

Extrudálás: többet, jobbat, gyorsabban

Az extrúziós üzemekben is egyik legfontosabb célkitűzés a termelékenység emelése. Ennek érdekében több új megoldást vezettek be az extruderek felépítésében. Egyik ilyen újítás az extruderek hosszának, az L/D viszonyának a növelése mind az egycsigás, mind pedig a kétcsigás típusokban. Az utóbbiak között megjelentek a speciálisan felépített nagyon nagy sebességű HSEI extruderek. Növelni kénytelenek a feldolgozók az extrúziós bevonás sebességét is. Az extruderteljesítmény növelésével párhuzamosan itt különösen nagy gondot kell fordítani a kiegészítő berendezések összehangolására.

Tárgyszavak: extruder, egycsigás; kétcsigás; L/D arány; HSEI extruder; csigafordulatszám; bevonás; laminálás; kihozatal.

A vásárlói igények növekedése, az élesedő verseny, a raktárra termelés helyett a pontos határidőre szállítás (just in time) az extrudálók és az extrudergyártók számára is új feladatok megoldását tette szükségessé. Az egyszerre legyártott tételek kisebbek lettek, emiatt gyakoribbá vált a termékcseré, amelynek időtartamát, az új termék gyártásának megindításakor keletkező selejt mennyiségét csökkenteni kellett. A gyártók a gépektől nagyobb teljesítményt, jobb kihozatal, tartósan jó minőségű terméket várnak, azaz többet, jobbat gyorsabban.

Újdonságok az extruderek gyártásában

Az extrudereknek két alaptípusa az egycsigás és a kétcsigás változat. Csövek vagy profilok extrudálásakor PVC-hez legtöbbször egycsigás, poliolefinhez homyolt behúzózonás, kompressziós szakaszt tartalmazó kétcsigás extrudert alkalmaznak. A kihozatalt mindkét típusnál a csiga felépítése, mérete és a fordulatszám határozza meg. Úgy tűnik, hogy jelenleg még ezek egyikében sem érték el a lehetséges határokat. A feldolgozás körülményeitől és a feldolgozandó anyagtól függ, hogy melyik paramétert célszerű módosítani. Van arra példa, hogy a csigageometria megváltoztatásával – a plasztikáló egység meghosszabbítása vagy a fordulatszám növelése nélkül – 30%-os kihozatalnövekedést értek el.

Némelyik új extruder már külső méreteivel is tiszteletet ébreszt. A 150 mm átmérőjű csigát tartalmazó, 2000 kg/h kihozatalra képes extruderek ma már 2000 mm átmérőjű csöveket gyártanak. *Tovább javítható mind az egy-, mind pedig a kétcsigás extruderek teljesítménye a hosszúság és az átmérő arányának (L/D) növelésével. Jelenleg 37D-s extrudereket is ajánlanak a gyártók, amelyekkel 30%-kal nő a kihozatal.*

A meghosszabbított kétcsigás extruderekben hosszabb lesz a polimer előmelegedésének szakasza is, jobban kézben tartható a henger hőmérséklete, szélesebbé válik a „feldolgozási ablak”, csökken a nyírási energia és a kerületi sebesség. *A 150 mm-es csigával dolgozó, 37D-s egycsigás extruderek hajtásához szükséges nagy forgatónyomaték ugyancsak nagyon kis kerületi és nyírósebesség mellett ad igen nagy kihozatalt, ami nagyon kíméletesé teszi a plasztikálást.*

Növelhető a kihozatal a csiga felpörgetésével. Ez nagyon látványos eredménnyel jár, de nem minden műanyaghoz alkalmazható. A kerületi sebesség növekedése hőmérséklet-emelkedést okoz, és a hőérzékeny anyagok (pl. a PVC) bomlásnak indulhatnak. PVC ablakprofilok gyártásakor a csiga kerületi sebessége nem lépheti túl a 0,11 m/s-ot. Ha a feldolgozandó műanyag elviseli a nagyobb forgási sebességet, ennek növelése számos előnnyel jár: olcsóbb berendezésekkel, gyengébb hajtással lehet dolgozni; nő a felületegységre jutó teljesítmény, rövidül az anyag tartózkodási ideje a gépben, homogénebb lesz az ömledék, javul a termék minősége.

Született néhány új gépi megoldás is a plasztikálás gyorsítására vagy javítására. Az egyikben külön-külön meghajtott csigát építenek a behúzó zónába és a plasztikáló zónába, amelyek fordulatszámra eltér egymástól, és hozzáigazítható a feldolgozandó anyag tulajdonságaihoz. Egy másikban szétválasztják a megömlött műanyagot a még szilárd formájútól: az ömledékréteg furatokon keresztül a henger falában kialakított üregbe kerül, és a kialakult nyomás a csiga csúcsához viszi. A plasztikálás ilyen módon nagyon kíméletes és gyors, ezáltal a gép meglepően lerövidíthető. Egy harmadik ötlet szerint az extruderhenger plasztikáló zónába eső szakasza maga is forog, ami sokkal intenzívebbé teszi az olvadást, és jó hatással van az egész gyártási folyamatra.

Az extrúziós feladatok többségéhez természetesen még ma is tökéletesen megfelelnek az univerzális extruderek, amelyek előnye a sokoldalúság és az egyszerű kezelhetőség.

A csőextrúzióhoz valamennyi szokásos felépítésű *extruderfejet* (tüsketartós, szűrőkosaras, csonkakakúpos ömledékelosztású – németül Pinolen – szerszámot) alkalmaznak, a legnépszerűbbek *az ömledéket csavarmentes ömledécsatornában elosztó szerszámok* (Wendelverteiler). Ezek különösen alkalmasak többrétegű profilok előállításához. További előnyük a nagy ömledékhomogenitás, az összezapási vonalak nélküli termék, az egyenletes ömledékterítés. Hengeres vagy kónuszos kivitel mellett kis átmérőjű csövek és tömlők gyártásához használnak *spirál- vagy radiáelosztású szerszámokat* is. Különleges felépítésűek a párhuzamos modulokból felépített ún. *cirkuláris elosztású szerszámok* (Cirkularverteiler, CV), amelyekben az ömledék kör alakú csatornában halad. A csatorna a modulok osztósíkjában az egyik vagy mindkét modulba be van süllyesztve; az utóbbi esetben kis szerszámméret mellett is nagy lehet a kihozatal. Ez a szerszám is nagyon jól alkalmazható többrétegű csövek gyártására.

Háromrétegű nyomásmentes lefolyócsöveket bonyolult extruderfej nélkül készítenek kemény PVC-ből ún. *adapteres koextrúzióval*. Ennek lényege, hogy a különböző polimeráramokat egy adapterbe vezetik, és ott tömör rúd alakban egyesítik őket. A formázószerszámot közvetlenül az adapterhez csatlakozó tápegységre kötik. A 160 mm átmérőjű csövek külső és belső rétege tömör, középső rétege habosított PVC.

A kis terméksorozatok, a gyakori anyag- és méretváltás miatt szinte folyamatosan kell változtatni a gyártósor és a segédberendezések gyártási paramétereit. *A fejlesztések egyik fő célkitűzése, hogy a termékcsere időtartamát a lehető legkisebbre csökkentsék.*

Egyik megoldásnak tűnik az *állítható kalibrálóhüvely* alkalmazása, amellyel leállítás nélkül vagy legfeljebb 10–15 perces leállással változtatható a csőméret vagy a nyomásállósági fokozat. Ennek lényege egy merev bevezető nyílás, és ezt követő rugalmasan változtatható átmérőjű kalibráló kosarak, amelyek végén a cső – várható zsugorodását is figyelembe véve – névleges külső átmérőjével jön ki. A különböző fokozatokban mért aktuális átmérőt mérőberendezés jelzi ki, és egy mozgékony szalagszerű szerkezet gondoskodik arról, hogy a cső keresztmetszete valamennyi fokozatban tökéletes kör alakú legyen. Hulladékba legfeljebb egy rövid átmeneti csőszakasz kerül. A 40–160 mm-es mérettartományt két kalibrálóval át lehet fedni, és bármilyen falvastagság (1,8–32,1 mm között) elérhető velük. Más kalibrálórendszerek 250–400 mm közötti átmérettartományban képesek hasonló elven méretet változtatni.

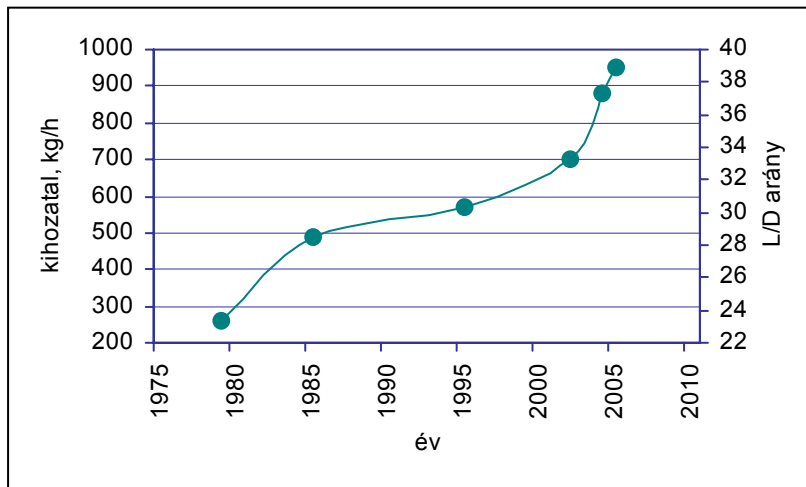
A profilgyártók számára *gyors termékserelő rendszerek* állnak rendelkezésre, amelyekkel 35–45 perc alatt állhatnak rá egy új termék gyártására.

A növekedő gyártási sebességekhez hozzá kell igazítani a *kisegítő berendezések* sebességét is. A **Battenfeld Extrusionstechnik GmbH** egy ötrétegű PE/Al csövek gyártására alkalmas berendezésén percenként 52 m ilyen cső készíthető el. Ezt a sebességet a kalibráló berendezésnek, a lehúzó és a daraboló berendezésnek is követnie kell. A gyors kalibrálás érdekében vákuumkalibrálást, a kis súrlódás érdekében rozsdamentes acélba épített kerámia vezetőelemeket alkalmaznak. A gyors hűtést merítés helyett víz permetezésével érik el. A vákuumos kalibrálók a vákuumszivattyúk hangos működése miatt, továbbá a darabolók is meglehetősen zajosak, ezért gondoskodni kell a zajcsökkentésről. Meg kell oldani azt is, hogy a megszakítás nélküli megnövekedett termelésben megjelenő árutömeget folyamatosan elszállítsák. A cső- és profilgyártásban a lehúzás-méretre vágás-csomagolás ütemét pontosan össze kell hangolni a gyártásával.

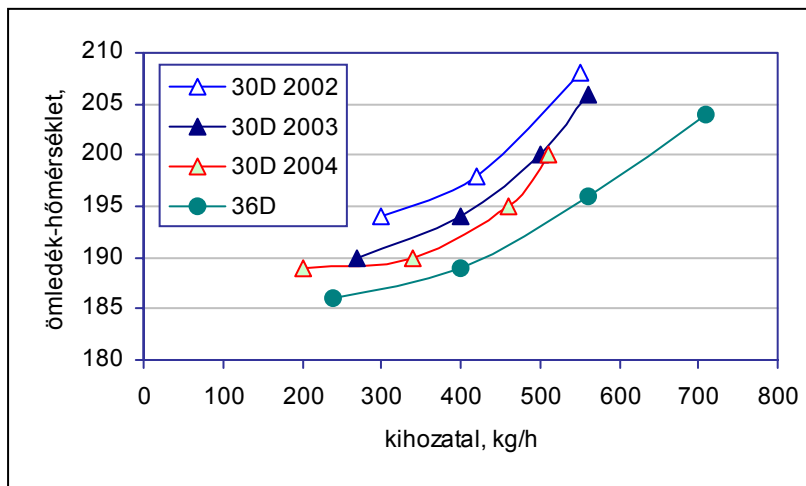
A Krauss-Maffei Kunststofftechnik GmbH egycsigás 36D-s extrudere

A **Krauss-Maffei Kunststofftechnik GmbH** (München) *KME típusú extrudereit* átalakítva megjelent a piacon ezek 36D-s változatával. A korábbiakban utaltunk arra, hogy az ilyen meghosszabbított extruderekben alacsonyabb hőmérsékleten, kíméletesebben lehet a polimert plasztikálni, és növekszik a gép kihozatala is. *Az első, 6D-s extruderek megjelenése után folyamatosan nőtt a gépek L/D aránya, az elmúlt 5 évben pedig ugrásszerű volt a növekedés (1. ábra).* A 36D-s extruderek behúzórendszerében az eddigi gépekhez hasonlóan hornyolt hengert alkalmaznak, de a szokásos kompressziós csiga helyett kompressziós-keverős elemekből felépülő csigát építenek be. Míg a csiga fordulatszámának növelésével nő a kihozatal, a fajlagos kihozatal (az egy csiga-fordulatra eső szállítási kapacitás) nem állandó érték, a fordulatszám növelésével csökken, friss granulátum feldolgozásakor akár 15%-kal, határérték közeli fordulatszámnál 30–40%-kal. Ennek oka, hogy a hornyokban kialakul egy polimerfilm, amely

kihat a teljes szállítási folyamatra. Az új behúzórendszerrel a csökkenés 60–180/min fordulatszám között egészen minimális.



1. ábra
90 mm-es csigát tartalmazó extruderekkel gyártott PE-HD csövek előállításakor elért kihozatal és a gépek L/D arányának növekedése 1979–2005 között



2. ábra
A kihozatal és az ömledék-hőmérséklet összefüggése különböző évjáratú 30D-s és egy 36D-s extruderben. (75 mm-es csiga, 220–240 bar ömledéknyomás, anyag a Borealis PE-100 csőanyaga.)

A csőextrúziónál az ömledék termikus homogenitását a cső belső felének simasága alapján lehet megítélni. Ha az ömledék hőmérséklete nem volt elég egyenletes, a csőfal hullámos lesz. A hagyományos extruderekben szállított ömledék hőmérséklet-eloszlása általában nem tökéletes, *a nagy térfogatú extruderfejek az ömledékáramok szétosztása és ismételt egyesítése révén sokat javítanak a termikus homogenitáson.* A csavarvonalas elosztórendszer és más műszaki megoldások nyomán azonban tömörebbek, kisebbek lettek az extruderfejek, emiatt az extrudereknek a plasztikálás során kell egyenletesebb hőmérsékletű ömledéket előállítaniuk. Ez előnyös a feldolgozóknak, mert ugyanarra az extruderre többféle fejet foghatnak fel, ezáltal rugalmasabb lesz a rendszer. *Az extruderek meghosszabbítása kedvez az ömledék-hőmérséklet kiegyenlítésének, ugyanakkor nem igazolódott az az aggodalom, hogy az ömledék túlmelegszik.* A 2. ábra azt mutatja, hogy a hagyományos 30D-s extruderekben is csökkent az ömledék hőmérséklete az elmúlt évek fejlesztésének eredményeként, a 36D-s gépekben pedig lényegesen alacsonyabb, különösen nagy kihozatal mellett. *A meghosszabbí-*

tott gépekbe a közelmúltban kifejlesztett, kompressziós és keverőszakaszból álló csigákat építenek be, amelyekben jól elkülönül a már megömlött polimer a még szilárd fázistól.

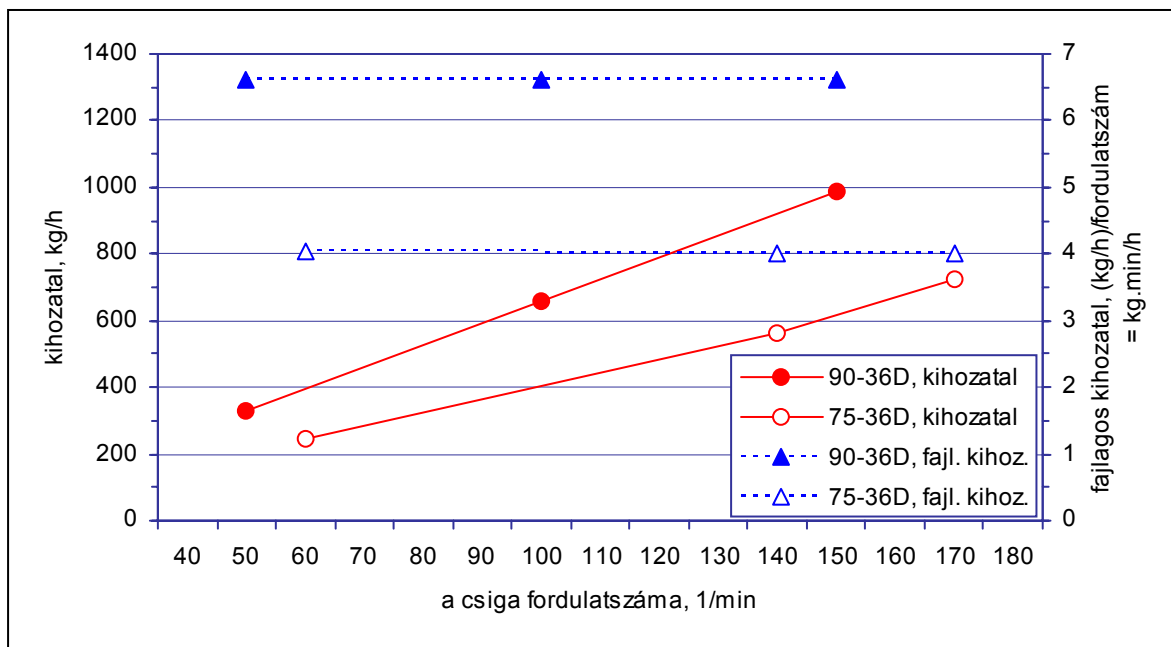
A Krauss-Maffei cég 30D-s és 36D-s extrudereit 45–150 mm-es csigákkal gyártja. Kihozataluk tartományát az 1. táblázat mutatja. Látható, hogy ha a kihozatalt nem kell növelni, a feladat egy fokozattal kisebb extruderrel is elvégezhető.

1. táblázat

A KME 30D-s és 36D-s extruderrel elérhető kihozatal

Csigaátmérő Mm	Kihozatal, kg/h	
	30D	36D
45	200–240	270–300
60	310–350	450–500
75	450–520	640–700
90	640–700	850–950
125	950–1050	1200–1350
150	1200–1300	1400–1700

A 36D-s extruderek jól beváltak sima falú PE-HD, PP-H, PP-R, PE-Xb, hullámos falú PE-HD, PP-C, alumíniummal társított PP-R csövek és más csövek gyártására. Ezeknek az extrudereknek a kihozatala arányosan nő a fordulatszámmal, eközben állandó az egy csigafordulatra eső (fajlagos) kihozatal (3. ábra).



3. ábra Egy KME 90-36D és egy 75-36D típusú extruder kihozatala és fajlagos kihozatala a csiga fordulatszámának függvényében (feldolgozott anyag a Borealis cég HE349OLS jelű PE 100-as csőanyaga, ömledéknyomás 220 bar)

Nagy sebességű kétcsigás extruderek

A kétcsigás extrudereket hagyományosan polimerkeverékek előállítására és ezek granulálására használják, majd a granulátumot táplálják be a formázást végző fröccsöntő gépbe vagy a profilhúzó extruderbe. Ma már azonban arra törekszenek, hogy az alakadást közbenső granulálás nélkül, a kétcsigás extruder által szállított ömledékkel végezzék el (direkt extrudálás).

A kétcsigás extrudereknek alapvetően kétféle típusa van: a kis sebességű (max. 50/min fordulatszámú), a polimert lassan megömlesztő (low-speed, late-fusion, LSLF) és a nagy sebességű (akár 1200/min fordulatszámú), az ömledékbe energiát betápláló (high-speed, energy input, HSEI) extruderek. Az LSLF extruderek ellentétes irányban forgó csigapárral, kis nyíróhatással dolgoznak, és egyenletes nyomással szállítják az ömledéket, pl. a PVC-t. A HSEI extrudereket elsősorban keverékkészítéshez, reaktív extrúzióhoz vagy az illékony komponensek kipárologatásához alkalmazzák. Az utóbbiakban egyirányba forgó, egymásba hatoló csigapár van, de speciális célra használnak egymásba nem hatoló csigákat is.

A HSEI extruderekben a polimer részben a csigaszárnnyak között, részben a csiga és a henger közötti résben ömlik meg. A csigák különböző szakaszokból épülnek fel, egyes szakaszokon bütykös tengellyel, ahol igen nagy nyíróerő hat a polimerre. *Az L/D arány általában 32–48 között van, de L/D = 72-es gépet is készítettek már.* A henger is modulokból épül fel, és folyadékkal hűthető. A hajtómotor a nagy sebességgel forgó csigákon keresztül energiát visz be a rendszerbe, amelyet a polimer a nyíróhatás révén nyel el. Szabályozható paraméterek a csiga fordulatszáma, az anyagok betáplálási sebessége, az egyes szakaszok hőmérséklete, az illékony anyagok elszívására szolgáló vákuum erőssége. Kijelzett adatok általában az ömledéknyomás, az ömledék-hőmérséklet és a motor áramfelvétele (a nyomaték).

A csiga és a henger szakaszos felépítése, továbbá ezek szivattyúzó-törő funkciója lehetővé teszi, hogy az extrudert a mindenkori feladathoz optimálisan építsék fel. A betáplált szilárd anyag behúzása és a plasztikálás az első, viszonylag rövid szakaszon megy végbe. A csiga keverőelemeit és a párológatóelemeket a folyamat jellegének megfelelő helyre építik be. A csiga végére teszik a kihordóelemeket; ezek felépítik és stabilizálják az ömledéknyomást, amellyel az anyag a szerszámba jut.

A HSEI extrudereket „szűkösen” etetik, a kihozatalt a betáplált anyag mennyisége határozza meg. A csigák fordulatszáma független az adagolástól. Mivel a hengerben a nyomásgradiens a legtöbb eljárásban 0, az adalékok oldaletetön keresztül a már megömlesztett polimerbe is bevihetők. Ezáltal pl. mérsékelhető a töltőanyagok koptató hatása vagy a nyírásra érzékeny adalékok bomlása.

A csigák külső és belső átmérőjének aránya (OD/ID) a legtöbb HSEI extruderben 1,55, de a **Leistritz** cég (Somerville, NJ. USA) új **MAXX** sorozatú gépeiben ez az arány 1,66. Az utóbbiakban a szabad térfogat kb. 30%-kal nagyobb, de egy új, aszimmetrikus bütykös szakasz beépítésével mégis ugyanakkora nyíróhatás alá kerül a polimer, mint az 1,55 OD/ID arányú gépekben. A megnövekedett szabad térfogat nagyobb kihozatalt eredményez, a nagyobb csigamélység ugyanakkor előnyös a nyírásra és a

hőre érzékeny anyagok számára. A *MAXX* típusú extruderek különösen hasznosak akkor, ha nagyon könnyű (nagy térfogatú) pigmentet vagy más por alakú adalékot kell a polimerhez keverni. A nagyobb térfogat miatt ezekben a gépekbe erőteljesebb hűtőrendszert építenek be.

A HSEI extrudereken az ömledék kiáramlásának helyét és módját nagyon gondosan kell megtervezni a siker érdekében. Granulálásakor pl. olyan granulálófejet alkalmaznak, amely csak egy irányba engedi át az ömledéket (swing-gate strand die), és amelyben egy ovális törőtárcsa maximálja a lyuktárcsa felületét. A csigák túlnyúlnak a hengeren, hogy a lehető legkisebb legyen a csigák csúcsa és a törőtárcsa közötti távolság, és ezáltal megelőzzék az ömledék pangását. Némely esetben fogaskerék-szivattyút alkalmaznak a HSEI extruderek hengerében általában uralkodó 10 MPa ömledéknyomás növelésére. Mikrogranulátum víz alatti gyártásakor akár 500 furatot is tartalmazhat a lyuktárcsa, amelyen az ömledék átáramoltatására legalább 20 MPa nyomás szükséges. Fogaskerék-szivattyúval 27–28 MPa nyomás érhető el, és ezáltal a HSEI extruderek is beépíthetők egy mikrogranuláló rendszerbe.

Az extrúziós folyamatban néha feltétlenül szükséges szűréshez is megfelelő nyomásra van szükség; a finom szűréshez (40–50 µm-es részecskék kiszűréséhez) viszonylag nagy nyomásra. Ilyenkor a csigába folyamatos szűrőcserével működő durva előszűrő szakaszt iktatnak be, a finom szűrés előtt ugyancsak fogaskerék-szivattyúval növelik meg az ömledéknyomást.

A gépeket 700 lóerős (515 kW-os) vagy annál kisebb váltóáramú motorral hajtják, amelyek olcsóbbak vagy hasonló áron kaphatók, mint az egyenáramú motorok, de azoknál egyszerűbbek, robusztusabbak, könnyebb a karbantartásuk, olcsóbb a javításuk és pontosabban szabályozhatók. A *Flex I/O* bemenő/kijövő jelzőrendszer (input/output signals), amely lehet analóg vagy digitális, nagyon erősen csökkentette az új berendezések telepítésekor a huzalozást. A gépek vezérlésében egyre nagyobb szerepet kapnak az olcsó PC-ken (personal computer, személyi számítógép) és PLC-ken (programmable logic controllers, programozható logikai vezérlők) alapuló rendszerek.

Fontossá vált a sebesség az extrúziós bevonásban is

Az extrúziós bevonásban is felpörögtek a gépek, fontos lett a gyártási sebesség. Ehhez azonban nem elegendő az extruder teljesítményét növelni, hanem össze kell hangolni vele a kiegészítő berendezéseket is. Egy 300 m/min gyártási sebességre tervezett feltekerő berendezés igencsak bajba kerül, ha 600 m/min sebességgel zúdul rá a bevonattal ellátott hordozóanyag.

Az összehangolás a villamos rendszernél kezdődik. Meg kell győződni arról, hogy az a megnövekedett sebesség mellett is képes-e megőrizni stabilitását. 600 m/min sebességgel futó anyagon szabad szemmel nem észlelhetők az összeillesztések. Nagy sebességű digitális kamerával kell megfigyelni a mozgó anyagot, hogy hiba esetén a felvételek alapján a karbantartók megállapíthassák a hiba okát. A szabad szemmel kö-

vethető hibát a tekercsbe tűzött zászlócskával szokták megjelölni. A nagy sebességű gépeken a jelölést automatizálni lehet pl. az anyag szélére ragasztott öntapadó csíkkal.

Egy új hajtórendszerrel nagyon jól szabályozható az anyag futása. Elmozdulásra képes ún. „táncoló henger” (dancer roll system) alkalmazásával gyorsan kiegyenlíthetők a húzófeszültség változásai. A gyártók gyakran a tekercsek átmérőjének növelésével akarják a tekercscsere ciklusát növelni. Ehhez néha nagyobb raklapok, erősebb tekercskezelő berendezések, tágasabb terek kellenek. Ha nyomtatják a terméket, a nyomtatók kapacitását is össze kell hangolni a nagyobb gyártási sebességgel. Gondolni kell a szárítóalagút hosszának és a koronakisüléssel kezelő berendezés energiaellátásának és elektódaszámának növelésére is.

A szállítórendszer közlőkerekei könnyen elakadnak a fordulóknál nagy sebesség esetében, ezért alkalmas csapággal és kenőanyaggal kell ellátni őket. Bizonyos anyagok szállításához szénszállal erősített, hornyolt közlőkerekek használatát ajánlják.

Ha a gyártáskor szélvágást is alkalmaznak, nem szabad elfeledkezni a megnövekedett szélhulladék elszívásáról. Nem egy bevonóberendezés dolgozik tervezett sebessége alatt csak azért, mert nem képesek a hulladék eltávolítását megoldani.

Ha kétszeresére növelik a szállítási sebességet, meg kell duplázni az extruderból kiáramló polimer mennyiségét is. Emiatt néha koextrudáló berendezést kell a gyártósorba iktatni. Új berendezés telepítésekor sokan egy nagyobb kapacitású extruder alkalmazását tartják célszerűbbnek. A nagyobb extruder azonban kevésbé rugalmas, ezért mások a koextruder beállítását részesítik előnyben.

A nagyobb mennyiségű ömledékből a hűtőhengernek több hőt kell elvonnia. Számítások alapján kell eldönteni, hogy egy nagyobb átmérőjű hengert célszerűbb-e beépíteni vagy a hőelvezetés sebességét lehet-e növelni. A nagyobb hőmennyiség elvezetéséhez több hűtővízre és nagyobb vízű hűtő kapacitásra van szükség. A hűtőhengeren bekövetkező kondenzáció elkerülésére ilyenkor két hűtőrendszert alkalmaznak, egy alacsonyabb hőmérsékletűt a szorító- és támasztóhengerben és egy magasabb hőmérsékletűt a hűtőhengerben. A bevonattal ellátott hordozóanyag feltapadását a hengerekre később könnyen leválasztható védőfólia párhuzamos futtatásával lehet elkerülni.

A hordozóanyag sebességének növelésével a vele együtt mozgó levegőréteg sebessége is nagyobb lesz. Ilyenkor – különösen könnyű hordozóanyag alkalmazásakor – speciális feszítőszerkezetet és speciális szállítógörgőket kell alkalmazni a csúszás megakadályozására. A bevonat jobb tapadását a szorítóhenger nagyobb nyomásával és lineáris szorító szerkezet beépítésével lehet javítani. A tapadás növelhető az ömledék-hőmérséklet emelésével, a levegőzés nagyobbításával, alapozással vagy felületkezeléssel is.

Egy új, nagy sebességű bevonó/lamináló rendszer nagyon sok pénzbe kerül, és ezt kevés feldolgozó engedheti meg magának. A gépgyártók azonban (némelyek fizetés ellenében) tanácsokat adnak arra vonatkozóan, hogy egy meglévő rendszer mely elemeinek kapacitását lehet megnövelni, és mely elemeket kell kicserélni. A kicserélt elemek legtöbbször egy későbbiekben megvásárlandó új gépsorba is beilleszthetők

lesznek. Mivel a piacon egyre inkább az olcsóbb termékeket keresik, a feldolgozók kénytelenek lesznek felgyorsítani gyártósoraikat, ha talpon akarnak maradni.

Összeállította: Pál Károlyné

Wortberg, J.; Gorczyca, P.: Präzise, flexibel und schnell. = Kunststoffe, 96. k. 10. sz. 2006. p. 147–152.

Stieglitz, H.; Schneider, F.: Verfahrenskonzept 36D eröffnet neue Potenziale. = Kunststoffe, 95. k. 12. sz. 2005. p. 94–98.

Martin, Ch.: Understanding high-speed, energy-input (HSEI) twin-screw extruders. = Modern Plastics Worldwide, World Encyclopedia, 2006. p. 44–46.

Orsini, F. T.: Extrusion coat goes faster and faster. = Modern Plastics Worldwide, World Encyclopedia, 2006. p. 54–55.