

A fóliagyártó-technológiák középpontjában az anyag- és energiaköltségek csökkentése

A fóliagyártásban elsősorban technológiai innovációkkal lehet anyag- és energiatakarékosságot elérni. A költségcsökkentés másik, régóta alkalmazott módszere a töltőanyag-adagolás sincs elfelejtve, sőt, a tömegtermékeknek számító hordtáskáknál, bélelé fóliáknál ezt általánosan alkalmazzák, különösen a magas polietilén alapanyagárak idején.

Tárgyszavak: fúvott fóliák; síkfóliák; többrétegű fóliák; költségcsökkentés; fóliagyártó berendezések ; extrúzió; töltőanyag; mechanikai tulajdonságok; polietilén.

A műanyag-feldolgozó szektorban egyre elfogadottabb nézet, miszerint *a gép olcsó, az alapanyag drága*. Különösen igaz ez a nagy hozzáadott értékű, szofisztikált termékekre, mint pl. a gyógyszeriparban használatos zárófóliák, amelyek drága alapanyagokból (pl. PA, EVOH) álló többrétegű szerkezetek. A szerszámgyártók kalkulációi szerint egy jól megtervezett, gazdaságos gyártást biztosító szerszám nem évek alatt, de pár hónap alatt megtérül. Ez különösen napjainkban igaz, amikor a műanyag alapanyagok ára és az energiaárak soha nem látott magasságokba szöktek. *Az egyetlen követhető gazdaságossági elv: minél kevesebb anyagot és energiát felhasználni és megtalálni az adott technológiához leginkább megfelelő szabályozóberendezést, amellyel a vastagságot és az anyagfelhasználást kézben lehet tartani.*

A gép- és szerszámgyártók újdonságai

A szerszámgyártók, pl. a **Cloeren** cég (Orange, USA, Texas) speciális öntött síkfólia-technológiát fejlesztett ki, amellyel a gyártási hulladék nagymértékben csökkenthető. Ugyanis a hagyományos oszcillációs tekercselők szélhulladéka nagyon magas, ezért nagy hozzáadott értékű barrierfóliáknál a gyártási selejt nagyon nagy. A Cloeren gyártástechnológiájával többrétegű szerkezetek is gazdaságosan állíthatók elő. Ez az úgynevezett „szélfelfogó” technológia a többrétegű szerkezetet csak a középső sávban alakítja ki, emellett nagy ömledékszilárdságú anyagot használ a fóliák szélsávjában az egyrétegű résznél, amelyet visszadolgoz, ezáltal a szélhulladék olcsóbb. Magában a többrétegű sávban is az alacsonyabb árú alapanyag adja a vastagabb réteget, és a drága anyagokból készülnek a vékonyabb rétegek. *Nagyon vékony rétegben nagy kristályosági fokú vagy merev záróanyagok is felvihetők, mint pl. üveg vagy poliamid.*

*Mivel a költségek 60–70%-át az anyagköltségek adják, a gépek gazdaságosságát a szerszámkialakításokkal lehet növelni. Erre példa a **Hosakawa** cég X-sorozatú szerszámcsaládja, amely szabadalmaztatott spirálgeometriás kialakításával lehetővé teszi a fólia vastagságának lényeges csökkentését. Emellett kidolgozták a szélvisszavezetést is pehely formában, és 500-plusz sorozatukat ilyen felszereléssel értékesítik Észak-Amerikában.*

A **Brampton Engineering** először a düsseldorfi K'2001 kiállításon mutatta be az *AquaFrost* rendszert, amely a fóliafúvásnál a hagyományos levegőhűtés helyett a víz-hűtést alkalmazza, és az extrúziós fúvás felülről lefelé halad. Az új technológiával már hét gépsor üzemel világszerte, és további gyártósorok eladására is jók a kilátások. A technológiai módosítás nem önmagában való, hiszen segítségével jobban átlátszó, nagy záróképeségű fóliák állíthatók elő, amelyek feldolgozhatósága is kedvezőbb az eddigi technológiával előállított fóliákénál. Ezek az előnyök nyertek bizonyítást a **Packall Packaging** fóliagyártó cégnél: *150 µm vastag fóliánál sikerült a 6–8%-os homályossági értéket mintegy 2%-ra csökkenteni, a kihozatal 1,5–2-szeresére növelése mellett.* Ezzel felveszik a versenyt az öntött fóliákkal. Az AquaFrost-technológia az anyagválasztásban is előnyös: ugyanis eddig a megfelelő homályossági érték eléréséhez PA kopolimert kellett választani vagy amorf PA-t 15% PA 6-tal keverve. Az AquaFrost rendszerű gépeken normál PA 6-tal lehet elérni ezt az alacsony homályosságot, ami az anyagköltséget 20–30%-kal csökkenti.

További előnyt jelent a síkba fektetés megoldása oszcillációs letekercselők nélkül. Az új technológia úgynevezett szél nélküli fóliaszövetet eredményez, amely nagyon előnyös a hagyományos 12–15% szélhulladékú, fúvott technológiákkal szemben.

A gazdaságossági mutatók az energiafelhasználás javításával is csökkenthetők. Míg a hagyományos külső levegőgyűrűt alkalmazó fúvott technológiák 5 fúvót tartalmaznak, addig az AquaFrost technológia egyetlen nagynyomású szivattyúval biztosítja a hűtővizet. Összehasonlításképpen *egy hagyományos 600 kg/h teljesítményű gépsor 80,6 kW/h teljesítménnyel működik, míg az AquaFrost gyártósor mindössze 8 kW/h energiát használ fel.*

Öntött fóliák piaca

A **Freedonia Group** (Cleveland, USA, Ohio) előjelzése szerint az USA műanyagfólia-piaca 2010-ig évi 4,5%-kal nő, ami a síkfóliákat gyártó cégeknek is perspektívát kínál. Ebben a szektorban a gyártók a közeljövőben olyan kihívásokkal találkoznak majd, mint kisebb tételek gyártása a készletek csökkentése céljából, nagyobb gyártási sebességek, karbantartási ciklusok hosszabbítása, gyorsabb tisztítási időszakok. Fontos tényező a szélhulladék csökkentése is, amit elsősorban a síkba fektetés során lehet szabályozni. Az **Extrusion Dies Industries** (Chippewa Falls, USA, WI) szerszámaival az oszcillációt 100 mm-ről sikerült mindössze 17 mm-re csökkenteni, amivel kisebb mennyiségű szélhulladék képződött.

A síkfóliagyártás egyik érdekessége, hogy mikroréteg-technológiával akár 74 rétegű fóliát is lehet készíteni. Több cégnek van szabadalma ilyen fóliák előállítására,

amelyeket elsősorban dekoratív célokra alkalmaznak, mivel gyönyörű színjátzó mintázatú fóliákat lehet kialakítani. A már említett Extrusion Dies Industries cég értékesíti is a max. 80 rétegű, 50 µm vastag fólia előállításának licencét.

Az energiatakarékosság állandóan visszatérő szempont, különösen az öntött-fólia-gépsorok eladásánál. A **Reifenhauser** kifejlesztette lineáris motorral működő *REI torque* extruderét, amelyet 20% energiamegtakarítással kínál, míg a **Brückner** 30%-os energiamegtakarítást ígér PET öntöttfólia-gépsorához.

Töltőanyagok növekvő mennyiségben

A fóliagyártókat gazdasági megfontolások vezetik, amikor növelik a töltőanyagok mennyiségét. Finomra őrölt márványpor, kalcium-karbonát, titán-dioxid egyre nagyobb százalékos bevitelle tapasztalható. A korábbi 5–10%-os töltési arány nemritkán 20–30%-ra nő, orientált fóliák esetén higiéniai fóliáknál nem ritka a 40–50%-os kalcium-karbonát-tartalom sem. A gyártók a töltőanyagok mennyiségét elsődlegesen a termék árának csökkentése miatt növelik. A kalcium-karbonát töltőanyagok ára durván a fele a polietilén fóliatípus árának. A kommersz töltőanyagok ára kevéssé ingadozik, ellentétben a polimerek árával. A töltött fóliák elsődlegesen hordtáska és szemeteszsák gyártására, kannák béléseként használatos fóliák. Komoly részesedésük van a fóliák piacán, Észak-Amerikában ez a piac 1 millió tonna évenként, az élelmiszeripari csomagolások pedig további 500 ezer tonnát meghaladó piacot jelentenek. Ilyen méretekben a töltőanyagok arányának növelése jelentős megtakarítást eredményez. Ez a technika akkor tört be a piacra, amikor a múlt évi Katrina és Rita hurrikánok után nem volt elegendő polietilén alapanyag az amerikai piacon, de azóta széles körben alkalmazzák minden régióban.

A gyártás szempontjából nagyon fontos a töltőanyagok állandó koncentrációjának beállítása. A nagyobb gyártók maguk állítják elő a koncentrátumot, elsősorban a megfelelő minőség biztosítása miatt. 80%-os kalcium-karbonát-koncentrátumoknál hordozó közegként először PE-LLD-t alkalmaztak, de egyre inkább terjed a feldolgozott fóliával azonos vivőanyag. *Újdonságként megjelentek a kis szemcseeloszlású, bevonat felületű anyagok, speciálisan a fóliagyártáshoz.* Fóliákhoz az USA-ban általában márványörleményből készítik a karbonát töltőanyagot, máshol krétából, mészkőből és márványból egyaránt. A hordtáskákhoz alkalmas töltőanyag szemcsemérete 1–2 µm, 1,0–1,2% sztearinsavval bevonva, hogy a polietilénben jól diszpergálható legyen. Agrofólia gyártásánál 3 µm szemcseméretű, bevonat nélküli töltőanyag használható.

A töltőanyagok hatása a termékjellemzőkre

A kalcium-karbonát egyrészt növeli a termék tömegét, másrészt rontja a fóliák fényességét és átlátszóságát. PE-LLD polimerekhez (és általában a vastagabb fóliákhoz) több kalcium-karbonát adható, mint a PE-HD típusokhoz (és a vékonyabb fóliákhoz). Hordtáskákhoz alkalmazott fóliáknál például PE-LLD alapon 14–20% kalcium-karbonát-töltet szokásos, míg a PE-HD termékek 8–15% töltést viselnek el. Egyes PE-

LLD típusok még több töltőanyagot képesek felvenni. Az alapanyag, a felfűvási arány és a töltőanyag-koncentráció változtatásával a fólia nagyobb átszűrési ellenállását lehet elérni a szakítószilárdság csökkenése nélkül. A szakítószilárdság fontos jellemző a hordtáskáknál és a zöldségcsomagolásoknál. Például a buténnel polimerizált, 5% kalcium-karbonátot tartalmazó PE-LLD szakítószilárdsága kereszt- és hosszirányban is nagyobb, mint a tiszta PE-LLD-é. De 20% kalcium-karbonátnál a szakítószilárdság szinte azonos az alappolimerével. Okténnel és hexénnel polimerizált PE-LLD-nél hasonló az összefüggés, bár ezek szakítószilárdsága 20% kalcium-karbonát-tartalomnál még kicsit nő is. A tépőszilárdság és az átszűréssel szembeni ellenállás értékeinek változása más összefüggés szerint alakul: 11–25% kalcium-karbonát-koncentrációnál nagyobb, 10% alatt kisebb, mint az alap PE-LLD-é. A 20% kalcium-karbonát hatása a különböző PE-LLD fóliák átszűrési ellenállására az *1. táblázatban* látható.

1. táblázat

15 µm vastag PE-LLD fóliák ejtdárdás (Dart) vizsgálata

Fólia alapanyaga	Átszűrési ellenállás, g
Butén PE-LLD	75
Butén PE-LLD+20% CaCO ₃	100
Hexén PE-LLD	150
Hexén PE-LLD+20% CaCO ₃	500
Oktén PE-LLD	200
Oktén PE-LLD+20% CaCO ₃	500

A töltőanyag mennyiségének növelésével nemcsak árelőnyt lehet elérni, de nő a hozatal is. Nagyobb lesz a fólia sűrűsége, nagyjából háromszorosa az alapfóliának, nő a fólia hőátadó képessége, ezért a gyártási ciklusban hatékonyabb a hűtés, és nagyobb gépteljesítmény érhető el. 10–20%-kal kisebb polimer mennyiségénél nő a gépsor energiamegtakarítása, és kevesebb hűtőközegre van szükség. A konfekcionáló gépek is gyorsabban futnak nagyobb töltőanyag-tartalmú fóliák feldolgozásakor.

Ha növelik a fóliák kalcium-karbonát töltetét, akkor nincs szükség csúsztatószerre és blokkolásgátló adalékra, amely további költségmegtakarítást eredményez. A kalcium-karbonát természetes módon fehér, ezzel növeli az adagolt pigmentek fényét.

Módosított gyártósorok

A műanyag-feldolgozók tapasztalata azt mutatja, hogy kalcium-karbonát beviteléhez a gépsoroknál nincs szükség különösebb módosításra, kivéve *a megfelelő adalékadagoló-rendszer kialakítását*. A csigák kopása valamennyire megnő ugyan, de ez kisebb kalcium-karbonát-koncentrációknál nem jelentős. Azok a feldolgozók, akik 10–15%-os töltetaránnyal dolgoznak, nem tapasztaltak nagyobb kopást. *Segíti még a feldolgozást, ha a gépnek növelik az L/D arányát*. Eltérés jelentkezik a fóliák hegesztésé-

nél. Miután a kalcium-karbonáttal töltött fóliák gyorsabban melegszenek és hűlnek le, a hegesztéshez alacsonyabb hőfok is elegendő.

Másik tapasztalat, hogy a *kalcium-karbonát javítja a festéktapadást*, ezért magas töltőanyag-tartalmú fóliák nyomtatása előtt nincs szükség koronakezelésre. Fontos tényező azonban a kalcium-karbonát tömege. Előfordult, hogy nem az adott célra kialakított töltőberendezés deformálódott a kalcium-karbonát nagy tömege miatt. Általános szokás, hogy a töltő- és tárolótartályokat csak félig töltik meg az anyaggal.

Összeállította: Hadházi Lászlóné

Deligio, T.: Technology tackles material and energy costs in film extrusion. = Modern Plastics Worldwide, 83. k. 10. sz. 2006. p. 34–36.

Colvin, R.: Cast film market anything but flat. = Modern Plastics Worldwide, 83. k. 10. sz. 2006. p. 36–39.

Schut, J. H.: More filler less resin. = Plastics Technology, 52. k. 12. sz. 2006. p. 38–43.