

A fóliagyártás továbbfeldolgozó berendezései és adalékanyagai

A fóliafűvésben fontos szerepe van a vágókésnek, a méret- és vastagságellenőrző műszereknek, az érdességmérő műszereknek, a hibákat és lyukakat kimutató berendezéseknek. Fejlesztik az extrúzió in-line nyomon követését is. Az adalékok segítik a feldolgozást és hozzájárulnak a fólia minőségének javításához (átlátszóság, hidrolitikus stabilitás, gázzáróság).

Tárgyszavak: műanyag-feldolgozás; fóliafűvés; hullámosodás; érdesség; vastagságszabályozás; adalékok.

Hullámosodás

A tulajdonságok tökéletes kombinációját nem mindig lehet extrudált fólia és lemez termékben létrehozni, de a továbbfeldolgozó berendezésekkel – a lehúzóhengerektől a vastagságszabályozó eszközökig – egyes problémák megoldhatók.

A Reifenhäuser *Evolution Ultra Flat* lehúzó rendszere lehetővé teszi jobb sík fekvésű fóliák gyártását a jobb nyomtathatóság és laminálhatóság érdekében. A fűjt fóliagyártók évek óta küzdenek a hullámosodás jelenségével és azzal, hogy a felület nem tökéletesen sík. A PEHD-t vagy PP-t tartalmazó merevebb fóliákat különösen érintik ezek a problémák, amelyek szintén gyakran előfordulnak a barrier fóliák előállításánál.

Az *Evo Ultra Flat* berendezésben rejlő titok a gyártási folyamaton belül elfoglalt pozíciójában van: rendszerint a tekercselő elé helyezik. Pontosan oda telepítik, ahol az optimális feldolgozási feltételek rendelkezésre állnak – a feszítőhenger és a sorjázó közé. Ez az elrendezés számos előnnyel jár: a fólia még 50°C feletti hőmérsékletű, így nem teljesen kristályosodik; a fólia nyújtása könnyebb, amíg rugalmas állapotban van; a művelet energiahatékonyabb a hasonló rendszerekhez képest.

Az egyéb előnyök közé tartozik az alacsony beruházási költség, a sokoldalú funkcionalitás és a rugalmasság. A négy fűtő-hűtő henger és a két feszítőhenger független sebesség- és hőmérséklet-szabályozása lehetővé teszi a kívánt sík fekvés elérését. Így optimális eredmények érhetők el különböző alapanyagokkal és fóliavastagságokkal. A tekercsek megereszkedése, behajlása csökkenthető a hengerek célzott szabályozásával. *A laminátumok és a barrier fóliák sík fekvése akár 40%-kal javítható, míg a tekercsek behajlása 90%-kal is csökkenthető.* Ez azt jelenti, hogy a fóliák könnyebben laminálhatók, nyomtathatók és átalakíthatók csomagolóanyagká a további feldolgozási során.

Vágóél

A vágó-feltekerceselő berendezések vezető gyártója, az Atlas Converting Equipment szerint a felső kés túlzott átfedése a leggyakoribb beállítási probléma a vágókéseknel. Ez az alábbi vágási hibákhoz vezethet, amelyek rontják a tekercs minőségét:

- nagyobb tekercsfutási ív,
- vágási pont helyének változása,
- szélesebb érintkezés a kés és a tekercs között,
- késoldalon nagyobb terhelési érintkezősúrlódás,
- nagyobb késvágóél-kopás,
- felső kés forgásának lassulása.

A vágási pontnál a tekercs találkozik az egymással érintkező felső és alsó késekkel. A vágási pont létrehozásához a késeknek egyenesnek kell lenniük: a felső kés alsó részének az alsó kés felső része alatt kell lenni.

Tangenciális tekerccspálya esetén a felső és alsó kés érintkezése nagyon közel van az alsó kés csúcsához. Nagyon fontos, hogy a tekercs alátámasztva legyen az alsó kés által a vágási pont helyén. Ezért az alsó késnek be kell hatolnia a tekercsbe, hogy kissé megnyomja azt a tangenciális tekerccspálya felett. Annak érdekében, hogy ez pontosan történjen, a felső kést általában bizonyos szögben állítják be a tekerccspálya irányának megfelelően (más néven nyírószög, dőlési szög). A kés szükséges szögbeállítása az anyagtól függően változik, általában $0,25-1,0^\circ$.

Számít a minőség

Az NDC cég az ICE USA kiállításon mutatta be a legújabb fejlesztéseit a keskeny tekercs méretének ellenőrzéséhez. Ezek közé tartozott a *8000-Slim* mérőrendszer a kompakt *SlimTrak* letapogatóval és a *ConvertIR* mérőműszer a fix pontos bevonatsúly és nedvesség mérésére. A *SlimTrak* letapogató kis keresztmetszeti mérete lehetővé teszi a szűk helyekre való beépítését, és támogatja az NDC legnépszerűbb mérőeszközait, mint például az *IG710* és az *SR710* infravörös vagy a *Gamma Backscatter* típusú műszereket. A rendszer az NDC *TDi minőségbiztosítási szoftver* platformjára épül, gyors, valós idejű mérést és pontos vezérlést biztosít a vastagság, a rétegvastagság, a métersúly és a nedvesség tekintetében. Különböző letapogató- és nyomtató konfigurációkkal érhető el.

A *ConvertIR* mérőműszerrel fix pontos, nem letapogató módszerrel on-line lehet mérni a fólia bevonatok tömegét. Az infravörös szenzor az NDC optikai szűrő technológiáját használja. Gyors mérési sebességének köszönhetően a *ConvertIR* folyamatosan méri a nedvességet vagy a bevonat tömegét, amely lehetővé teszi a feldolgozási művelet pontos vezérlését. Kétféle konfigurációban áll rendelkezésre: az egy nyomtávú kiépítés Operator Interface (OI) illesztőegységgel az utószárító vagy a kondicionáló nedvességének meghatározásához, illetve a bevonat tömegének egy pontos méréséhez; a két nyomtávú, mindkét eszközzel egyetlen OI illesztőhöz csatlakoztatva, a bal és a jobb oldalon a bevonat tömegének méréséhez.

Érdesség

A 3D felületi mérési megoldások szállítójaként működő FocalSpec bevezette legújabb, on-line felületi érdességmérő rendszerét széles és keskeny tekercsekhez. A *MicroProfiler MP 9000* a cég szabadalmaztatott *Line Confocal Imaging (LCI) technológiája* alapján lehetővé teszi a folyamatos 3D felszíni képalkotást a gyorsan mozgó tekercseknél, mint pl. a PVB fóliák, polimer lemezek, laminátumok, bevonatok és papírtokercsek. A tekercs lehet átlátszó, nem átlátszó, matt vagy fényes.

A mozgó keretre felszerelt LCI érzékelő automatikusan letapogatja a tekercs mikrotopográfiáját a teljes szélességében. A rendszer kimerevíti és elemzi a 3D felületi profilt, és kiszámítja a standard érdességi paramétereket, beleértve az Ra, Rz és RSm értékeket. Az érdességi eredmények valós időben jelennek meg, ami probléma esetén azonnali korrekciós intézkedéseket tesz lehetővé. A mérési adatok zárt hurkú vezérlésben használhatók. A gyártott tekercsek teljes hosszában mért összes eredményt a berendezés adatbázisában tárolják a minőségtanúsítási és gyártási jelentésekhez. Az *MP 9000* letapogató a felületi érdesség mellett más 3D-s jellemzőket is mér a mozgó tekercsen, mint például a felületi textúra, a vastagság, az élmagasság, a ráncosodás és a gyűrődés.

Lyukak keresése

A Bobst cég *Hawkeye* rendszere csökkenteni fémbevonatú fóliáknál a lyukak és más hibák számát, amelyek hatással lehetnek a vízgőz- és az oxigén-áteresztési sebességre. Segít abban is, hogy a fóliák alumínium bevonata megfelelő optikai sűrűségű (OD) legyen. A *Hawkeye* egyszerre képes kezelni mindkét feladatot nagy gyártási sebesség mellett anélkül, hogy veszélyeztetné a fémbevonat minőségét.

A beépített OD mérőrendszer a *Bobst Registron* modulján alapul és kiküszöböli az off-line ellenőrzés szükségességét. A *Hawkeye* a teljes tekercshossz mentén ellenőrzi a hibákat és azonnali visszajelzést küld a kezelőnek, pontosan meghatározva a vákuumkamrában a lyukak pontos helyét. Az OD és a hibakereső sugár együtt érzékeli, számolja és kategorizálja a 0,1 mm-nél nagyobb lyukakat, valamint karcolásokat a fólia fémezett felületén. Könnyen kezelhető és kalibrálható, egyszerű kezelőfelülettel rendelkezik, képes PDF formátumban jelentéseket készíteni, garantálja a teljes körű minőségellenőrzést és a nyomon követhetőséget.

In-line analízis

A Dow Chemical kutatói az UV-Vis spektroszkópia és az optikai képalkotás in-line módszerét alkalmazták a tartózkodásiidő-eloszlás (RTD) mérésére laboratóriumi léptékű fűjt fólia gyártósoron. A két módszer réz-ftalocianin nyomjelző impulzusokat használt. Általában kis mennyiségű nyomjelzőt adagolnak rövid idő alatt (impulzus), majd a nyomjelző koncentrációját az extruder végén mérik off-line vagy in-line analitikai módszerekkel.

A két eljárás hasonló tartózkodási idő eloszlást mért, de mindkettőnek vannak előnyös és hátrányos tulajdonságai. Az UV-Vis spektroszkópia pontosabb eredményt ad kis nyomjelző koncentrációnál, és többféle nyomjelzővel dolgozhat a pigmentektől és színezékektől eltérően, de drágább és nehezen használható üzemi méretű fújó fólia gyártósoron. Az optikai képalkotás gazdaságosabb és könnyen telepíthető üzemi szinten, de kevésbé érzékeny kis nyomjelző koncentrációknál és használata színes jelzőanyagokra korlátozódik. Az eredmények azt mutatták, hogy – amint az várható volt – a sebesség hat leginkább a tartózkodási idő eloszlásra fújó fólia gyártósoron, míg a felfújási arány erre nem volt hatással. A nyomjelző típusa és koncentrációja pedig kisebb mértékben befolyásolja azt.

Vastagságszabályozás

A Mesys új mérési koncepciót fejlesztett ki a gyártás során a fólia vastagságának pontos mérésére és beállítására. Az on-line mérési és ellenőrzési rendszer javítja a végtermék minőségét. A módszer egy hagyományos letapogató mérőeszközt kombinál a mérőkeret mentén fix helyzetben rögzített érzékelőkkel. Ez lehetővé teszi a tekercs szélességében a fólia teljes körű feltérképezését. *Ma ez nem lehetséges hagyományos letapogató mérőeszközökkel.* Az új megoldás több érzékelőt használ és nagyobb felbontású a jobb termékminőség érdekében.

Hasonló módon, a BST egy új átviteli érzékelőt mutatott be a rétegvastagság és a métersúly méréséhez. A *PCI6S-wave* nem használ ionizáló elektromágneses hullámokat, ezért működése, szállítása és ártalmatlanítása során nincs szükség nemzeti vagy nemzetközi engedélyekre. Az érintésmentes abszorpciós mérési eljárással az egyrétegű műanyag fóliák gyorsan és pontosan mérhetők.

A Sikora *Planowave 6000* érintésmentes rendszere a műanyag lemezek vastagságának mérésére szolgál az extrudálás során. A roncsolásmentes módszer milliméteres hullámhosszú, frekvenciamodulált, folyamatos hullámokat használ, amellyel képes mérni az összes műanyagot, beleértve a PE-t, a PE-HD-t, a PP-t, a poliamidot és a PVC-t. A milliméteres hullámhosszú technológia a vastagság pontos meghatározását kínálja csatolóközegek nélkül, függetlenül a műanyag lemez anyagától és hőmérsékletétől, valamint kalibrálásra sincs szükséges.

Adalékanyagok a fóliafűvés és a fóliák minőségének javítására

A műanyag fóliák rendkívül versenyképes piacot jelentenek, ahol a teljesítménynövekedés és a gyártás hatékonyságának kis javulása is felértékelődik. Az elmúlt időszakban a vezető adalékanyag-beszállítók érdekes és szokatlan lépéseket tettek, hogy javítsák a fóliák minőségét és feldolgozhatóságát.

A Dow Performance Silicones (korábban Dow Corning) a Fakuma 2017 kiállításon mutatta be a *Huma-6301* mesterkeveréket biaxiálisan orientált polipropilén (BOPP) fóliához. A granulátum 25%-ban tartalmaz polipropilén homopolimerrel reagáltatott ultra nagy molekulatömegű sziloxán polimert, amely kis dinamikus súrlódási

együtthatót (COF) nyújt kismértékű adagolás esetén, pl. 2–5 % (m/m)-nál ez az érték 0,2–0,3 között van. Emellett stabil és tartós csúsztató teljesítményt nyújt migráció nélkül. A *HMB-6301* megfelel az *EU 10-2011-es* étel-miszerrel való érintkezés követelményeinek, és jelenleg FDA jóváhagyás alatt van. A Dow olyan fóliákhoz szánja a mesterkeveréket, amelyekből étel-miszeres tasakok, burkolófóliák, csomagok és zacskók állíthatók elő.

A *HMB-6301* fejlett technológiája a hagyományos csúsztatók olyan kulcsfontosságú hátrányait küszöböli ki, mint a folyamatos migráció a fólia felületéről, és az idővel magas hőmérsékleten bekövetkező degradáció. A mesterkeverék lehetővé teszi a kiváló nyomtatást és a fémbevonást is. A szerves viaszokat, mint például az erukamid, széles körben használják csúsztatóként a BOPP fóliáknál, de migrációjuk növelheti az átlátszó termékek homályosságát. Ha az adalékanyag a csúsztatóval kezelt felületről a koronakezelt felületre vándorol a tekercselés és tárolás során, akkor a *nyomtathatóság romolhat*. A *HMB-6301* mesterkeveréket csak a BOPP fólia külső rétegéhez adagolják, és mivel nem migrál, a szilikonnal kezelt felületről a koronakezelt felületre nincs át-vándorlás. A mesterkeverék öntött PP fóliákhoz is alkalmazható.

A súrlódás ismétlődő problémát jelent a BOPP csomagolófólia előállításánál, mivel negatívan befolyásolhatja a fólia megjelenését, deformálódást és szakadást okozhat, ami rontja a kihozatalt. Ez a mesterkeverék nem csak ezeket a problémákat oldja meg, hanem mérsékelheti az aggodalmakat a tárolás során bekövetkező migrációval kapcsolatban is, lehetővé téve a minőség és termelékenység maximalizálását.

Számos más cég is fejlesztett erukamidot helyettesítő csúsztatókat. A Croda Incroslip SL adalékanyaga érintkezhet az étel-miszerekkel, a csúsztatás mellett szép színeket, jó érzékszervi tulajdonságokat és oxidatív stabilitást kínál. Az Ampacet *Lamslip 754* mesterkeveréke kiváló és egyenletes csúszási tulajdonságokat biztosít a laminált fóliák étel-miszeripari és nem étel-miszeripari alkalmazásainál. A hagyományos csúsztató mesterkeverékekhez képest a *Lamslip 754* kis és egyenletes dinamikus súrlódási együtthatót tart fenn a ragasztás után is, és kiküszöböli a csúsztató átvándorlását a laminátum másik oldalára. Mivel alacsony adagolási sebesség mellett rendkívül hatékony, korlátozza a feldolgozásnál és csomagolásnál jelentkező ingadozó csúsztatást, és megakadályozza a hatékonyság csökkenését az automatikus csomagolás során.

Homályosság

A sík polietilén (PE) fóliák homályosság elleni adalékanyagai jól ismertek és széles körben használatosak. Mivel a fóliaszervezetek egyre összetettebbé válnak és a fóliagyártóknak továbbra is szükségük van ezekre a mesterkeverékekre a különféle gyártási folyamatokhoz, *a kereslet az új megoldásokra és a kifinomultabb összetételekre szintén nő*. A Tosaf új, harmadik generációs *AF7380PE* típusú homályosság elleni mesterkeveréke ezeket a piaci igényeket elégíti ki. A típus előnyei közé tartozik emellett még a kiváló optikai tulajdonsága. Számos gyártási folyamatban használható, a laminált polietilén fóliáktól kezdve a fúvott és öntött, koextrudált, többrétegű barrier fóliákon keresztül a két- és három-tömlős gyártási technológiával előállított orientált fóliáig.

Az Ampacet legújabb típusaival a mezőgazdasági fóliagyártókat célozza meg. Egy jellemző probléma az üvegházakban és a fóliásátrakban a homályosság jelenségéhez kötődik, ezért bővítették az *Agroclear* termékcsaládot a 752 típusal az egy-két évszakos üvegházakhoz, az alacsony fóliásátrakhoz és a korai betakarítású növények védőfóliáihoz. Még nagyon kis adagolási arány mellett is elmondható, hogy „kiemelkedő és konzisztens” homályosságcsökkentő tulajdonságokkal rendelkezik ez a típus. Kiváló átlátszóságot biztosít a fóliának, kiküszöböli a homályossággal kapcsolatos problémákat (fényáteresztés csökkenése és a növények károsodása), optimalizálja a növények növekedését és emeli a terményhozamot.

Az Ampacet olyan nagy hatékonyságú mesterkeverékeket is kifejlesztett, amelyek meghosszabbítják az élelmiszerek eltarthatósági időtartamát, ezek közé tartozik az *UVBlock 347* és az *UVBlock 347 PP* adalékanyag. Ezek a típusok a PE és PP (BOPP és öntött PP) esetében kiválón védenek az UV-sugárzás ellen a csomagolásokhoz használt vékony, átlátszó fóliáknál. A mesterkeverékek lehetővé teszik, hogy a fóliák megtartsák az átlátszóságukat, nem fordul elő kivirágzás, mint a hagyományos, migráló vegyületeknél.

Hidrolitikus stabilitás

Az utóbbi években számos adalékanyag-beszállító jelent meg stabilizátoraival poliolefin fóliákhoz, köztük az Addivant, a Cytec (jelenleg Solvay) és a Songwon. A BASF már a K 2016 vásáron bemutatta a *Tinuvin XT 55* fénystabilizátorát, elsősorban műfüvekhez és műszaki textíliákhoz, amely fóliákhoz is használható.

A Clariant szintén kulcsfontosságú szereplője a piacnak, az *AddWorks LXR 568*-at az egyik legkorszerűbb adalékanyagként mutatta be a K 2016-on. Ez egy nagy teljesítményű, foszfor alapú stabilizátor (másodlagos antioxidáns), amely kiemelkedő színeket nyújt, védi az ömledékáramot és jól ellenáll a hidrolízisnek. Hidrolitikus stabilitása segíti a feldolgozókat abban, hogy meggátolják a polimer bomlását, biztosítva ezzel az egyenletes kihozataalt. A polietilén és polipropilén fóliák esetében az adalék sokkal alacsonyabb olvadásponttal rendelkezik, mint egyes foszfit stabilizátorok (különösen 90 °C a 180 °C-kal szemben), ami hozzájárul a homogén ömledék kialakításához és a gélesedés hatékony csökkentéséhez. A BOPP fóliagyártásban az *LXR 568* 44%-kal jobb ömledékvédelmet nyújt, mint a *PS 168* típus, valamint 68%-kal jobb a színvédelme és kétharmadával csökkenti a gélesedést. A PE-LLD feldolgozása során a stabilizátor jobb ellenállást biztosít a sárgulással szemben.

Jobb gázzáróság

A Milliken gyakorlati megközelítést alkalmazott a göcképző technológiáján alapuló adalékanyagának használatával, amely jelentősen javíthatja a polietilén fóliák optikai és gázzáró tulajdonságait. Az előbbi jellemző azért javul, mert több göcképző helyet és így kisebb kristályokat hoz létre, az utóbbi pedig azért, mert az adalék indukálja a kristályorientációt.

A vállalat több éve kínálja már a *Hyperform HPN* gócképzőket. A tavaly bevezetett *UltraGuard* mesterkeverék-család tartalmazza ezeket az adalékokat. A mesterkeverékekkel testreszabott megoldásokat kínálnak a feldolgozóknak. A granulátumok más adalékanyagokat is tartalmazhatnak, mint például feldolgozás-javítókat és pigmenteket, elsősorban a fóliagyártáshoz, de a kompaundáláshoz is.

Az adalékanyagok módosítják a poliolefinok kristályos szerkezetét, olyan hálókat hoznak létre, amelyek jelentősen megnövelik az oxigén- és a vízgőzzárást, de nagyobb molekulák, például aromás vegyületek is megtalálhatók a rendszerben. A javulás mértéke 30%-tól 60%-ig terjedhet a mátrixpolimertől függően. Az *UltraGuard* nagyobb javulást eredményezhet olyan polimereknél, amelyeknek rosszabb az inherens gázzárása. Figyelembe kell venni még a sűrűséget, az MFI-t és a molekulatömeg-eloszlást is. Az *UltraGuard* hatással van továbbá a fóliavastagságra és javítja az optikai tulajdonságokat.

Feldolgozást segítő adalékok

A Polyfil Corp nagy teljesítményű, feldolgozást segítő koncentrátumokat fejlesztett ki, amelyek optimalizált részecskeméret-eloszlást nyújtanak. Ezek az anyagok korábban elérhetetlen teljesítményt és hatékonyságot eredményeznek az extrudálás során, lehetővé téve a feldolgozók számára a kihozatal és a termelékenység javítását. Az *egyedülálló határfelületi anyag és a legfejlettebb fluoroelasztomer technológia kombinációja* lehetővé teszi, hogy ezeket a feldolgozást segítő anyagokat a legszélesebb körben lehessen használni.

Ahhoz, hogy a koncentrátumok még hatásosabbak legyenek, olyan speciális keverési módszereket alkalmaznak, amelyek biztosítják a fluorelasztomer részecskék diszpergálódását az optimális teljesítmény érdekében a fólia extrudálásakor. Csökkentik az extruderek indítási hulladékát, növelik a gyártási sebességet és javítják az extrudáló sor hatékonyságát. A fúvott fóliáknál kitűnő sík fekvés érhető el, míg az ömledéktörés és a kiömlési vonalak kétszer gyorsabban távolíthatók el fele annyi adalékot használva, mint a hagyományos feldolgozást segítők esetében.

Az új technológia egyik nagy előnye az, hogy magasabb hőmérsékletű alkalmazásokban is lehet használni. Síkfólia extrudálásakor és extrúziós bevonásakor az új típusok ellenállnak a 300 °C-os hőmérsékletnek, ellentétben a legtöbb olyan feldolgozást segítő adalékkal, amelyek nem alkalmazhatók hatékonyan 240 °C felett.

A szerszámajak tisztítások között eltelt idő jelentősen megnőtt az adalékanyag teljesítményének és hőstabilitásának köszönhetően. Egy nemrégiben készült tanulmány kimutatta, hogy 1% *PAC-0001-21LL* koncentrátumot alkalmazva többretegű fólia extrudálásakor a tisztítások közötti időt 400%-kal sikerült meghosszabbítani.

Összeállította: Dr. Lehoczki László

Reade, L.: Moving down the line = Film and Sheet Extrusion, www.filmandsheet.com 2017. szeptember, p. 21–26.

Mapleston, P.: Adding performance to films = Compounding World, www.compoundingworld.com 2018. január, p. 49–56.

www.quattroplast.hu