

Amire érdemes figyelni extrudáláskor

Az értékes feldolgozóberendezések élettartamát meghosszabbítja, ha működtetésükre, karbantartásukra gondosan ügyelnek. Az alábbiakban az extruderek kiválasztásához, az anyagbetáplálásához és a különböző anyagok gépből való kijáratásához, tisztításához adunk tanácsokat.

Tárgyszavak: műanyag-feldolgozás; extrudálás; tisztítás; anyagbetáplálás; meghajtás; gépindítás és -leállítás.

Mekkora meghajtású extrudert kell választani?

A feldolgozók tisztában vannak azzal, hogy nagyobb kihozatalhoz nagyobb meghajtású gépet kell választani. De honnan lehet tudni, hogy valójában mekkora energiára van szükség az adott termeléshez? És miért kell a gép elején több energiát befektetni? A válaszokkal megkönnyíthetik az új gép vásárlását, illetve a felmerülő extrúziós problémáik megoldását.

Az extruderek elsődlegesen a belső anyagsúrlódás révén (viszkózus disszipáció) ömlesztik meg a polimereket. Gondoljanak pl. arra, hogy egy fazéknyi zsírszerű anyagot milyen nehéz lenne gyors forgásra kényszeríteni valamilyen keverővel. Ez megközelítőleg hasonlít ahhoz, ami az extruderben végbemegy az olvadt polimerrel.

A polimerek megömlesztése majdnem teljesen a csiga hengerben történő forgásának az eredménye. A forgó csiga a hengerre tapadt megömlött polimert nyújtja. Az extruderhajtásnál betáplált energia a csigaforgatás során átadódik a polimernek, legyőzve az ömledék által kifejtett ellenállást, miközben emeli az anyag hőmérsékletét, mígnem az egész anyagmennyiség meg nem ömlik. A forgó csigaszárnyak folyamatosan eltávolítják a hengerfalon letapadt ömledéket, és tolják azt maguk előtt. A kompressziós zónát elérve a csigacsatorna egyre szűkebb lesz, a megömlesztési folyamat egyre tökéletesebben végbemegy, mivel a még szilárd állapotú polimer egyre intenzívebb mozgást végezve találkozik a forró hengerfelülettel. Ugyanekkor a csigacsatornában fokozódik a csigaszárnyak közötti örvénylő anyagmozgás. A megömlesztés jórészt ebben a kompressziós zónában történik és a meghajtás energiájának 85–90%-a erre fordítódik.

A megömlesztés energiaigénye függ az anyagkihozatal nagyságától, a polimer fajhőjétől és a megkívánt ömledék-hőmérséklettől. Extrúziós szakemberek tudják, hogy a kihozattal és az ömledék-hőmérséklettel lineárisan változik az energiaigény, de a fajhővel sokszor nem számolnak. A fajhő egységnyi anyag hőmérsékletének 1 °C-kal

történő emeléséhez szükséges energiát határozza meg. Így, ha a kihozatal mennyiségét beszorozzák a fajhővel és a szükséges anyaghőmérséklettel (a kilépő és a belépő anyaghőmérséklet különbsége), megkapják a felmelegítés energiaigényét. Persze bizonyos veszteségekkel is kell számolni, pl. a hajtóműnél, a sebességváltónál és egyéb helyeken. A gyakorlat azt mutatja, hogy ezek a veszteségek általában kb. 35%-kal növelik meg az energiaigényt, így a számított bemenő energiaértéket 1,35-tel kell beszorozni. Az energiaigény számításánál szükség volt egy átszámítási faktorra, amely a LE és az USA-ban használatos BTU mértékegység között: 0,000393-nak adódik. Ezt még felszorozzák a 35%-os tartalékkal:

$$0,000393 \text{ LE}/(\text{BTU}/\text{h}) \times 1,35 = 0,00053$$

Ennek figyelembevételével a meghajtásnál szükséges lóerő (LE):

$$\text{LE} = 0,00053 \times (\text{lb}/\text{h}) \times \text{fajhő} \times \text{hőmérséklet-emelkedés}$$

Például, PE-HD 1000 lb/h kihozattal és 400 F anyaghőmérséklet-különbséggel történő extrudálása esetén az energiaigény:

$$\text{LE} = 0,00053 \times 1000 \text{lb}/\text{h} \times 0,55 \text{BTU}/\text{hF} \times 400 \text{ F} = 116,6 \text{ LE}$$

(A szerkesztő megjegyzése: ha valaki számolni akar a fenti képlettel, akkor az USA-beli mértékegységek átszámítása helyett azt ajánljuk, hogy az adott műanyag fajhőjét – amelyet Európában joule/kg°C egységben közölnek – számítsa át BTU/lb °F egységre. Ehhez az előbbi értéket 4750-nel el kell osztani. Tájékoztatásul néhány műanyagfajta fajhője: PE-HD: 2200–2300 J/kg°C, PE-LD: 1950–2100 J/kg°C, polisztirol: 1340–2340 J/kg°C, PVC: 1000–1100 J/kg°C, poliamid: 1400–1700 J/kg°C, ABS: 1250–1670 J/kg°C. Az osztás után kapott értéket, valamint a kihozatalt is lb egységben behelyettesítve, a szerző által közölt képlet használható).

A fenti képlet normál üzemmenet esetében érvényes. Ha az esetleges beindítási és egyéb túlterhelésekre is figyelni akarnak, akkor még további 15–20% energiataralékkal érdemes számolni.

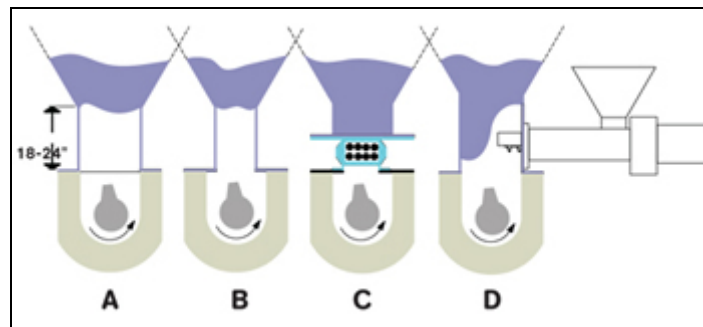
A garat geometriájának hatása az extruder teljesítményére

Az optimális kihozatal eléréséhez nagyon fontos a garat megfelelő kialakítása. Ez sokszor még a csigageometriánál is fontosabb. Az extruder végül is egy szivattyú, és, hogy optimalizálják ennek működését, biztosítani kell a megfelelő anyagbetáplálást, amihez hozzátartozik az anyagbelépés nyílásának geometriája is.

A korábban alkalmazott geometria – egy egyszerű furat az extruderhengeren – manapság már jórészt túlhaladott megoldás. Az újabb konstrukciónál már egy téglalap alakú vagy ehhez hasonló nyíláson keresztül kerül az alapanyag a feldolgozó gépbe, ezáltal a csigaszárnnyak megfelelő hatékonysággal továbbítják azt. A másik lényeges szempont, hogy a csiga feletti „alapanyagnyomás” megfelelő legyen. Ez azt jelenti, hogy körülbelül 50 cm csiga feletti alapanyagoszlop már képes meggátolni azt a jelenséget, hogy magasabb fordulatszámoknál a csiga mintegy kilökje maga fölé a csigaszárnnyak közül az alapanyag egy részét.

Az 1. ábra bemutat néhány példát az adagoló garatának geometriája és a kihozatali teljesítmény közötti összefüggésre. Az A jelű kialakítás a helyes megoldás, itt a

tölcsér kivezetése egyező méretű az adagoló garatával, hossza másfélszerese az extruderhengeren lévő furatnak.



1. ábra Extruder adagológaratának kialakítása a kihozatali teljesítmény szempontjából (a különböző megoldások magyarázatát lásd a szövegben)

A B elrendezésnél a tölsér kivezetés szűkebb, mint a garatnyílás. Ez ellenállást jelent a szabad anyagfolyással szemben, egyben gátolja a csiga feletti anyagnyomás kialakulását.

A C jelű rajz egy beépített egységet – pl. egy mágneses fémkiválasztót – mutat a garat feletti részen, ami a B esethez képest káros.

A D rajzon egy beépített oldaladagoló látható, amely a B és a C esethez hasonlóan jelentősen zavarhatja a csiga normális anyagellátását.

Az extruderek helyes indítása és leállítása

Az extruderek leállítása és újraindítása kritikus művelet lehet a feldolgozott polimerek bomlása miatt, mivel a hengerben és egyéb részekben maradt anyag esetenként elszenesedik, belőle mérgező és korrozív gázok keletkezhetnek akár néhány perc alatt. Ilyen jelenségek elsősorban a klórt tartalmazó alapanyagoknál fordulnak elő, pl. a PVC és az utánklorozott PE esetében.

A legtöbb tömegműanyagnál, így a poliolefineknél és a sztirolalapú műanyagoknál a gondos leállítási, ill. újraindítási eljárás elegendő; nem kell kijáratni a rendszert másik alapanyaggal, mivel ezek nem tartalmazzak oxigént, így kisebb az esélye, hogy beégések keletkezzenek. Tehát leálláskor tele anyaggal hagyják az extrudert, a termelés befejezése után azonnal kapcsolják le a fűtést. Újraindításkor közepes mértékben (kb. 110 °C-ra) fűtsék fel az extrudert. Ennek a hőfoknak az elérése után állítsák be a kívánt üzemi hőmérsékletet és folytassák a berendezés felfűtését.

Nitrogéntartalmú polimerek (PA és PUR) esetében gyakran kijáratják az extrudert a munka befejeztével, bár szűk hőmérséklet-tartományban ezek az anyagok stabilak, és a gépben hagyhatók.

A poliéterek, PC és PMMA anyagok oxigént tartalmaznak, ezeket leállításkor teljesen ki kell járatni az extruderból, és poliolefinekkel ki kell tisztítani a rendszert.

Nincs általános szabály, általában mindenki a saját, már jól bevált módszerét alkalmazza.

A termooxidatív degradáció elkerülésére javasolt még az a módszer, hogy mindjárt a tisztítóanyaggal, pl. poliolefinekkel járassák ki a gépet, és ne csak a kijáratás után, azaz az extruder teljes kiürítése után kezdjék a tisztító műanyagot adagolni.

Ha olyan műanyaggal dolgoznak, amely mindennapos géptisztítást igényel, akkor a kereskedelmi forgalomban kapható tisztító kompaundok egyikét érdemes használni. A magas viszkozitású tisztítóanyagok a leghatékonyabbak, bár újraindításnál ezek kijáratása nem mindig könnyű. Ezért *javasolt, hogy a tisztító és a kitisztítandó anyag viszkozitása hasonló legyen egymáshoz*. A feldolgozók takarékoságból gyakran reciklált, nem specifikált viszkozitású anyagokkal tisztítják extrudereiket. Ez a végén mégis költségnövekedést okozhat, mivel hosszabb időt vehet igénybe a tisztítás.

A tisztítást lehetőleg az extruder legnagyobb kihozatali teljesítményével végézzék. Sokan alacsony csigafordulattal dolgoznak, ami csökkentett nyíróerőt jelent, így a fémfelületekről nehezebben távozik a feltapadt szennyeződés. Az anyagkihozatal legyen akkora, mint az üzemszerű termelés esetében.

Tisztításnál alkalmazzanak a szokásosnál alacsonyabb hőmérsékletet, ami ugyancsak növeli a tisztítóanyag viszkozitását, és ez megkönnyíti a szennyeződések eltávolítását. Ugyanakkor az extruderhenger utáni egységekben lehet magasabb a hőmérséklet, de még mindig annak figyelembevételével, hogy *a viszkózusabb anyag tisztító hatása jobb*.

A fenti javaslatok egyenként csak kicsit javítanak az extrudertisztítás hatásfokán, de együttes alkalmazásuk jelentős változást eredményezhetnek. Miután minden egyes extruder kicsit különbözik a másiktól, mindenkinek ki kell dolgoznia a saját berendezéséhez legjobban illeszkedő megoldást. Jegyezzék fel a tisztítási kísérletek paramétereit, majd az optimális megoldást kiválasztása után ragaszkodjanak hozzá.

Összeállította: Csutorka László

Frankland, J.: Know-how: Extrusion. How much horsepower do you need? = www.ptonline.com/articles/200911knowext.html

Frankland, J.: Extrusion: start up and shut down properly = www.ptonline.com/columns/start-up-and-shut-down-properly

Frankland, J.: Know-how: Extrusion: having output problems? Check your feed-port design = www.ptonline.com/articles/201002knowext.html