

## Fóliagyártás versenyképesen

Az öntött és a fűjt fóliák közül is jelenleg a 3-rétegűek a legnépszerűbbek mind a gyártók, mind a felhasználók körében. Megkezdődött azonban az átrendeződés az 5- és 7-rétegűek alkalmazására, de már a 9-rétegű gyártóberendezések iránt is növekszik az érdeklődés. Aki versenyképes akar maradni, annak lépnie kell. Új technológiaként megjelent a fűjt fóliák vízzel hűtése, ami nemcsak a termelékenységet növeli, hanem új tulajdonságokat is ad a fóliáknak.

*Tárgyszavak: fóliagyártás; csomagolóipar; BOPP; BOPET; többrétegű fóliák; fóliafelépítés; új hűtési technológia; műanyag-feldolgozás.*

### 3-rétegű helyett 5- és 7-rétegű BOPP fóliák

2008 óta a gépgyártók több mint 120 új BOPP fóliagyártó berendezést adtak el a világ különböző országaiban, ezek teljes gyártókapacitása nagyobb, mint 4 millió tonna/év. Ez a plusz kapacitás 2015 közepén válik érzékelhetővé a piacon. Ha figyelembe vesszük az addig leállított gépek kapacitását, becslések szerint *a jövő évben a világon névlegesen évi 10 millió tonna BOPP fólia előállítására alkalmas gyártókapacitás áll majd a feldolgozók rendelkezésére.*

A standard BOPP fóliák ára Európában 2008 óta kb. 25%-kal csökkent. Az ilyen fóliákat ma nagy, 6 t/h-nál nagyobb teljesítményű, akár 10,4 m széles gépeken 500 m/s sebességgel gyártják, ezért az 1 kg fóliára eső állandó költségek is erőteljesen mérséklődtek. A régebbi berendezésekkel dolgozó üzemek, amelyek legfeljebb 3-rétegű fóliák gyártására képesek, és amelyek termelékenysége jóval kisebb, nem tudnak lépést tartani a korszerű üzemekkel; a háromrétegű standard BOPP fóliák gyártása ilyen körülmények között már nem gazdaságos.

Mielőtt azonban az üzemben leállítanák vagy kiselejteznék a régi gépeket, érdemes fontolóra venni átalakításukat. Vannak arra pozitív példák, hogy a régi gépen átalakítás után 5- vagy 7-rétegű, korszerű fóliákat lehet gyártani, amelyekért jó árat fizetnek. Ilyenek pl. az élelmiszer-csomagolásra használt fehér színű, jó gázzáró tulajdonságú vagy a fémgőzölt fóliák, de ilyen a névjegykártyákhoz és ünnepi nyomtatványokhoz alkalmazott szintetikus papír és az aromazáró fólia is.

A több réteg többféle speciális funkciót láthat el. Egy etilén/vinil-acetát (EVOH) réteg pl. erősen gátolja az oxigén vagy a vízgőz áthatolását a fólia falán. Nagy felületi energiájú felületi rétegre a szokásosnál vastagabb és egyenletesebb fémréteget lehet felhordani. Egy ötrétegű fólia átlátszóbb, felülete fényesebb lehet, de fordítva, átlátszatlanná is lehet tenni.

A többrétegű fólia olcsóbban gyártható, mert bizonyos adalékokat csak valamelyik vékony köztes rétegbe kell bekeverni, ezért kevesebb kell belőle. A kevesebb adalékból kevesebb párolog el feldolgozás közben, ritkábban kell a gépet karbantartani.

Újdonság a piacon a *BOPP-UHB fólia* (Ultra-Hochbarrier-Folien). Az ilyen fóliák 5-rétegűek és zárórétegüket fémgőzöléssel alakítják ki. Ennek következtében záróhatásuk az alumíniumfóliáéhoz hasonló, ahelyett alkalmazhatók pl. levesporok csomagolására. Nem elhanyagolható előnyük, hogy gyártásuk alatt 75%-kal kevesebb CO<sub>2</sub> kerül a levegőbe, mint az alumíniumfólia előállításakor.

*A speciális fóliáknak egyelőre kevés a gyártója, de nagy a kereslete.* Ezért most érdemes átállni ilyenek készítésére. A régi háromrétegű berendezésekből mérsékelt összegű beruházással lehet korszerű termelőeszközt készíteni. Az átalakításkor érdemes a legfejlettebb folyamatvezérlést választani, amely kényelmesebbé teszi a berendezés kezelését, a gyors termékváltás által csökkenti a gyártási költségeket, növeli a stabilitást és átláthatóbbá teszi az üzemeltetési adatokat. *Az 5- vagy 7-rétegű berendezésen szükség esetén továbbra is lehet háromrétegű fóliát gyártani.*

Az átalakított berendezés akkor lesz sokoldalú és rugalmas, ha a korábbi egycsigás extrudert hatékony energiafelhasználással dolgozó kétcsigás extruderre cserélik ki. Intelligens vezérléssel termékváltáskor, szűrőcsere vagy karbantartás után ezzel kisebbé válik az anyagveszteség. Vákuumos gázelszívó feleslegessé teheti a granulátum szárítását, ami ugyancsak energia- és költségmegtakarítással jár.

Az átalakításnak vannak bizonyos előfeltételei. A meglévő gép adottságaitól függően az átalakítás az eredeti beruházás kb. 10%-áért megoldható, az új beruházás kockázata ezért csekély. Feltétlenül szükséges új eszközök a rétegszámnak megfelelő koextruderek, az ezekhez tartozó anyagellátó berendezések, adagolók, szűrők, ömledékcsatornák, fúvókák, egy adapterblokk, megfelelő villamos csatlakozók, hajtórendszerek és a szükséges szoftverváltoztatások.

Ha ezeken kívül a rendszerbe beépítenek egy új kétcsigás extrudert is, a volumetriás adagolót gravitációs adagolóra kell cserélni. Ilyenkor a főextruder vezérlését is meg kell változtatni.

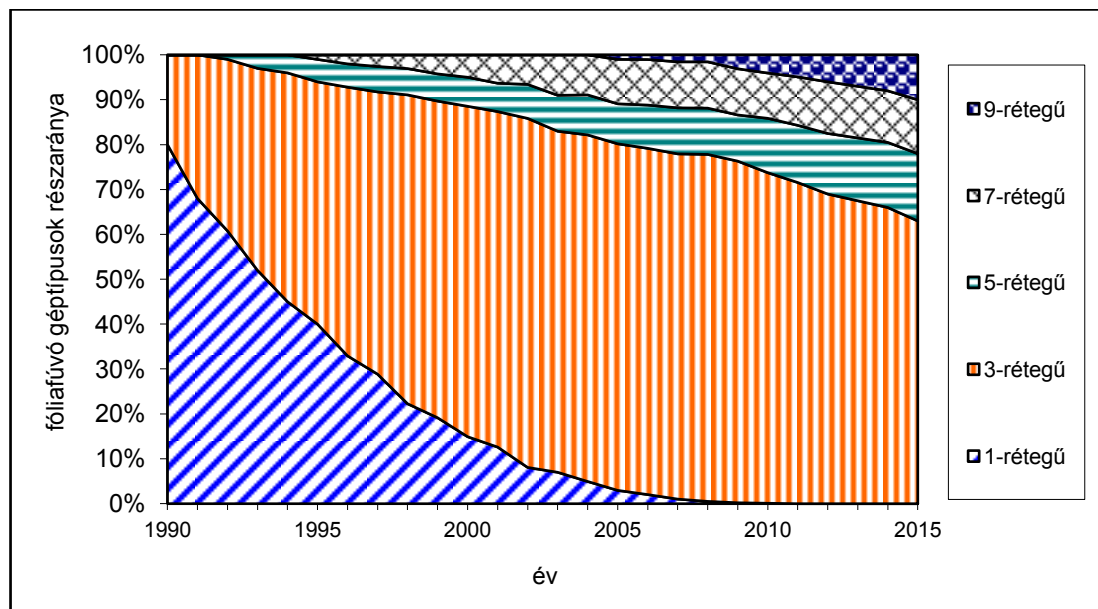
Ha a berendezést 5- vagy 7-rétegűvé alakítják, megnő a kihozatal, feltéve, hogy a régi elemekben van még tartalék hőkapacitás. Ezért az átalakítás tervezésekor át kell vizsgálni a meglévő berendezést, és fel kell mérni, hogy melyik elemében léphet fel szűk kapacitás, és hogyan lehet azt a leggazdaságosabban megszüntetni. A nagyobb kihozatal és a korszerű termék gyártása rövid idő alatt amortizálja a ráfordított költségeket.

A Brückner Servtec GmbH (Siegsdorf) több mint tíz éve foglalkozik korábban gyártott BOPP berendezések korszerűsítésével. Az elmúlt három évben különösen sok európai és ázsiai műanyag-feldolgozó cég vette igénybe szolgáltatásait.

## **A fűjt fóliák is egyre több rétegből állnak**

A fűjt fóliák gyártóinak is egyre összetettebb igényeket kell kielégíteniük. Ha átérnek a 3-rétegről az 5-rétegű fóliák előállítására, sokkal könnyebben tudnak megfe-

lelni az elvárásoknak, és lépést tudnak tartani a versenytársakkal. A Windmüller & Hölscher cég (Lengerich) szerint *egyrétegű fóliagyártó berendezést ma már senki nem vásárol*, a mai fóliagyártás túlnyomó többségét adó háromrétegű fűvőberendezések iránt a kereslet csökkenni kezdett és egyre többen vásárolnak 5-, 7- vagy 9-rétegű fólia fűvására alkalmas gyártósort (1. ábra).



1. ábra A W&H eladott fóliafűvő berendezéseinek részaránya a rajtuk gyártható fóliák rétegszáma szerint

A fóliafűvők ma még nagy mennyiségű háromrétegű fóliát gyártanak. Ezek egy részét kasírozáshoz használják fel, pl. záróréteggént, vagy hátsó oldalukon nyomtatott BOPP, ill. BOPET fóliát ragasztanak rá.

A háromrétegű fóliákban a rétegek aránya 1:1:1 és 1:6:1 között változhat. A fedőrétegek különösen fontosak, mert többféle igényt kell kielégíteniük, esetenként fényesnek, hegeszthetőnek, nyomtathatóknak kell lenniük. Mivel az ilyen tulajdonságokat legtöbbször csak drágább alapanyagokkal vagy adalékokkal lehet szavatolni, *a fóliagyártók a fedőrétegek vastagságát igyekeznek a lehető legkisebbre leszorítani*. Ha színes a fólia, a pigmentet gyakran a középső rétegbe keverik, hogy az a feldolgozás alatt a legkisebb felületen érintkezzék a fémfelületekkel, mert így nem rakódhat le, könnyebbé válik a gép és a szerszám tisztítása, ill. a termékváltás. A mechanikai tulajdonságok optimalizálása érdekében a három réteghez néha három különböző receptúra alapján készített keveréket használnak.

Az utóbbi időkből egyre többen vállalkoznak ötrétegű fóliák gyártására. Ennek oka, hogy a fólia tulajdonságait a több réteggel könnyebb az elvárásoknak megfelelően kialakítani, az egyes funkciókat az egyes rétegek célzott összetételével építik be a termékbe. A drága alapanyagokból csak a feltétlenül szükséges mennyiséget használják fel, a köztes rétegekhez olcsóbb műanyagot, esetleg reciklátumot használnak. Tudatos

rétegfelépítéssel a tulajdonságok romlása nélkül csökkenthetik a fólia vastagságát is. (Hasonló elv érvényesül az öntött fóliák gyártásában is.)

A csomagolásra felhasznált fóliákkal szemben támasztott alapkövetelmény, hogy további feldolgozásuk könnyű legyen, csomagoláskor kényelmesen és biztonságosan lehessen őket felhasználni és megvédjék a becsomagolt árut. Öt réteggel célirányosabban lehet ezeket a követelményeket kielégíteni, pl. a merevséget szabályozni.

Háromrétegű fóliákhoz olyan keverékeket használnak, amelyekben a szívósságot pl. egy metalloccén katalizátorral polimerizált lineáris kis sűrűségű polietilén (mPE-LLD), a merevséget egy nagy sűrűségű polietilén (PE-HD) szavatolja. Ötrétegű fóliában két külön réteg funkciója lehet a merevség, ill. a szívósság. Ha ez a két réteg egymástól nagyobb távolságban van, javul a fólia hajlítómerevsége. Az ExxonMobil Chemical cég (a metalloccénes polietilének egyik fő gyártója) pl. a merevséget adó polimert középső réteggé építette be nehézsúlyú céljára szánt fóliáiba, amelyek hajlítómerevsége ezáltal 40%-kal nőtt. Az mPE-LLD alkalmazása emellett a kúszásra is pozitív hatással volt. A merevség a talpas zacskók fóliáinak is fontos tulajdonsága. Hagyományosan poliolefinfóliákat ellennyomással kezelt BOPP és BOPET fóliákkal kasíroznak ezek gyártásához. Ötrétegű fóliákba épített merev réteggel megtakarítható a kasírozás. A drágább műanyagból készített nyomtatható és hegeszthető fedőréteg vastagságát minimálisra lehet csökkenteni.

Az üdítőitalokat ma rekeszek helyett polietilén zsugorfóliával összefogott egységekben szállítják. Háromrétegű fóliában a középső rétegnek kell az átszakadás elleni védelmet és a zsugortulajdonságot is teljesíteni. A W&H cég kísérletei bizonyították, hogy ha ötrétegű fóliában a szívós és rugalmas mPE-LLD-t a középső rétegből a külsőbb rétegekbe építik be, jelentősen javul az átszakadási szilárdság, és a középső rétegben a kis és nagy sűrűségű polietilén keverésével (PE-LD + PE-HD) szabályozni lehet a zsugorodás mértékét. A tudatos fóliafelépítés következtében a vastagságot akár 20%-kal lehetett csökkenteni.

A csomagolófóliákat néha nemcsak a könnyebb nyomtatás miatt kasírozzák, hanem azért is, hogy tetszetősebb, fényesebb legyen a felületük. Ötréteges fóliában ez egy vékony felületi réteggel elérhető. Ha ma divatos, átlátszatlan fehér fóliát akarnak gyártani, nem kell a középső réteget fehér pigmenttel megtölteni, elegendő egy átlátszatlan fehér réteget közvetlenül az átlátszó felületi réteg alá tenni, amellyel el lehet fedni az esetleg kissé elsárgult reciklátumból készített mélyebb réteget is.

## **Amorf szerkezetű fóliák fűvése vízhűtéssel**

A széles körben elterjedt hajlékony, ún. flexibilis csomagolás fóliáit fűvéssel vagy öntéssel gyártják. Fűvéskor a tömlővé fűjt ömledéket levegővel hűtik, a hűtés lassú, sebessége 20–80 K/min között van. Fóliaöntéskor az ömledék hűtött fémhengerre kerül, a hűtés itt tízszer gyorsabb. Ha a fűjt fóliát vízzel hűtik, a hűtés sebessége elérheti az 1000–3000 K/min értéket. A gyors hűtés alatt az ömledékben nem képződnek kristályok, a megszilárdult fólia molekulaszervezete szinte tökéletesen amorf ma-

rad. Az ilyen fóliák majdnem tökéletesen átlátszóak, fényesek, nagyon lágyak, nagy az átszakítási szilárdságuk, emellett nagyon könnyen hőformázhatók.

A W&H cég vízhűtéses fóliafúvó berendezéseit *Aquarex* márkanevvel forgalmazza, ezek a *fóliatömlőt függőlegesen lefelé extrudálják*. Más fóliafúvó gépsorokhoz hasonlóan itt is több extruder plasztikálja a különböző műanyagokat, amelyek a fúvófejben a többrétegű gyűrűszerszámon keresztülhaladva többrétegű ömledéktömlőt képeznek. A tömlőt függőlegesen lefelé vezetik, eközben belső levegőnyomással felfújják. A vizes kalibrálóban külső felületét szabályozott módon vízzel hűtik, a lehűtött fóliát síkba fektetik, lehúzzák, esetleg hőstabilizálják, majd feltekerceselik. A gyártósorhoz a W&H hagyományos *Varex II* berendezéseinek elemeit (extruder, fúvófej, automatizálás, tekerceselő) használják fel. Az *Aquarex* vizes fúvóberendezésen maximumisan 11-rétegű fólia gyártható, amelynek legnagyobb szélessége 1600 mm, vastagsága 30–300 µm lehet. Az újszerű vízhűtés megnöveli a termelékenységet és csökkenti a berendezés teljes magasságát.

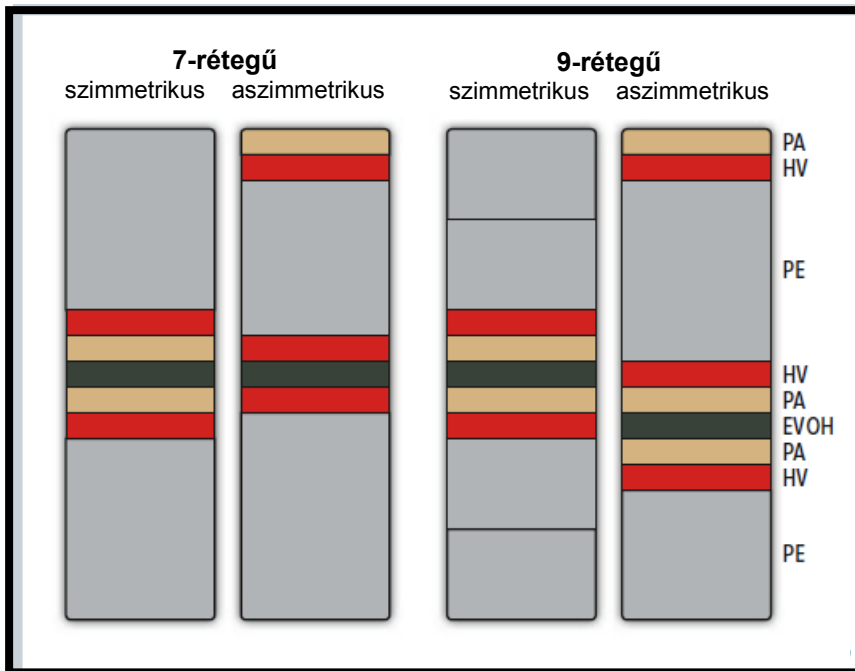
A vízhűtéses fóliafúvó berendezésen készített fóliák különösen alkalmasak a gyógyászatban használt infúziós tasakok előállítására. Ezekről elvárják a kifogástalan optikai és mechanikai tulajdonságokat. Alapanyaguk egy erre a célra módosított polipropilén (PP). Mivel a tasakok közvetlenül érintkeznek az infúziós folyadékkal, a fóliát és a tasakokat szigorú higiéniai és aszeptikus előírásoknak megfelelő tisztatéri környezetben gyártják. A gyors hűtés következtében a fólia lágyága hasonló a lágy PVC-éhez. Jó hegeszthetősége mellett nagy az átszakítási szilárdsága. (A zacskók 1 m magasról többször leejtve nem kezdhetnek szivárogni.) A fólia puha tapintása miatt nem okoz kellemetlen érzést, ha hozzáér a beteg bőréhez.

Nagyon alkalmasak az ilyen fóliák az automatizált, ún. FFS (form-fill-seal, formázd-töltsd meg-zárd le) csomagoláshoz. Ennek legegyszerűbb formája a „zacskós tej” jellegű csomagolás, amelyet folyadékok és szemcsés anyagok forgalmazására széles körben alkalmaznak, de talpas zacskók vagy oldalukon redőzött zacskók is készíthetők és tölthetők ilyen csomagolóberendezésen.

Érzékeny vagy hosszabban eltartandó élelmiszerek csomagolásához gázzáró, gőzzáró, aromazáró vagy más funkciót hordozó többrétegű (5-, 7-, 9-, 11-rétegű) fóliákat használnak. Ezek legtöbbször szimmetrikusan vannak felépítve, a záróréteget (poliamid, PA és etilén/vinil-acetát, EVOH) középen, szimmetrikusan építik be. Mivel ezek a polimerek rosszul férnek össze a polietilénnel, tapadást segítő anyagot (Haftvermittler, HV) kell közéjük tenni ahhoz, hogy a fóliát zacskós csomagoláshoz fel tudják használni, az általában PE-ből készült külső rétegeknek nyomtathatóknak, hegeszthetőnek kell lennie, és felhasználóik a fényes felületet is kívánatosnak tartják.

A szimmetrikus fólia hegesztése azonban néha gondot okoz. A hegesztést ugyanis egyrészt rövid idő alatt kell tökéletesen elvégezni, hogy a zacskóba töltött folyadék véletlenül se szivárojon. Másrészt a fóliát hegesztéskor nem szabad túlmelegíteni, mert akkor ráragad a hegesztőszerszámmra, amelyet gyakran kell tisztítani, a felragadt műanyag pedig szennyezi a hegesztendő felületet, emiatt a folyadék a hegesztési varratnál esetleg szivárogni fog.

Ez a kellemetlen jelenség elmarad, ha a hegesztőszerszámmal érintkezésbe kerülő külső réteg anyaga hőállóbb műanyag, pl. PA. Egy PA réteg fel is kasírozható, de gazdaságosabb az aszimmetrikus többrétegű fóliára koextrudálással felvinni (2. ábra).



2. ábra  
Gyakori felépítésű zárófóliák szimmetrikus és aszimmetrikus felépítéssel

A különböző ömledék-hőmérsékletű PA és PE együttes fóliafűvése hagyományos eljárással nem könnyű, PA-ból és PE-ből álló háromrétegű fólia fűvésakor a PA réteg a tömlő külső felületén gyorsan megszilárdul, a PE azonban tovább marad ömledék formájában, és képes kiegyenlíteni a PA térfogatcsökkenését. Amikor a tömlő eléri a PE dermedési vonalát és térfogata csökken, a megszilárdult PA ezt nem tudja kiegyenlíteni, a tömlő deformálódik, megcsavarodik. Ilyen kellemetlen jelenség vízhűtéskor nem lép fel. A vízzel gyorsan lehűtött fóliában a PE és a PA együttesen gyorsan megszilárdul.

Mivel a fólia vízzel hűtése megváltoztatja a molekulaszervezetet és ez módosítja a mechanikai tulajdonságokat is, a levegős hűtéshez beállított receptúra nem alkalmazható automatikusan a vízzel hűtött fóliák gyártásához. A W&H cég egy etolajat forgalmazó indiai céggel közösen vizsgálta, hogyan lehetne a háromrétegű fóliazacskókban forgalmazott olajat többrétegű fóliába tölteni. Mivel az olaj átdiffundál a PE rétegen, a dobozokban tárolt olajos zacskók kívülről mindig olajosak voltak. Úgy gondolták, hogy egy aszimmetrikusan felvitt PA rétegnek két előnye volna. Egyrészt megakadályozná az olaj áthatolását a zacskó falán, másrészt gyorsítaná a zacskók lehegesztését, mert a PA hőállósága megengedné a magasabb hegesztési hőmérsékletet. Ezt bizonyította az újabb zacskók külső rétegeként meglehetősen nagy költséggel felkasírozott két irányban nyújtott PA fólia alkalmazása.

A közös fejlesztés eredménye egy költségtakarékosabb többrétegű fólia gyártása vízhűtéses fóliafűvéssel, amelynek külső PA rétege megakadályozza az olaj kiszivár-

gását, emellett magasabb a felület fénye is. A hegesztés gyorsabb lett, percenként 30 zacskó helyett 40-et tudnak lezárni, és a hegesztőszerszámok élettartama is megnőtt. Az új zacskók között a mintegy 2000 km-es szállítási távon sokkal kisebbé vált a veszteség.

Összeállította: Pál Károlyné

Thönniss, U.: Fitnesskur für neue Märkte = Kunststoffe, 103. k. 11. sz. 2013. p. 67–69.

Ederlen, L.: Mehr Schichten — viele Möglichkeiten = Kunststoffe, 103. k. 6. sz. 2013. p. 70–73.

Ederlen, L.; Bergmann, T.; Putsch, I.: Neue Verpackungslösungen durch schnelle Abkühlung = Kunststoffe, 104. k. 5. sz. 2014. p. 26–31.

Ederlen, L.; Bergmann, T.; Putsch, I.: New packaging solutions thanks to rapid cooling = [www.kunststoffe-international.com](http://www.kunststoffe-international.com), [www.wuh-lengerich.de](http://www.wuh-lengerich.de)