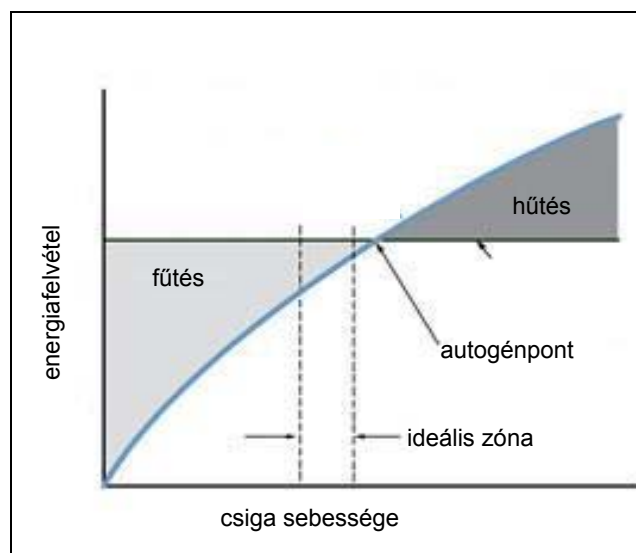


3. ábra Cső falvastagságának szórása a csigacsatorna első zónájának töltöttségi foka függvényében

Az extruder környezetének klimatikus viszonyai (hőmérséklet, relatív páratartalom) szintén jelentősen befolyásolhatják a gyártási folyamatot: egy nyitott ablak vagy ajtó, egy ventilátor ki-be kapcsolása megváltoztathatja a hőátadást.

Az extruder akkor dolgozik leghatékonyabban, ha a polimer megömlesztéséhez szükséges energia 80–90%-a a csiga plasztikáló hatása révén keletkezik, a hengerfűtés csak a maradék 10–20%-ot szolgáltatja. Előfordulnak ún. hiperaktív extrudercsigák is, ezek a szükséges hőmennyiség több mint 100%-át megtermelik. Ilyenkor természetesen hűteni kell a hengert, ami pénzbe kerül. Amennyire lehet, ezt el kell kerülni.

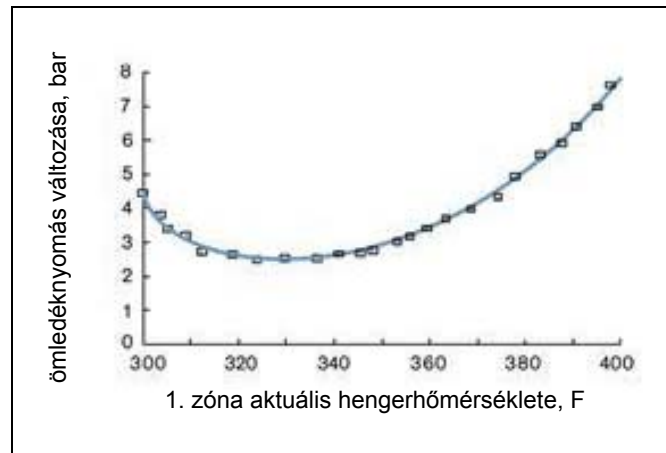
A 4. ábra mutatja a felmelegítés és az anyag megömlesztéséhez szükséges energiaigényt a csiga fordulatszám függvényében, ami természetesen polimerenként változik. Látható, hogy magasabb fordulatszámnál érhető el az optimálisnak mondható 80–90%-os frikciós hőfejlődés. Ha tovább növelik a csiga fordulatszámát, akkor az ún. autogén extrúziós ponthoz lehet eljutni, amelynél már 100%-ban a csiga termelte hő az energiaforrás. Ezen pont felett már a hengerhűtést kell bekapcsolni, mivel a folyamat a hiperaktív zónába érkezett. Amikor az extruderhengert már hűteni kell, akkor az ömledék hőmérséklete jóval (5–60 °C-kal) meghaladhatja a beállított értéket. Ez pedig a polimer degradációját okozhatja, és a szerszámból az ömledékkilépés is bizonytalanabb lesz a kisebb ömledékszilárdság miatt, valamint nehezebb lesz lehűteni az extrudált terméket. Mintha egy autót hajtának fékezve, ami energiavesztéssel és fokozott elhasználódással jár.



4. ábra Fajlagos energiafelvétel a csiga fordulatszám függvényében

A hatékony extrúzió megkívánja a hengerhőmérséklet optimalizálását. Ezt többféleképpen lehet elvégezni. Egyik módszer az ún. dinamikus optimalizálás, amikor széles intervallumban vizsgálják a hengerhőmérséklet-ömledéknyomás összefüggést, mégpedig egyetlen radikális hőmérséklet-átállítással. Az 5. ábrán látható, hogy egy adott kísérletben az első fűtési zóna beállított hengerhőmérsékletének 200-ról 150 °C-ra való változtatásával az optimális beállítás 170 °C körül van. Ez a módszer sokkal gyorsabb, mintha apránként, kisebb hőmérséklet-változtatásokkal előrehaladva várnák

meg az ezekhez tartozó nyomásváltozás beálltát. Nagyobb extrudereknél akár fél óra is szükséges lehet az újabb hőmérsékletekhez tartozó egyensúlyi helyzet eléréséhez.



5. ábra Ömledéknyomás változása az 1. zóna aktuális hengerhőmérsékletének függvényében. (Az ábrán feltüntetett Fahrenheit hőmérsékletek °C-ban a következők: 300 F = 149 °C, 320 F = 160 °C, 340 F = 171 °C, 360 F = 182 °C, 380 F = 193 °C, 400 F = 204 °C)

Összeállította: Csutorka László

Rauwendaal, C.: How to get peak performance and efficiency out of your extrusion line = www.ptonline.com, 2010. június.  
www.ptonline.com, 2008. május