

Hibaokok feltárása az extrúziós folyamatoknál

Az extrudált fóliák és lemezek folyamatos vastagságmérése nem csak a termék minőségének ellenőrzésére szolgál, de felhasználható a gyártási hibák okainak beazonosítására is. Az egy percnél rövidebb időtartam alatt ismétlődő hibák okainak feltárása a mért adatok Fourier transzformációs feldolgozásával érhető el. Az extrúziós termék gyártási hibáit gyakran az anyagkomponenseket részarányosan az extruderbe juttató adagolóberendezés meghibásodására gyanakodva kezdik vizsgálni. Nem szabad azonban megfeledkezni arról, hogy a betáplálendő anyagok minőségét és mennyiségét a technológiai lánc korábbi lépései (pl. az anyagszállító pneumatikus rendszer) is károsan befolyásolhatják, a hibaokok keresésekor ezeket is kellő alaposítással kell figyelembe venni.

Tárgyszavak: műanyag-feldolgozás; fólia- és lemezextrúzió; adagolás; kompaundálás; anyagszállítás; Fourier transzformáció.

Vastagságmérés jelentősége

A legtöbb fólia- és lemezextrudáló sor rendelkezik inline vastagságmérővel. A biaxiális és öntött fóliák esetében ez ma már szinte kivétel nélkül így van, de nagyon sok fűjt fólia- és lemezgyártó gépsornál is megtalálható a termék teljes szélességében ide-oda mozgást végző, a vastagságot folyamatosan mérő eszköz. A vastagságmérő a közhiedelemmel ellentétben nem csak arra szolgálhat, hogy folyamatosan mérje a gyártmány vastagságát és ezáltal támogassa a minőségellenőrzést, hanem alkalmas a gyártási hibák okainak feltárására is.

Sok műanyag-feldolgozó alkalmazza a *statisztikai folyamatkontrollt (SPC)*. Ennek használata a komplex problémákat felvető fóliagyártásnál, különösen a többrétegű fóliák gyártásakor elég nehéz, de nem lehetetlen feladat, mivel a termék minősége (pl. vastagsága) hossz- és keresztirányban egyaránt változhat. A legjobb megközelítést az adja, ha a fóliát számos párhuzamosan futó, vékony sávok együttesének vagy kétdimenziós, mátrix problémának fogják fel. Alapvetően háromféle, a termék vastagságának megváltozását okozó hibacsoporttal lehet találkozni:

1. A profileltérések (PRO), az anyagáramra nézve keresztirányú vastagságváltozások a keresztmetszet vastagságában.
2. A rövid idejű hosszirányú vastagságváltozások (angol elnevezésük rövidítése szerint: STDM). Ezek lehetnek periodikus vagy véletlenszerű vastagságváltozások, amelyek nagy frekvenciával jelentkeznek, általában 1 perces vagy annál gyakran jóval rövidebb időintervallumon belül.
3. A hosszú idejű hosszirányú vastagságváltozások (angol elnevezésük rövidítése szerint: LTDM). Ezek lehetnek periodikus vagy véletlenszerű vastagságváltozások.

sek, amelyek általában néhány perces vagy órás, de néha egy- vagy többnapos időintervallumon belül jelentkeznek.

A PRO típusú eltéréseket több tényező is okozhatja. Így például síkfóliáknál a szerszámajkak vagy az áramlásszabályozó fojtótág (restriktor) helytelen beállítása, a szerszám keresztirányú hőmérséklet-eltérései vagy az adott anyaghoz nem megfelelő szerszám kiképzés. Fújó fóliák esetében a buborékot körülvevő légtér egyes szakaszainak eltérő hőmérséklete is okozhat ilyen problémát. Speciális esetet képeznek a vékony csíkok, amelyek lehetnek elvékonyodások vagy vastagabb „bordák”. Az előbbieknél gyakoribb oka a szerszámajkákra kirakódó szennyeződés (ált. elszenneseződött polimer), az utóbbiak a szerszám sérülésének, karcosodásának következménye. A csíkokat a vastagságmérő nehezen ismeri fel, mivel felbontása általában ezek szélességénél kisebb. Egyes vastagságmérő-típusokat azonban már felszereltek ilyen hibák felismerésére alkalmas speciális eszközökkel. A szennyeződések eltávolítása, illetve a szerszám sérülésének javítása révén a csík eltüntethető.

Az STMD, azaz a nagy frekvenciával bekövetkező vastagságetéréseknek is számos oka lehet. Ezek közé tartozik az ömledék lehúzási rezonanciája, amelyet az extrúziós szerszám adott polimerhez helytelen beállítása okozhat, a pulzáló ömledékáramlás az extruderből (többrétegű fóliáknál valamelyik extruderből), ami tervezési hiba vagy helytelen beállítás következménye, és nagy sebességű. A ciklikus vastagságetérések okozója gyakran a lehúzórendszer hibája, valamelyik henger excentritása vagy nem teljesen kör keresztmetszete, illetve egy csapágy meghibásodása, esetenként a meghajtás sebesség ingadozása. Az ömledékrezonancia kivételével a hibák általában saját jellemző frekvenciával jelentkeznek, ami segít forrásuk beazonosításánál. Így például, ha a hiba percenként 61-szer jelentkezik és a (fő) extruder fordulatszáma 61/perc, akkor szinte biztosra vehető, hogy megtalálták a hibaforrást.

A hosszú idejű (LTMD) változások oka lehet az extruderzónák vagy a szerszámhőmérséklet ingadozása, amely származhat a hőfokszabályozó hibájából vagy a helytelenül telepített fűtőpatronok/palástok, illetve hőmérők hibájából. Hasonló eltéréseket okoz a betáplált anyagok minőségének és/vagy mennyiségének változása, beleértve a reciklált anyagokat és a szálakat („angyalhaját”) tartalmazó granulátumot is. Az ömledékszűrő eltömődése, az operátor által elvégzett paraméterváltoztatások (ez különösen műszakváltásnál gyakori), az etetőberendezés egyenetlen működése, és fújó fóliáknál a légköri paraméterek, mint hőmérséklet, nyomás, nedvességtartalom változásai is hasonló LTMD vastagságváltozásokat okozhatnak.

A napi gyakorlatban a folyamatos vastagságmérés alkalmazása alkalmas a legtöbb LTMD és a csíkok kivételével a PRO vastagságetérés kivédésére. *Az igazi problémát a csíkok (ld. korábbiakban) és az STMD típusú hibák kiszűrése jelenti.* Az STMD hibák felismeréséhez arra van szükség, hogy 1-2 percre a két szélső és a középső helyzetben megállítsák a vastagságmérő pásztázó mozgását, és így egy adott pozícióban folyamatosan mérjék a termék hossza mentén a vastagságot. Erre a három beállításra azért van szükség, mert a hiba gyakran csak féloldalasan jelentkezik, pl. ha az egyik lehúzóörgő egyik oldalán sérül meg a csapágy. Az 1-2 percig tartó, vonalszerű megfigyelés adatait ezután fel kell dolgozni. Az adatok vizuális megfigyelése sokszor

nem elegendő, a hiba természete nehezen felismerhető. Ha azonban elvégzik a mért értékek (adatpontok) gyors Fourier transzformációs (FFT) elemzését, ez a legtöbb esetben sikerhez vezet. A *Fourier transzformáció* ugyanis egy olyan matematikai eszköz, amelynek segítségével az időben lejátszódó folyamatok frekvencia szerint rendezhetők, és így a jelenség frekvenciájának és amplitúdójának ismerete alapján a hibaforrás sokkal könnyebben beazonosíthatóvá válik. Éppen ezért számos inline vastagságmérő már eleve rendelkezik FFT analízis üzemmóddal, vagy pedig opcióként rendelhető hozzá ilyen kiegészítő egység. Ha az adott berendezés nem ilyen, akkor vegyék fel a kapcsolatot a berendezés gyártójával annak érdekében, hogyan digitalizálhatják a mért adatokat és hogyan táplálhatják be azokat egy asztali számítógépbe. Az FFT analízis ugyanis bármelyik asztali számítógéppel elvégezhető, a magasabb verziójú Excel programok is tartalmazzák. Fontos, hogy a feldolgozandó adatok száma kettő valamelyik hatványa (pl. 512, vagy 1024) legyen, mert ez lényegesen megkönnyíti az FFT program futtatását (esetenként ez előfeltétel).

Ha sikerült megtalálniuk a hibaforrást, már megtehetik a szükséges lépéseket a hiba elhárítására. Amennyiben nem tudják a hiba okát egyértelműen beazonosítani, kérjék a mérőberendezés vagy a feldolgozó gép gyártójának segítségét, vagy forduljanak extrúziós konzulenshez, esetleg műanyag-feldolgozást oktató egyetemi tanszékhez. Az ilyen jellegű költségek a termék minőségjavulása és a selejt mennyiségének csökkenése révén nagyon gyorsan megtérülnek.

Extruderek anyagellátása

Az extruderek anyagellátása számos hibalehetőséget tartogat. A gyakran 5-6, vagy még több anyagkomponens pontos arányú beadagolása az etetőtölcsérbe ugyanis komplex, nehezen harmonizálható feladat. Probléma esetén a feldolgozók általában az adagolóberendezésben keresik a hibát, pedig az gyakran az ezt megelőző folyamatok lépéseiben, vagyis az anyagszállítás, raktározás, tárolás és a beérkező anyagok átvétele során lép fel. A megoldást az olyan szemléletmódú megközelítés kínálja, amelyet angol elnevezésének rövidítése szerint „GIGO”-nak hívnak, és amely azon az elven alapul, hogy ha egy rendszerbe nem megfelelő anyagot vezetnek be, akkor abból nem megfelelő termék fog kijönni (szemét be, szemét ki). Miután minden műanyag-feldolgozó üzem anyagellátó rendszere a gyártott termék, a berendezések és az épület különbözősége folytán egyedi, ezért a hibaelhárításra nem lehet általános megoldást kínálni, csupán az érintett szakemberek szemléletmódját lehet a megfelelő irányba módosítani.

Ennél a megközelítésnél a nem megfelelő anyagösszetételből fakadó probléma okának keresését az adagolóberendezésnél kezdjük, és innen lépésenként felfelé haladva az ellátó technológiai lánc elemein a beérkező anyagok átvételénél fejezzék be.

Az extrudereknél használt adagolórendszerek általában folyamatos, közvetlenül az extruder etetőtölcsére fölé telepített gravimetrikus betáplálást lehetővé tevő rendszerek, amelyek legalább 6 különböző komponens párhuzamos beadagolására képesek.

Az adagolórendszer

A tömeg szerinti adagolást általában a tömegveszteség alapján végzik, azaz a tárolóból beadagolt anyagféleség tömegét mérve adagolnak az előre meghatározott és beprogramozott anyagösszetétel szerint. A legtöbbször ez az összetétel a feldolgozási folyamat során állandó marad, egyes esetekben azonban bizonyos extruder- (vagy más feldolgozási) paraméterhez kötik változtatását.

Attól a pillanattól kezdve, hogy egy anyagkomponens elhagyja az adagolóberendezést, addig a pillanatig, amikor a műanyagáramlás részeként áthalad az extruder szerszámnyílásán, számtalan tényező zavarhatja meg a végtermék megfelelőségét. Így például a mai korszerű, nagy sebességű extrúzió során a komponensek viszonylag kis esélyt kapnak a jó eloszlásra a polimermátrixban, ezért még fontosabb az adagolórendszer nagy pontossága. Az adagolórendszer kiválasztásánál ügyelni kell arra, hogy a tényleges feldolgozási körülményeknek megfelelő sebességi viszonyok között végezzék el a próbagyártásokat és ne a hagyományos lassú bevizsgálási módot kövessék.

Az adagolás pontossága különösen a kis részarányú komponensek esetében kritikus. Ilyen komponenseknél gyakran az vezet eredményre, ha a kis részarányú komponens egy külön technológiai lépésben előre hozzákeverik egy jóval nagyobb arányban igényelt komponenshez, azaz ún. száraz mesterkeveréket készítenek. Ennek során a kis komponens sarzsónként, nagy pontosságú kézi mérleggel mérik be és azután egy megfelelő berendezéssel keverik a nagyobb tömegű komponenshez. Ügyelni kell arra, hogy e keverékben sem az adagolóberendezésbe jutása előtt, sem ezt követően ne történjen szétfajtázódás. Szétfajtázódás azonban, bizonyos mértékig, mindig előfordul. Néha az ellátócsatornában az anyagáramlás útjába helyezett egyszerű terelőlemez is segíthet e problémán.

Előfordul, hogy valamelyik kis arányú komponens saját továbbító kapacitásához képest kis sebességű csigas adagolóval juttatnak az etetőbe. Az adagolócsiga geometriájából adódóan ez pulzáló mennyiségű anyagáramot okoz, megzavarva az állandó anyagösszetételt. Ilyenkor kisebb adagolócsigával ellátott részegységre kell váltani, ha nem rendelkeznek olyan korszerű adagolóberendezéssel, amely a vezérlő számítógép segítségével a csiga pozíciójának alapján automatikusan képes a kompenzációra a csiga forgási sebességének változtatásával.

Az adagoló újratöltése

A tömegveszteség mérésén alapuló adagolóknál az etető és etetőtölcsére továbbá a bennük lévő anyag teljes tömegének viszonylag kis változását kell mérni. Az anyagáram továbbítását és a feltöltés végén a megszakítását lehetővé tevő berendezéseket gondosan kell kiválasztani és működésüket összehangolni. Az újratöltés kényes folyamat, mert ilyenkor az adagolóba egyidejűleg áramlik be és ki (az extruder irányába) az anyag. A kevésbé fejlett adagolórendszerek ilyenkor az extruder irányába történő anyagbeadagolás sebességét „befagyasztyják”, vagyis az adagolóegységek a feltöltés előtti pillanatra érvényes továbbítási sebesség értékeit állandónak tartják a feltöltés

befejezéséig. Ez tulajdonképpen azt jelenti, hogy erre az időszakra a gravimetrikus adagolást (a kevésbé pontos) térfogat szerinti adagolássá alakítják át. A fejlettebb rendszerek programja „visszaemlékezik” az adagolóegységek továbbítási sebessége és a mért tömegváltozások közötti összefüggésekre a feltöltés előtti utolsó időszakban, és ezeket az összefüggéseket alkalmazva vezérli a folyamatot.

Az adagolórendszer megfelelő méretezése mellett fontos, hogy megfelelően összehangolják a folyamatok monitorozását, a módosító beavatkozásokat és a hibajelzések logikáját is.

A környezet zavaró hatásai

A kis tömegkülönbségek mérésén alapuló tömegveszteséges adagolás különösen érzékeny a környezeti behatásokra. Egy működő extruder tetejére telepített adagolórendszert számos zavaró külső behatás érhet. E tárgykörbe sorolhatók azok a tényezők is, mint a nem megfelelő beépítés és a hiányos karbantartás is. Zavaró hatása lehet az üzemcsarnokban működő egyéb berendezéseknek, az anyagtovábbító vezetékek nem megfelelően rugalmas és/vagy nyomásváltozásokat okozó összekötő elemeinek és a nagymértékű hőmérséklet-ingadozásoknak is. Jelentős mértékű huzat is kedvezőtlen hatást gyakorolhat.

Természetesen, az e problémák okozta hatások kiküszöböléséhez is, az első lépés az okok feltárása. A legjobb megoldás itt is a megelőzés, azaz ha már a tervezés időszakában figyelembe veszik e potenciális zavaró tényezőket, és gondoskodnak hatásaik kivédéséről a gondosan végzett telepítés és a rendszeres karbantartás révén. Így például az adagolótölcsérek légszűrőit rendszeresen tisztítani/cserélni kell, hogy elkerüljék a feltöltés során bekövetkező nyomásváltozások okozta problémákat. Rugalmas alátétekkel és összekötő elemekkel csökkenthetők a vibráció és az ütések okozta zavarok. Hajlékony összekötő elemek alkalmazásával, ha azokat feszültségmentesen szerelik fel, elkerülhetők a környezetben működő gépek normális működésétől eltérő esetekben fellépő esetleges erőhatások következményei. Az elektromos kábelek és vezetékek megfelelő felszerelése is segít a tömegmérést potenciálisan zavaró tényezők elkerülésében.

A beérkező nyersanyagok tulajdonságaiban is lehet változás, különösen az új anyagok esetében kell mindig szem előtt tartani, hogy a bevizsgálásnál használt minta és a nagy tömegben beérkező anyag jellemzői többé-kevésbé eltérhetnek egymástól. Változások következhetnek be a raktár és az adagolóberendezés között megtett út során is.

Az előkeverékek okozta hibák

Kis részarányú adalékok (mint pl. a színezékek) előzetes hozzákeverése egy nagyobb részarányú komponenshez gyakran alkalmazott módszer az adagolás pontosságának biztosításához. A nagy pontosságú mérleggel bemért kis mennyiségű adalékanyagot száraz keveréssel osztatják el a nagyobb komponensben, mielőtt azt azután az adagolóberendezésbe juttatják. Az esetleges tökéletlen bekeverés és a potenciális szét-

fajtázódás mellett ez a módszer azonban nem lehet teljesen mentes az esetleges emberi hibáktól sem.

Anyagtovábbítás az üzemben

A legtöbb műanyag-feldolgozó üzemben az anyagokat pneumatikus vezetékekkel, azaz szuszpenzió formájában továbbítják. E téren egyaránt használnak vákuum vagy túlnyomás által működtetett rendszereket. Noha a pneumatikus anyagtovábbítás egyszerűnek látszik, távolról sem az. Az eltérő fizikai megjelenésű és kémiai összetételű anyagokat adott mennyiségben, pontosan kell károsodás nélkül a megfelelő pontra szállítani. Ráadásul a berendezések, a felhasznált anyagok fajtája és mennyisége, továbbá az épület és a gépek elrendezésének különbözősége miatt minden üzem egyedi szállítórendszert igényel. A pneumatikus rendszerek szállítói is eltérő képességekkel rendelkeznek. Mindez nagyfokú bizonytalansági tényezővel jár együtt. E potenciális problémák áttekintésének rendszerezéséhez négy hibacsoportot különböztetnek meg az anyagáramban az extrudertől továbbra is visszafelé haladva.

Betáplálás

Az adagolórendszer etetőtölcséreibe a pneumatikus rendszerből érkeznek a különböző anyagok. Az anyag betáplálását végző szállítószervezet és kapcsolódása az adagolórendszer etetőjéhez gondos tervezést és kiválasztást igényel, a továbbítandó anyag tulajdonságainak figyelembevételével. Az anyagáram megnyitását és elzárását általában pillangószeleppel, csapószeleppel vagy más alkalmas szerkezettel végzik granulátumoknál, azonban hulladékdarátum vagy porok esetében inkább tolózárral, csigás etetővel vagy rotációs szeleppel. Minden esetben simán és gyorsan kell az anyagokat az adagoló etetőtölcsérébe bejuttatni, hogy az adagoló újratöltésének idejét minimalizálják. Fontos, hogy a vezérlőrendszer parancsára a betáplálás azonnal és szivárgásmentesen megszűnjön.

A szabadon „folyó” granulátumok betáplálása általában kevés nehézséget okoz, de egyes porok csak vibráció vagy légpárna alkalmazásával táplálhatók be megfelelően. A szivárgás jelentősen megzavarhatja az adagolóberendezés tömegmérését és ezáltal működésének pontosságát.

Leválasztás

Ennél a lépésnél a szállított anyagot el kell választani a szállítást végző levegőtől. Ezt általában ciklonok végzik. A leválasztott anyagot átmenetileg tárolni is kell, mielőtt betáplálnák az adagolóberendezésbe. A leválasztás a ciklon levegő- és anyagbetáplálási szelepeinek kinyitásával indul. Az anyag/levegő keverék ekkor egy előre beállított időtartamig beáramlik a csővezetékbe, hogy a kívánt mennyiségű anyag a ciklonba jusson. Ez az anyagmennyiség általában az adagolórendszer adott anyagra vonatkozó etetőtölcsér kapacitásának 70-80%-a. A működést legtöbbször beépített szintjelző

szabályozza. A tangenciálisan belépő áramlásból az anyagrészecskék a szuszpenzióból kihullnak, a levegőt pedig szűrés után eltávolítják. Fontos a leválasztó légszűrőinek helyes méretezése és rendszeres tisztítása/cseréje, illetve a leválasztó felületének az adott anyag fajtájához és mennyiségéhez illő kiválasztása/felületkezelése. A szűrők kezelési idejét szinkronizálni kell az egész rendszer működésének ütemezésével. A rosszul méretezett vagy elhanyagolt leválasztó az egész gyártósor működését veszélyezteti.

Anyagszállítás

A pneumatikus anyagszállítás legszembetűnőbb eleme a csőhálózat, amelyet számos segédberendezés, mint terelők, adagolószelepek, puffertartályok, szűrők, szárítók stb. egészít ki. E bonyolult, csakis összehangoltan jól működő rendszerre is vonatkozik az adott feladathoz megfelelő méretezés, konzisztens kialakítás és a megfelelő állapot biztosításának hármas követelménye. A feladat az, hogy az adott anyagkomponenst A pontból B pontba megfelelő sebességgel juttassák el a megfelelő időtartam alatt.

A méretezési hibák gyakran abból származnak, hogy nem megfelelő típusú vagy méretű alkatrészeket választanak ki, illetve nem veszik figyelembe a szállítandó anyag jellemzőit, az üzemben belüli anyagáramlás geometriáját, illetve a környezeti tényezőket, mint amilyen pl. a levegő hőmérséklet- és nedvességtartalma vagy az üzem tenzorszint feletti magassága.

A konzisztencia követelménye azt jelenti, hogy a rendszernek hosszabb időtartam alatt is megbízhatóan, reprodukálható módon kell működnie. Az eltérések származhatnak a rendszeren belülről, mint amilyen például a kopás, elhasználódás okozta elváltozások, az egyenetlen működésű légszivattyú(k) okozta áramlásbeli eltérések, eltömődött szűrők stb., vagy pedig külső tényezőktől, mint az anyagfelszívásnál jelentkező nehézségek, amelyeket az alapanyagban a szokásosnál nagyobb arányban előforduló szálas anyagok vagy a környezeti változások okoznak.

A megfelelő állapotok biztosítása terén figyelembe kell venni továbbá, hogy a pneumatikus szállítás meglehetősen durva igénybevételt jelent nemcsak a szállító rendszer komponensei, de a szállított anyagok számára is. A szállítási sebességnek elég nagynek kell lennie az extruder által időegység alatt igényelt mennyiségek biztosításához, de mégsem lehet olyan nagy, hogy az mechanikailag vagy termikusan károsítsa az anyagokat, és megakadályozza megfelelő arányú betáplálásukat. A helyes egyensúly megtalálása nem könnyű feladat. Emellett bizonyos anyagok erősen koptatják a szállítóberendezés alkatrészeit, illetve a beoltózódásra hajlamos anyagok eltömíthetik a vezeték egyes szakaszait. Az ilyen rendszerek egyedi jellege miatt a pneumatikus anyagszállítás részben szakma, részben művészet.

Anyagfelszívás

Az adott üzem méreteitől és egyéb sajátosságaitól függően a szállítórendszerbe felszippantással bekerülő anyagok származhatnak silókból, kisebb-nagyobb anyagtartá-

lyokból, napi tárolókból, IBC műanyag tartályokból, big-bagekből és hordókból stb. Függetlenül attól, hogy túlnyomásos vagy vákuumszállítást alkalmaznak, fontos követelmény, hogy az anyagutánpótlás folyamatosan és egyenletesen biztosított legyen. A granulátumok és más szabadon folyó anyagkomponensek felszippantása kevés problémával jár, de bizonyos anyagokat csak kényszeretetéssel lehet a csővezetékbe juttatni. Ilyen esetekben légszilipet, rotációs szelepet, csigás etetőt vagy más hasonló, az adott anyagkomponenshez megfelelő berendezést kell alkalmazni. Esetenként légpárna vagy vibráció alkalmazása segítheti elő az anyag áramlását. Figyelembe véve azt a kárt, amelyet a nem megfelelő anyagfelszívás az extruder anyagellátásában okozhat, a minden körülmények között megbízhatóan működő megoldásra fordított munka és költség busásan megtérül.

Anyagátvétel, tárolás és előkondicionálás

Attól a pillanattól kezdve, hogy a beszállított anyagot átveszik és tárolóhelyére viszik, minősítik, kezelik, besorolják, az anyagok számára új időszámítás kezdődik. Ennek során eredeti állapotuk megváltozhat, következésképpen az az anyag, amely beérkezéskor még kielégíti a műszaki követelményeket, nem feltétlenül lesz megfelelő egy bizonyos idő eltelte és bizonyos technológiai lépések (pl. a pneumatikus szállítás) megtétele után, amikor megérkezik az adagolórendszerbe, illetve innen az extruderbe. E kedvezőtlen elváltozásoknak nagyon sokféle oka lehet. De ha nem feledkeznek meg arról, hogy ilyen változások megtörténhetnek és esetenként meg is történnek az üzem belüli anyagáramlás kezdeti lépéseinek folyamán, az nagymértékben segít az okok feltárásában és a hibaforrás kiküszöbölésében. Ezért mielőtt az adagolórendszer meghibásodását okolnák, ami gyakran a technológusok első reflexszerű akciója, célszerű meggyőződni arról, hogy az anyagok az előírásoknak megfelelő állapotban érkeznek-e az adagolóhoz.

Összeállította: Dr. Füzes László

Marchand H.: Use your gauge to solve processing issues upstream = *Plastics Technology*, www.ptonline.com, , 2014. március.

Gómez J. A.: Look upstream to avoid 'GIGO' pitfalls in extrusion = *Plastics Engineering*, 69. k. 3. sz. 2013. p. 16–23.