

Extrúziós utóműveletek és berendezéseik

A cikkben az extrúziós technológiákhoz tartozó utóműveletekről (hűtés, formaadás, darabolás, feltekerés, felületminőség ellenőrzés, antisztatizálás, koronakezelés) illetve az ezeken a területeken az utóbbi időben megjelent újabb berendezésekről, megoldásokról számolunk be.

Tárgyszavak: extrúzió (film, cső, profil), kiegészítő berendezések, utóműveletek

Az extruder utáni berendezések szerepe és fontossága

Úgy nézhet ki, hogy az extrúziós feldolgozás nagy részén túl vagyunk, ha az olvadék kilép a szerszámból, pedig ez csak a folyamat első fele. Nagyon sok csapat vezet az első félidőben, csak a második félidőben veszíti el a meccset. Ahhoz, hogy ezt elkerüljük, ugyanolyan nagy figyelmet kell fordítani az alakítási és hűtési fázisokra, mint a fűtési és keverési fázisokra.

Az alakadás a termék dimenzióinak kialakítása és rögzítése. Néhány extrudálási műveletnél, mint amilyen a *kompaundálás*, a méretprecizitás nem igény, elég, ha a pelletek hossza hasonló és a halmazsűrűség (ami nem azonos a granulátum sűrűségével!) azonos marad. Általában ez 1%-nál kisebb ingadozást jelent, pl. 0,600 és 0,615 g/cm³ között. Problémát jelent azonban a vizsgálati módszer által okozott eltérés. Egyszerűen beöntjük egy mérőtartályba egy adott jellegű, szemmel ellenőrizve, vagy teleöntjük az edényt és a felesleget letoljuk egy szerszámmal? Háromszor lekocantjuk az edényt az asztallapra és hagyjuk leülepedni vagy kézi vibrátorral tömörítjük? Mindezeket a módszereket használják a gyakorlatban, de elterjedt az is, hogy nem végeznek ellenőrzést, mondván a pellet az pellet, súlyra vásároljuk. Pedig a vevőnek/felhasználónak törődnie kellene ezzel, mivel a változó halmazsűrűség befolyásolja a beadagolást, az optimális csigafordulatszámot, ez pedig a hőfejlődést. A halmazsűrűséget érdemes tehát vizsgálni, megfelelő módszerrel.

A *film fűvés* során az alakadás a szerszámrés, kitolási sebesség, a fűvási arány és a feltekerési sebesség összhatásából alakul ki. A szerszámrés állítható a betéttel, a fűvási arányt a termék határozza meg, így egy adott kitolási sebesség mellett a lehúzási sebesség szolgál a vastagság szabályozására. Az átlagos vastagság beállítására alkalmas, mivel a pontszerű ingadozás a buborék tengelye mentén vagy tömlő kerülete mentén a szög függvényében egy másik kérdés. Vannak automatikusan szabályozható szerszámok, de ezek drágák, és ez sem segít az ömledék-hőmérséklet rövid idejű, helyi változásai okozta ingadozásokon, melyeket a nem elég egyenletes keverés, vagy a légáram fej körüli változása okoz. A belső légnyomást is állandó szinten kell tartani az egyenletes vastagság eléréséhez.

Sík film vagy *lemez* készítés során nagyobb lehetőség van a szerszámrés szabályozására, de ez sem véd meg a külső ingadozásoktól, mint a nyitott ajtó vagy ablak, vagy ha a napfény felmelegíti a szerszám vagy a fej egy részét, vagy ha meleg időben ventilátorokat használnak. Ne irányítsuk a ventilátort a fejre/szerszámra vagy ne állítsunk védőlemezt a légáram elterelésére ettől a gépegységtől. A lemezvastagság végső beállítására és/vagy felületi barkázására egy hengert gyakran a fő hűtőhengerhez csatlakoztatnak, ez működhet, ha a vékony/vastag területek elég

hidegek, és nem nagyon különbözöek. De tudni kell, hogy ez nem biztosít kellő homogenitást a termoformázásra kerülő lemeznek, a barkázat pedig ismételt melegítés esetén eltűnik.

Cső, tömlő és sokféle profil gyártásához a speciális szerszámokon túlmenően kiegészítő egységekre van szükség. Bizonyos esetekben beillesztett kis fűtőegység vagy hőszigetelés is elég lehet az áramlás irányításához, ami könnyebben változtatható, mint a beépített egységek. A szerszám kilépési pont és a hűtő közötti távolság kritikus és változtatható kell, hogy legyen, a gyártási sebességhez igazítva. Előhűtés – vízszugár rápermetezés vagy folytatás közvetlenül az első kalibráló egységbe történő belépésnél – főként polietilénél használatos.

Üreges termékeknél az előhűtő zárt fedelű vizes tartály, mely vákuum alatt tartható, hogy a belső atmoszférikus nyomás nekinyomja a terméket a kalibráló köpenynek. Ha ez túl hosszú, a súrlódás korlátozza a termelési sebességet, ha túl rövid, nem elégséges a hűtés. Az olvadék hőmérséklete, az olvadék és a megszilárdult anyag kenési tulajdonságai és a fémköpeny anyaga is befolyásoló tényezők.

A szerszámnyílás rendszerint nem pontosan olyan, mint a késztermék, és megfelelő adatok, valamint kellő tapasztalat alapján kell méretezni, figyelembe kell venni a hűtés miatti zsugorodást. A részben kristályos anyagok, mint PE/PP akár 20%-ot is zsugorodhatnak a lehülés során, ennek egy része a darabolás vagy feltekerés után történik. Néha duzzadás is lejátszódik, ami jelentősen függ a műanyag típusától és a szerszám belső kialakításától. Ne mondjuk ki túl hamar, hogy a termék túl nagyméretű, és ne akarjuk a színyomást online vagy kis idő elteltével végezni, mert a nyomási minta torzulhat.

A vízfürdőben hűtés szokásos a cső és profilextrudálásnál. Célszerű terelőelemeket elhelyezni, hogy eltereljük a forró vizet, és a termék a hideg vízzel érintkezzen. Ez csökkenti a hűtés költségeit, és szükséges az aktív vízkezeléshez.

Minden extrudálásnál orientáció (nyújtás) is történik, vagy az extrudálás irányában vagy mindkét irányban (biaxiális), amely a molekulákat rendezi a nyújtás irányába, így a termék ez irányban nagyobb szilárdságú lesz. Ez tudatosan történik az OPP, OPS és OPET filmeknél, de bizonyos mértékű orientáció minden extrudálásnál fellép, ha akarjuk, ha nem. Ez nagy mértékű lehet, ha a szerszámnyílás sokkal nagyobb, mint a késztermék – ami szükséges nagy nyújtáshoz, hogy repeszhető terméket nyerjünk. Minden fűjt film biaxiálisan orientált, ezért erősebb és egyenletesebb, mint az öntött (cast) film, de ez a különbség kicsi és a jól kézben tartható alacsony hőmérsékletet és nagyobb nyújtóerőket használva az OPP, OPS és OPET filmeknél.

Az orientáció hőzsugorítási vizsgálatokkal nyomon követhető, igazodva az alapanyaghoz és a termék felhasználásához. A legtöbb extrúziós művelet befagyott feszültségekkel jár, mely egyes felhasználási területeken hátrányos. Csöveknél ez befolyásolja a nyomásállóságot. A vizsgálat a végektől távoli, 60–90 fokban kivágott csődarabnak a felhasználástól függő hőfokú folyadékba, megfelelő ideig való merítése után a nyílási szög méréséből áll. Bővebb információ a csőszövetségektől nyerhető.

Ne feledkezzünk meg a húzóhengerekről, vágókról és feltekeréselőkről, a film stabilizáló szakaszokról és összehajtogatókról; továbbá feszültség-kiegyenlítőkről, nyomtatókról és bevonó berendezésekről és egyéb in-line eszközökről, melyeknek az extrúzióval azonos sebességgel kell működniük. Ezek bármelyike lassíthatja az extrudálást, ezért gyakran célszerűbb külön műveletben végezni a gyorsabb extrudálás érdekében.

A minőség javítása: fejlesztések az extrúziós kiegészítő berendezések területén

A gyártósorba illesztett berendezések, mint a nyújtóegységek, a statikus feltöltődés megakadályozására vagy a felület képelemzésére szolgáló berendezések segítik a termelés folyamatosságát – és növelik a végtermék minőségét.

Monoaxiálisan orientált filmek gyártásának továbbfejlesztése

A **Hosokawa Alpine** a hosszirányban nyújtott (MDO) filmek gyártósorába *vákuumozott hengert* illesztett be, mely segíti az egyrétegű orientált filmek minőségének javítását. Ez a filmtípus teljes mértékben recikálható, ezért a jövő csomagolóanyaga. Az MDO technológia javítja az áteresztési (barrier) tulajdonságokat, az átlátszóságot, és a kívánt filmvastagság kialakítását. A filmgyártó sor 8–12 hengert tartalmaz, ezek közül kettő végező nyújtást. Ezek közül a második porózus felületű, vákuumozható. A film szorosan rátapad a vákuumozott henger felületére, ami jelentősen javítja a film lapszerűségét, biztosítva ezzel a laminálás és a nyomtatás jó minőségét. A vákuum hengeres technikát elsősorban egyrétegű PE filmek gyártására használják.

Az osztrák **SML** cég legújabb MDO gyártósorába a termelés hatékonyságának növelésére „*kettős vázú rendszert*” építenek be. Ez két függetlenül állítható részből áll, ezért menet közben szabályozható a nyújtási szakasz, pontosabban beállíthatók a film tulajdonságai. A nyújtás optimalizálható, a sebesség növelhető, a tisztítási és átállási idők csökkenthetők. A „rövid szakaszú” és a „hosszú szakaszú” nyújtás is lehetséges. Ezzel a módszerrel nemcsak poliolefin, hanem PET filmek is gyárthatók sokféle csomagolási és műszaki alkalmazásra.

Statikus feltöltődés kontrollálása

Az angol **Meech** cég táv-vezérelhető rendszere a *SmartControll Touch* menet közben szabályozható: a felhasználó az integrált érintőképernyőn keresztül vagy akár távvezérléssel beállíthatja a Hyperion ionizáló rudakat és a szenzorokat. A gyártó cég ezt a megoldást „Industry 4.0” színvonalúnak mondja a minőség és termelékenység javításának terén. A központi egységre 6, de bővítéssel 12 egység csatlakoztatható. A berendezés egyszerűen üzembe helyezhető, többféle anyagú filmhez használható a különféle feltöltődések semlegesítésére.

Koronakezelés – a Vetapone dán cég bemutatóterme

A koronakezelést feltaláló és több évtizeden át folyamatosan továbbfejlesztő, vizsgáló laboratóriummal is felszerelt **Vetapone** cég új bemutatótermet hozott létre a felületkezelési technológia üzemszerű bemutatására, mely széles körben alkalmazható: extrúzió, nagysebességű nyomtatás, keskeny termékek. A bemutatással egybekötött vevőtárgyalásokon jó lehetőség van a partnerek egyedi igényének felmérésére, szakmai oktatásra. Lehetőség van a lecsökkent szakmai rendezvények pótlására, online meetingek szervezésére, kereskedelmi és műszaki partner-kapcsolatok építésére. A bemutatások online módon világszerte hozzáférhetők. A cég célja a kiválósági központtá válás. Kereskedelmi tevékenységüket Dél-kelet Ázsiában négy új ügynöki szerződéssel erősítették meg a helyi igények jobb kielégítése céljából.

Minőség- és folyamatellenőrzés

Az **NDC** folyamat-ellenőrző rendszerét vásárolta meg a **Jaya Nurimba** indonéziai filmgyártó cég a CPP gyártósoraihoz. Cél a folyamatok alaposabb ismerete és a minőség javítása. Az integrált rendszer FG710e on-line NIR rés-szabályozót, ACCUTrack O-Frame szkennert és

8000TDI folyamatellenőrző rendszert tartalmaz. A többféle filmtípus gyártásához is használható rendszer jellemzője a nagy sebességű részvezérlés, és a súly- és vastagságeloszlás szabályozása és detektálása. Képes a folyamat és a környezet változásainak (alapanyag sárzsok közötti eltérések, fény-, hőmérséklet-, relatív nedvességtartalom ingadozása) korrigálására. Az NDC gyártmányú 8000TDI képalkotó szoftver többféle alkalmazáshoz konfigurálható, beleértve a fix-ponos és a multiscanning rendszert.

Az NBC folyamatszabályzást felhasználó Nurimba cég kedvező tapasztalatokat szerzett a minőség és a termelékenység javítása, az átállási idők és a hulladék mennyiség csökkenése területeken.

A film felületének elemzése

A német **Optical Control System** (OCS) film felület ellenőrző opto-elektromos rendszere, az *FSA 100EXT* más cégek által gyártott extruder sorokhoz illeszthető, és valós-idejű hibaelemzésre képes.

A már használatban levő filmgyártó sorhoz illesztése – melyet elősegít az erre szolgáló vázszerkezet – a minőségellenőrzés optimalizálását eredményezi. A korszerű V2 kamera technológia nagy felbontóképességű, kettős kamerát, és az adott felhasználáshoz optimalizált LED-et tartalmaz. Ez a kombináció transzparens, matt és színes filmek felületi hibáinak kimutatására is képes. Az OCS FSA 100 szoftver a vevő specifikációi szerint gyűjtött adatokat elemzi, és osztályozza a filmet, így ad információt a minőségről.

A nyomtatás ellenőrzése

A svájci **Suedpack Bioggio** csomagolási filmgyártó cég az **Isra Vision** által készített *Print-Star100%* rendszert használja a nyomtatás minőségének ellenőrzésére. Az *Advanced Hazing Detection* segédeszközzel kiegészített rendszer képes transzparens filmekben olyan nyomtatási hibák (colour hazing – színelmosódás, a szín gyenge megjelenése nem kívánt helyeken) gyors detektálására, ami szabad szemmel nem érzékelhető. A megújított *QuickProof* model képes arra, hogy a nyomtatási képet összehasonlítsa a memóriában tárolt etalonnal, már a termelés megkezdése előtt. A kiegészített rendszer megelőzi a vevő-reklamációkat, és a felesleges anyagvesztéséget.

Az enyhe elmosódás típusú hibák transzparens filmek nyomtatása közben, az árupálya teljes szélességében elemezhető, ha kellő számú kamerát építenek be. A nyomtató hengerhez illesztett leszedő és elhasználódása nagy gyártási sebességnél nem látható elmosódást okozhat a nyomtatási mintában, az általános ellenőrző rendszerek sem érzékelik, így csak a későbbi munkafázisban fedezhető fel. Az Istra Vision továbbfejlesztett rendszere színállásonként 10–15 perces idővesztés elkerülését teszi lehetővé.

Újdonságok a felvágó és feltekereselő berendezések területén

Az új, keskenyebb pályákra vágó- és feltekereselő-beruházások közül az egyik egy óriási új BOPP gyár üzembehelyezéséhez kapcsolódik Kínában, egy amerikai tulajdonú csomagolóanyag gyártó vállalatnál.

A **Yongguan** cég 125 millió eurós beruházása során 4 új BOPP gyártó sort helyeznek üzembe, melyekbe a korszerű, keskenyebb pályákra felvágó és feltekereselő berendezések eleve be-tervezésre kerültek. Az olasz **Goebel IMS** gyártott felvágó-feltekereselő egységeket a **Brückner Maschinenbau** által gyártott (2 sor 10,4 m és 2 sor 8,7 m munkaszélességű) gyártósorokba építették be. A gyár fő terméke „környezetbarát öntapadó ragasztószalag” alapanyaga lesz.

A korábban (2020 februárban) üzembe helyezett *Monoslit Giant*, mely ugyancsak a Goebel IMS közreműködésével készült, 11 m munkaszélességű, és 1500 m/perc sebességgel képes filmet gyártani, egy menetben szalagokra vágni és feltekerceselni. A második gyártósor 2021-ben, a további kettő pedig 2022-ben kerül üzembe helyezésre. A Goebel IMS további fejlesztéseket végez, német leányvállalata új telephelyre költözik Darmstadtban, és részt vesz a Chinaplast kiállításon.

Az amerikai **Preferred Packaging** cég kapacitását a *Dearco T610* dupla, forgófejes vágó-feltekerceselő berendezéssel kívánja növelni (lásd az *1. ábrát*). Az új egység 3 régebbihez csatlakozik. Termékeik fedél- és más flexibilis filmek. Először egy használt Dearco berendezést vásároltak és próbálták ki, utána döntöttek a legújabb típus megrendeléséről, mely növeli a gyártás automatizáltságát. A magok felhelyezése a dupla feltekerceselő éppen nem forgó tengelyére és a tekercsváltás automatikusan, teljes gyártási sebesség mellett történik. A differenciális feltekerceselő lehetővé teszi a filmben esetleg előforduló egyenetlenségek visszatekerés útján történő korrigálását. Az automatikusan működtetett kések és tekercsváltások és az érintőképernyős vezérlés javítja a minőséget és a gépkezelők biztonságát.

Az angol **Atlas Converting Equipment** vágó-és feltekerceselő gyártó cég a *Titan ER610* rendszerét kiegészítette egy kitoló egységgel, ehhez kézi működtetést biztosító nyomógomb-egység csatlakozik (lásd a *2. ábrát*). A padozatra szerelt vázból és elektromosan működtetett fogaskerék-hajtásból álló henger kitoló egység acél karja a kívánt hossz elérésekor a feltekerceselő tengely forgásirányának megváltoztatását teszi lehetővé, ezáltal a



1. ábra. A Dearco cég egyik felvágó-csévélő gépe.



2. ábra. Az Atlas Titan ER610 egységéhez kifejlesztett tekerckitoló egység.

kész tekercs az operátor beavatkozása nélkül lekapcsolódik a hajtásról. A tologéység úgy van méretezve, hogy ki tudja szolgálni az ER610 sorozatú gépek maximális kapacitását. Mivel a késztermék-tekercsek mérete és súlya egyre nő, gépesített kitoló egységek szükségesek a biztonságtechnikai és ergonómiai követelmények teljesítéséhez. Az új kitoló egység beépítése golyós csap (Ball Lock) típusú befogó egységet igényel, hogy a visszaforgató tengely biztonságosan összekapcsolható legyen a meglévő tengely-befogóval. Az új kiegészítő egység növeli a hatékonyságot és az üzemeltetés biztonságát.

Az Atlas cég az SR7 sorozatú felvágó egységeinek PLC vezérlő egységét és szoftverét is korszerűsítette. A számítógépet *Siemens 827D* típusúval váltotta fel, az új külső vezérlőrendszer *Siemens PLC (S7-1516)* típusú. Az új PC és PLC között a kommunikáció Etherneten keresztül fut. A TP170 panel feleslegessé vált, helyettesítése TP700 egységgel történt. Az új elemeket a korábbi vezérlőegység tetejére fel lehet szerelni, az üzembe helyezés minimális kalibrációt igényel.

Egyidejűleg a legtöbb SR7 egységnél alkalmazott, de már elavult 9326 típusú meghajtást *Lenze 8400* típusúra cserélték le. A felújítás a vezérlés szoftverének módosítására is kiterjed, így Profibus rendszerhez csatlakoztatható. A létező váltóáramú motorok továbbra is használhatók. A csatlakozó hajtóműveket is korszerűsítették.

A **Jagenberg** cégcsoporton belül átcsoportosítások történtek, az **Atlas** a **Kampf** leányvállalathoz került. A Kampf, Titan és Atlas termékek önálló márkák maradnak, de a szervizrendszer egységes lesz.

A **Walki** műanyag csomagoló-eszköz gyártó cég a közelmúltban modernizálta IT infrastruktúráját a **Greycon** közreműködésével, beleértve a rendszer optimalizálását. A Greycon szállította a termelésirányítási rendszert (MES), az optimalizálási és tervezési tevékenységeket. A Walki célja a folyamatok standardizálásának támogatása modern és megbízható rendszerrel. Központi ERP került felállításra, hogy digitalizálja az üzleti folyamatokat a teljes globális hálózatukon.

A Walki négy fő célja a fejlesztéssel: növelni az általános működési hatékonyságot; támogatni a rendszer rugalmasságát a teljes ellátási láncban; olyan rendszer kialakítása, mely lehetővé teszi a gyors, hatékony, adatok alapján történő döntéshozatalt; és növelni a rendszer használhatóságát. A fenti célok mindegyikének eléréséhez a következő három rendszerének kombinált használatát javasolja: Opt-studio (tervezés, programozás); X-Trim (optimalizálás, kiegyensúlyozás); Greycon Mill (a termelés nyomon követése) – ez egy teljes irányítási rendszert alkot (MES), a Walki által választott ERP rendszerrel együtt.

A Walki szerint az új, integrált megoldások lehetővé teszik a fontos üzleti adatok megszerzését, és a döntésekhez való felhasználását. A Greycon szerint a tervezésre, optimalizálásra és termelés irányításra vonatkozó tapasztalataik összességének átadása biztosítja a Walki céljainak elérését.

A Davis-Standard cég javaslatai a felvágó-feltekerceselő gépegységek karbantartásához

A Davis Standard csoporthoz tartozik a Deacro vágó-feltekerceselő berendezéseket gyártó cég is. Tapasztalataik szerint az elhasználódás elkerülhetetlen. Tekintettel a dinamikusan fejlődő csomagolási iparban az egyre rövidebb gyártási tételekre, gyakoribb szerszámcserekre, és az anyagokkal szemben támasztott sokféle igényre, gyorsabb a kopás. A vágó-feltekerceselő gépek nagy sebességgel és gyakori ciklusváltással üzemelnek, ezért egyes alkatrészek, mint a fékek,

behúzó hengerek, szíjak és hajtóművek gyakori karbantartást igényelnek. A cég referencia kézikönyvet készített a vágó-tekerceselő egységek karbantartásáról, a teendők gyakoriságáról. Ellenőrzési listát készítettek a figyelmet érdemlő teendőkről és azok időzítéséről, amelyből néhányat alább mutatunk be.

<i>Szabadon futó kerekek:</i> havonta	Ellenőrzendő, hogy könnyen és csendesen forognak-e. Bizonyosodjunk meg arról, hogy a csapágyrögzítő csavarok szorosak, és a kereke nincsenek elcsúszva.
<i>Íves hengerek:</i> három havonta	Ellenőrizendő a sima futás nagy sebességnél, és hogy a perelyék nem váltak-e le a csapágyról, ezért a henger nem csúszott-e el oldalra. A meghajtó szíj kopását és feszességét is ellenőrizni, esetleg cserélni kell.
<i>Meghajtás:</i> három havonta	Ellenőrizni kell minden hajtószíj feszességét és kopását, azok vonalba állítását. A hajtás egymáshoz feszített hengereinek összesimulását közepén és a széleken.
<i>Vágóberendezés:</i> gyakran	Egyes egységek, mint a pozicionáló és a kések beállítása, három havonta kell ellenőrizni, más részek hetente, ezek: Vágóelemek, pengék befogása, pengék állapota, késfelfogó tengely csapágycsapatok, megfelelő szögállások. Az alsó késeket is meg kell vizsgálni, hogy elég élesek-e, és nem sérültek-e. Szükség esetén csere.
<i>Hornyolt vágórendszerek:</i>	A késeket kopástól függően cserélni kell. Ellenőrzendő a vágási nyomás. Kopás, berágódás esetén csere.

Fontos megjegyezni, hogy a gépegységgel együtt rendelkezésre áll a részletes karbantartási kézikönyv, a feladatokkal és gyakoriságokkal. Célszerű a berendezés közelében tartani, hogy könnyen hozzáférhető legyen.

Rövidítések

PE	polietilén
PP	polipropilén
OPP	orientált polipropilén
OPS	orientált polisztirol
OPET	orientált polietilén tereftalát
BOPP	biaxiálisan orientált polipropilén
MDO	egy irányban orientált filmek

Összeállította: Wappel Kálmán

A. Griff: Downstream extrusion operations: It ain't over till it's over – Plastics Today, 2019 április, <https://www.plasticstoday.com/extrusion-pipe-profile/downstream-extrusion-operations-it-aint-over-till-its-over>

Raising quality: advances in downstream equipment – Film and Sheet Extrusion, 2021 június, p. 37–40.

Winding sheet: latest in slitters and rewinders – Film and Sheet Extrusion, 2021. április, p. 25–28.