

Új poliolefinék egynemű polimerből készített, könnyen újra feldolgozható termékek gyártására

Az elmúlt években a kutatók a minél több rétegből felépülő, jó záróképességű fóliák kifejlesztésén dolgoztak, ahol a fő cél a vízgőz és a gázok (oxigén, szén-dioxid) falon áthatolásának csökkentése volt. Ezt legtöbbször a poliolefin alapanyag rétegei közé beépített idegen polimerek (EVOH, PA) beépítésével érték el. Mivel ezek korlátozzák a hulladékba kerülő csomagolóanyagok újrafeldolgozását, a legújabb törekvések célja az egynemű műanyagból készített termékek előállítása, amelyeknek természetesen hasonló szinten kell kielégíteniük a korábban megfogalmazott igényeket is. A polietiléneket gyártók már számos ígéretes alapanyagot kínálnak erre a célra, a polipropilének gyártói is igyekeznek követni őket.

Tárgyszavak: csomagolóipar; hulladékhasznosítás; újrafeldolgozás; fóliagyártás; többrétegű fóliák; polietilén, polipropilén; egynemű termékek; ipari tartályok.

Az elmúlt években számos új általános célra szánt poliolefintípus jelent meg a piacon és hamarosan továbbiak is forgalomba kerülnek, emellett nagy teljesítményű, speciális típusokat is kifejlesztettek, amelyekkel ki akarják elégíteni a felhasználók igényeit. Köztük jelenleg a legfontosabb a fenntarthatóság, továbbá a fogyasztó kényelme és új területként az online forgalmazás csomagolási formái. A fenntarthatóságról világszerte vitáznak; a viták témája a tengerek hulladékszigetei, a műanyagok újrafeldolgozása, az egyetlen darabként egynemű műanyagból gyártott könnyű záróelemek és a tiszta poliolefinből készített, idegen műanyagoktól mentes fóliák.

A flexibilis csomagolással foglalkozók szakmai egyesülete (FPA, Flexible Packaging Association) évente meghirdetett verseny keretében rangsorolja az ilyen csomagolásokat. A zsűri 2019. márciusában hozta nyilvánosságra az idei győztesek listáját. A versenyre számos biobázisú és komposztálható műanyagot neveztek be az indulók, de feltűnő volt az egynemű műanyagból felépített többrétegű fóliák nagy száma. A többrétegű fóliák pozitív tulajdonságait (elsősorban a gáz- és vízgőzzáró képességet) általában idegen polimerrétegekkel (PVOH, PA) növelik, de a versenyzők ugyanezt egynemű műanyaggal, elsősorban kizárólag polietilénnel oldották meg. Ennek előnye, hogy az ilyen fóliákat újrafeldolgozáskor különösebb óvintézkedések nélkül hozzá lehet keverni a más forrásból származó PE hulladékáramhoz, ami nagyon megkönnyíti a visszaforgatást.

Amerika három vezető poliolefingyártójának (ExxonMobil Chemical, Nova Chemicals, Braskem – utóbbi központja Brazíliában van) képviselői kifejtették nézeteiket arról, hogy mit kellene tenni és máris mit tettek a műanyaggyártó ipar jövője érdekében és azért, hogy a jelenleg sokat támadott műanyagok fontosságáról és hasznosságáról meggyőzzék a közvéleményt.

Át kell gondolni a csomagolás jelenlegi formáit

A Nova cég szerint a műanyagipar feladata, hogy a fogyasztókban tudatosítsa, életminőségükben milyen fontos szerepe van a műanyagoknak. Emellett felül kell vizsgálni a jelenleg alkalmazott csomagolási szokásokat és technológiákat. Meg kell szüntetni a túlcsoomagolást, meg kell oldani a nem megfelelő csomagolásból eredő élelmiszer-veszteséget. Mindenütt meg kell szervezni a csomagolási hulladék kezelését és meg kell akadályozni, hogy az a környezetbe kerüljön. Meg kell győzni az embereket arról, hogy a műanyag hulladék fontos szénforrás, és ez a hulladék visszaforgatható a körkörös gazdaságba. Ennek érdekében a következő teendőket javasolja:

A műanyag csomagolóeszközök fejlesztésével csökkenteni kell az élelmiszer-veszteséget. Ez az oxigén- és a vízgőzáteresztés javításával, a csomag tökéletes lezárásával, a rugalmas PE-alapú fóliák megfelelő szerkezetével érhető el – ezzel ugyanis növekszik az élelmiszerek eltarthatóságának időtartama.

Növelni kellene a csomagolóeszközök anyagában a hulladékból visszanyert alappolimer részarányát. A műanyagiparban erőteljes kutató-fejlesztő munkát végeznek annak érdekében, hogy a PE hulladékáram minél „tisztább” legyen, és a visszanyert polimer minősége megközelítse a „szűz” granulátum minőségét.

A többféle műanyagból felépített sokrétegű fóliák helyett egynemű anyagból készített többretegű flexibilis fóliákat kellene gyártani. Az élelmiszerek csomagolásához használt talpas zacskók vagy a futószalagon előrehaladó árut becsomagoló, tekercsről lefutó többretegű fóliák ma többnyire különböző anyagrégeket tartalmaznak. A fóliagyártók keményen dolgoznak azon, hogy az ilyen fém-, poliamid-, polivinil- vagy egyéb rétegeket megfelelő polietilénrétegekkel helyettesítsék, mert az idegen anyagok bonyolulttá teszik a fóliák újrafeldolgozását. A fűvással vagy öntéssel gyártott, számos célra alkalmazott fóliákat néha még laminálással is komplikáltabbá teszik. Helyettesítésüket egy vagy két irányban nyújtott PE-fóliákkal próbálják helyettesíteni. Az orientálással merevebb és szívósabb, tiszta polietilénből felépülő fóliákat lehet gyártani.

A Nova az AMI többretegű flexibilis csomagolásokról rendezett 2018-as konferenciáján a sokrétegű fóliák tapadórégeinek fontosságáról tartott előadást. Egy fagyasztott pizza csomagolófóliájának 170 µm-es vastagságból pl. a tapadórétegek 94 µm-t tesznek ki, a teljes vastagság 55%-át. A szokásos tapadórégeket többnyire 10-20% tapadóanyagot tartalmazó PE-LLD alkotja, a tapadóréteg 80–90%-a tehát maga az alapanyag. A cég buténes PE-LLD kopolimerjével és a tapadóanyag-koncentráció 5-20% közötti változtatásával készített el koextrudálással egy hasonló tulajdonságokkal rendelkező, 125 µm vastagságú fóliát.

A merev csomagolások helyett több flexibilis csomagolást kellene alkalmazni. Ha a jelenleg uralkodó merev csomagolások helyett áttérnének a flexibilis csomagolásra, a csomagolóanyagok tömegét 75-97%-kal lehetne csökkenteni. Ezzel nemcsak a CO₂-emissziót, hanem a csomagolás költségeit is jelentősen mérsékelhetnék. Hogy az ilyen flexibilis csomagolások ne kerüljenek a környezetbe és a tengerekbe, a gyorsan fejlődő térségekben, elsősorban Ázsia délkeleti országaiban meg kellene szervezni a hulladékgyűjtést és a hulladék visszaforgatását.

A kétrészes (PP + PE alátét) kupakok helyett be kellene vezetni a tiszta PE-ből készített egy darabból álló kupakokat. A szén-dioxidot tartalmazó és a melegen töltött italokhoz használt kétrészes kupakok helyett Észak-Amerikában egyre többen alkalmaznak egyrészes PE kupakokat, amelyeket gond nélkül hozzá lehet keverni az általános PE hulladékáramhoz. Az egyrészes kupakoktól természetesen elvárják, hogy a kétrészesekkel azonos legyen a záróképességük, és az egyes termékekhez használt bonyolult formákat is ki lehessen alakítani. Ezen a területen erőteljes fejlődés figyelhető meg.

A nagy ipari tárolótartályokat fém helyett PE-ből kellene gyártani. A polietilénből rotációs öntéssel vagy fúvóformázással gyártott nagy térfogatú IBC (intermediate bulk container) vagy más tartályoknak sok előnye van a fémből készütekével szemben. Nem korrodálnak, sokkal könnyebbek, olcsóbbak, ellenállnak a savaknak és más vegyszereknek, jobban tűrik a szélsőséges hőmérsékletet. A fenntarthatóságuk jobb, gyártásukhoz kevesebb energia szükséges, emellett ürítés után számtalanszor újra felhasználhatók, anyaguk pedig számtalanszor újra feldolgozható.

A fogyasztók kényelmét szolgálja az útközben bekapott élelmiszerek csomagolásának korszerűsítése, a kiporciózott adag, a visszazárható csomagolás, a felkészülés az online vásárlás terjedésére. Az utcai étkezésben a Nova a frissességet és az egészséges ételeket tartja a legfontosabbnak. Ezen a területen az optimális csomagolás még a kezdeteknél tart, a cég ezért elsősorban a flexibilis csomagolásra áttérő vállalatok igényeit igyekszik kielégíteni költséghatékony megoldásokkal, amelyekben az élelmiszer megfelelő adagban forgalmazható, a csomagolóanyag pedig szavatoltan újrafeldolgozható. Arra is gondolniuk kell, hogy a talpas zacskó összenyomható, ezért valami merevítés-sel és lezárással vagy más funkcióval is el kell azt látni, amelyek nem nehezíthetik meg a zacskó anyagának visszaforgatását. Néha az is fontos, hogy a vásárlók a zacskó színéről, a grafikáról felismerjék kedvenc ételeiket, hogy könnyen hozzájuthassanak azokhoz, a zacskót könnyen ki tudják nyitni, majd ismételtlen lezárni.

Az online vásárlást is érinti a kényelem igénye. A vásárló a kiválasztott áruval az áruház optikáján keresztül kap vonzó képet. Az áruház pedig szeretné az árut olcsóbban, elegáns kartondoboz nélkül, csupán az eredeti gyári csomagolásban elküldeni. Hogy ez a csomagolás mégis frusztrációmentes legyen, keresik a merevebb, tetszetősebb, de másodlagos csomagolóeszköz nélküli megoldást.

Az online élelmiszer-beszerzés egyik sajtószerű változata az, amikor a vevő a neten rendeli meg a vásárlandó dolgokat, de személyesen megy értük, hogy a helyszínen vegye át és fizesse ki a számára összeállított csomagot (klikk-and-collect vásárlás). Ilyenkor megint speciálisak a csomagolásra vonatkozó igények. Az áru frissességét

hőmérséklet-ellenőrzésnek kell szavatolnia, az elsődleges vagy másodlagos csomagolásnak meg kell védenie az árut a fizikai sérüléstől, az elsődleges csomagolásnak meg kell akadályoznia a szivárgást. Ugyanakkor a vásárló igényei között ott van a kevesebb csomagolóanyag felhasználása. Ezt visszavihető, hullámos és rugalmas falú polietilén-dobozokkal próbálják megoldani. Ha az ötlet beválik, ilyen eddigieknél erősebb és merevebb dobozokat fognak kínálni a vevőknek.

Új polietilének az új elvek szerinti csomagolásokhoz

Az ezredforduló táján az ExxonMobil cég az elsők között kezdett foglalkozni a metallocén katalizátorokkal és a hozzájuk hasonló, ún. egy-aktív-helyes katalizátorokkal, ill. a metallocén katalizátorokkal szintetizált polietilénekkel. Ezekkel kapcsolatos kutatásuk és fejlesztésük azóta is töretlen.

A cég *Exceed* és új *Exceed XP* polietilén-családját metallocén katalizátorral és hexén komonomerrel kopolimerizált lineáris kis sűrűségű polietilének (PE-LLD) alkotják, amelyekből fóliákat gyártanak. További újdonságaik a *Vistamaxx* márkanévű propilén-etilén elasztomerek, amelyekből az első típust 2003-ban kezdték forgalmazni, és amelyekből a nagyon lágy szálaktól és fóliáktól a nagyon kemény termoplasztikus poliolefinig (TPO) sokféle terméket lehet gyártani. A cég belgiumi és kínai üzemeiben ezekből a poliolefinből innovatív termékeket, az *Exceed XP-ből* pl. laminált fóliákat, kizárólag polietilént tartalmazó csomagolóeszközöket készítenek, amelyekben élelmiszerektől a folyékony háztartási tisztítószerekig terjedő termékeket forgalmaznak.

A braziliai eredetű és központú, de ma már globális Braskem cég kutató-fejlesztő munkájának legfontosabb célkitűzése a fenntarthatóság, és úgy vélik, a társadalom is ezt várja el tőlük. Fel kívánják kelteni a figyelmet két PE-LLD-jükre, amelyeket *Flexus*, ill. *Proxess* márkanéven forgalmaznak. Mindkettő hexén komonomerrel kopolimerizált etilénkopolimer. A *Flexus* család tagjaiból jobb minőségű fóliát lehet gyártani, de ezt a régebbi gépeken nehezebb feldolgozni. A *Proxess* könnyebben feldolgozható az utóbbiakon, az ilyen fóliákat főképpen PE-LD fóliák kiváltására alkalmazzák. Az egyes típusok molekulatömegükben és a komonomer eloszlásában különböznek. Az új polietilénekkel a jelenlegi csomagolásokhoz képest tömegcsökkenést lehet elérni, továbbá a bemutatandó áru is szebbnek hat általuk.

A Nova cég is hangsúlyozta, hogy a metallocén vagy egy-aktív-helyes katalizátorokkal szintetizált, nagyobb értékű poliolefinek iránt növekszik a kereslet. A cég ezért bővíti oktén komonomerrel kopolimerizált etilénkopolimerjeinek gyártókapacitását és felépíti második *Advanced Sclairtech* üzemét. A cég bimodális technológiája lehetővé teszi, hogy a PE rugalmasságát a polimer szerkezete határozza meg, ezáltal testre lehet szabni a végtermék tulajdonságait. Szabályozni lehet pl. a hegeszthetőséget, a gáz- és gőzzáró képességet. A rotációs öntéshez is nagyon jó minőségű alapanyagot tudnak ezzel a technológiával gyártani. A cég szerint a *polietilének fejlesztése a jövőben további megglepetéseket hozhat*. Terveik között szerepelnek multimodális polimerek magasabb alfa-olefinekkel kombinálva optimalizált adalékokkal, és úgy gondolják, hogy az ilyen polietilének egyre fontosabbak lesznek a jövőben.

Változások várhatók az élelmiszerek csomagolásában

Az élelmiszerek csomagolásában jelentős változások várhatók. Az itteni fejlesztőket legjobban a teljesen PE-ből készített talpas zacskók és a fagyasztószekrényekben is alkalmazható flexibilis fóliák érdeklik.

Elsősorban arra koncentrálnak, hogy az alumíniumdobozokat és a csavaros üvegeket tiszta PE talpas zacskókra tudják cserélni. *A PE zacskók ugyanis 70%-kal kevesebb CO₂-vel terhelik a természetet, mint az alumínium, sokkal kevesebb helyet igényelnek, nehezebben sérülnek és biztonságosabban szállíthatók, mint az üveg, emellett könnyebbek, kényelmesebbek a vásárlók számára, tetszetősek és könnyen nyomtathatók (1. ábra).* Az első kizárólag PE-ből gyártott talpas zacskókat egy texasi fóliagyártó kezdte forgalmazni 2016-ban; ezek mosogatószert tartalmaznak és mosogatógépekbe lehet őket berakni.



1. ábra Talpas zacskók, amelyek alumínium konzervdobozokat vagy csavaros üvegeket helyettesítenek

Az ExxonMobil kutatói az élelmiszeriparban használt zacskók rugalmasságát és szívósságát szavatoló PA 6 és PET helyett az *Exceed XP* márkanevű polietilént kínálják erre a célra. A fóliába egy nagyon vékony EVOH réteget is beépítenek, amely nem korlátozza a fólia szokásos módon végzett újrafeldolgozását. Fagyasztókba a cég egy háromrétegű fóliát fejlesztett ki, amelynek egyik

rétege metallocén katalizátorral előállított, hexént tartalmazó *Enable* márkájú PE kopolimer, másik rétege PE-HD; a hegesztőréteget *Exceed XP* képezi. Ezt a fóliát fagyasztott csirkék csomagolására használják. A cég egyik legújabb terméke az *Exceed XP 8784*, amelyből laminált zsákokat, fagyasztható és jó záróképességű fóliákat, illatosító porokat tartalmazó zacskókat gyártanak. Ez a típus egyszerre könnyen feldolgozható, a belőle készített fóliák rendkívül szívósak és nagyon jól hegeszthetők.

A Nova kínálatában ugyancsak számos olyan polietilén található, amelyekből fagyasztóban használható fóliák gyárthatók. Legújabb terméke egy vízgőzzáró fóliák készítésére ajánlott, újrafeldolgozható PE. A cég *Surpass HPs667-AB*, ill. *Surpass HPs167-AB* jelzésű terméke bimodális PE-HD, az előbbi fűjható, az utóbbi öntött fóliák gyártására alkalmas. Mindkettőnek nagyon jó az oxigénzáró képessége, és extrúziós lamináláskor nagy merevséget kölcsönöznek a terméknek. Jól alkalmazhatók sokrétegű fóliák idegen polimerrétegeinek helyettesítésére, de fröccsöntéssel is feldolgozhatók, ha fontos a fröccsöntött termék jó záróképessége. Ezt a polimert használta fel a Tetra Pak 2016-ban a világ első aszeptikus kartondobozában tej forgalmazására.

A *Surpass VPsk* oktén komonomert tartalmazó PE-LLD új hegesztőanyag, amellyel gyorsabban és biztonságosabban lehet lehegeszteni a csomagolást. Ez fontos szempont az élelmiszerek csomagolásában és a netes kereskedelemben is. A vele ké-

szített fólia plasztomerek hozzáadása nélkül is háromszor olyan szívós, mint a szokásos PE/plasztomer hegesztőkeverékek, ezért különösen alkalmas csontos csirkehús vagy durva, éles magvakat tartalmazó müzli (granola) csomagolására.

A Braskem könnyen és rugalmasan feldolgozható (csigakonfigurációra nem érzékeny), más polimerekkel jól keverhető, metallocén katalizátorokkal polimerizált *Proxess* márkanevű PE-LLD családjának legújabb tagja a *Process 1509XP*, amelynek folyási száma 0,9 g/10 min, sűrűdési együtthatója a hozzákevert adaléktól nagyon stabil és elsősorban laminálásra ajánlják. Alkalmas PE-LD vagy metallocén katalizátorral előállított más PE-LLD-k (akár oktén komonomert tartalmazók) helyettesítésére is. Feldolgozása nagyon könnyű. A *Proxess 180653* folyási száma 0,6 g/10 min, mindkettő koextrudálható általános célokra használt, nagy teljesítményű vagy műszaki fóliákkal, amelyeket automatikus csomagoláshoz használnak.

Zsákok nehéz termékekhez

A nehéz termékek csomagolására használt műanyag zsákok is sokat változtak az elmúlt évek alatt. Azoknak a zsákoknak a fala, amelyekbe 25 kg polimergranulátumot töltenek, ma mindössze 105 µm vastag, 50%-kal kevesebb, mint 1998-ban. Ezeket háromrétegű fóliából gyártják, alsó-felső rétegüket az ExxonMobil *Exceed XP* polietilénjéből, középső rétegüket *Exceed XP* és PE-HD keverékből készítik. Hasonló felépítésű zsákokban Ázsiában PP raffiazsákok helyett 50 kg-os tételben rizst és műtrágyát forgalmaznak.

A Nova *Surpass VPsK914* márkanevű, rendkívül tartós, sérülésnek ellenálló polietilén kopolimerjeiből is készítenek durva és nehéz ömlesztett anyagok szállítására alkalmas zsákokat Ennek a polimernek a magas folyási száma révén a gyártási sebességet a szokásos okténtartalmú PE-LLD-kéhez képest 20%-kal meg lehetett növelni. A cég *Surpass VPsK919* jelű terméke merevebb, szívósabb, multimodális okténos PE-LLD, amelyet ugyancsak zsákokhoz és online rendelt áruk csomagolásához ajánlanak.

Raklapok stabilizálásához alkalmazott feszítőfóliák és zsugorsapkák

A raklapokra felhalmozott áru rögzítésére szolgáló öntött és előnyújtott feszítőfóliák (PPS, power pre-stretch vagy egyszerűen stretch fóliák) gyártásában az ExxonMobil volt az úttörő. Az ilyen fóliák szerkezetét és gyártóberendezéseit folyamatosan fejlesztik, és az ezek iránti kereslet az USA-ban és Európában is gyorsan növekszik. A metallocén katalizátorokkal előállított speciális termoplasztikus poliolefineket a cég kifejezetten ilyen fóliákhoz szánta és a *Vistamaxx 6000* termékcsoportban kínálja, amelyeket az *Exceed XP 580* márkanevű metallocénes PE-LLD-vel kombinál. Ezáltal azok rendkívül erőssé és a szükséges mértékben nyújthatóvá válnak.

A feszítőfóliák helyett gyakran zsugorsapkákkal stabilizálják a rakodólapokon lévő rakományt, mert ezek kényelmesebbek és az esőtől szennyeződéstől is védenek. Az ExxonMobil háromrétegű fóliából készíti a sapkákat, anyaguk *Exceed XL* és *Engage PE*. Jellemző rájuk a szívósság, az átszúrással és továbbszakítással szembeni

ellenállás, a rugalmas visszalakulás, emellett kevesebbe kerülnek, mint a kartonpapíros csomagolás.

A Nova szerint a hagyományos feszítőfóliák piaca nagyon széles és stabil, a cég számos termékkel szerepel ezen a piacon, vannak közöttük fűjt és öntött fóliák is. Új *Novapol PF-Y-818* márkanévű butén komonomerrel kopolimerizált PE-LLD-jük szívósabb és átlátszóbb, mint a hagyományos buténes PE-LLD-k, emellett 20%-kal nagyobb sebességgel fűjhatók. Alkalmazási területei: feszítőfóliák, kiskereskedelmi zacskók, szemeteszások, ipari bélelőfóliák.

A Braskem átszúrással és ütéssel szemben erősen ellenálló metallocénes *Flexus* PE-LLD-jét feszítőfóliák gyártására is ajánlja. Az ausztriai SML Maschinengesellschaft mbH-val közös fejlesztésük eredményeképpen a 2016-os düsseldorfi műanyagvásáron 13-rétegű és mindössze 12 µm vastag, kitűnő tulajdonságú feszítőfólia gyártását mutatták be. Feszítőfóliák gyártására a *Flexus* termékcsalád két tagját ajánlják, a *Flexus 3600* folyási száma 4,5 g/10 min, a *7000XP*-é 3,5 g/10 min; a tapadóréteggént alkalmazható *Flexus Clingé* 4,3 g/10 min.

Feszítőfóliákhoz alapanyagokat természetesen számos más cég is gyárt. A Sabic *Coherer* márkanévű anyagait a lengyelországi Efekt Plus fóliagyártó vállalatnál is alkalmazták. A palettákra felhalmozott áru stabilitása növekszik, ha a fólia rátapad a védendő halmazra. A jobb tapadás érdekében az eddig gyártott ötrétegű fólia külső rétegeként kiválasztott PE-LLD-hez a közelmúltban 32% PE-VLD-t és 10% *Coherer* polimert adtak. Egy másik fóliagyártónak a Sabic az általa használt PE-LLD helyett a *Supeer 8315* termékét ajánlotta, amelynek bevezetése után a feszítőfólia vastagságát 10 µm-re lehetett csökkenteni.

Egy zsugorsapkákat gyártó vállalkozónak pedig a Sabic azt ajánlotta, hogy ezek középső rétegeként EVA helyett *Supeer* és *Coherer* keverékét alkalmazza. Az eredeti szerkezetben az EVA két metallocénes PE-LLD réteg közé került. Az új zsugorsapkák külső rétege *Supeer/PE-LD*, középső rétege *Coherer/Supeer/PE-LD*. Az új zsugorsapkák gyártási költsége alacsonyabb, a sapkák sokkal nagyobb stabilitást adnak a rakománynak, a fólia sokkal átlátszóbb és jobban ellenáll a rakomány okozta kidudorodásnak.

Zsugorfóliák

Ezeket nagy mennyiségben használják élelmiszerek, mindenekelőtt ásványvizes és szén-dioxidos italok palackcsoportjainak csomagolására. Az ExxonMobil szerint 20 évvel ezelőtt hat darab 1,5-literes PET palack összetartásához 100 µm vastag PE-LD zsugorfóliát használtak, 2010-ben egyrétegű *Engage* PE-LLD-t, ma pedig háromrétegű fóliát, amelynek külső rétegeit *Exceed XP*, belső rétegét *Enable 4002* alkotja, vastagsága pedig mindössze 50 µm, és remekül nyomtatható.

A Braskem új *Proxess 2609* márkanévű, 0,6 g/10 min folyási számú metallocén katalizátorral gyártott PE-LLD-jét zsugorfóliák, jégtároló zacskók/táskák, ipari zsákok gyártására ajánlja.

Kupakok, záróelemek

Ezekhez a merev műanyag termékekhez a Nova egy-aktív-helyes katalizátorokon alapuló *Advanced Sclairtech* eljárásával előállított PE-HD-it kínálja. A *Surpass CCs757* típust kifejezetten ivóvizek kupakjaihoz fejlesztette ki. Ennek a kényes terméknek jól kell teljesítenie a nagy sebességű töltésoron, nem befolyásolhatja a víz illatát és ízét, meg kell őriznie fizikai tulajdonságait. Egyetlen polimertételből akár 100 millió kupakot is lehet gyártani, amelyek mindegyikének egy-egy vásárló lesz a minőségi ellenőre.

A *Surpass CCs154* PE-HD a szénsavas italok kupakjainak alapanyaga, amelyeknek el kell viselniük a szén-dioxid nyomását és ellen kell állnia a feszültsékkorrózióknak. Csak kevés olyan PE-technológia van, amelynek termékeivel ki lehet elégíteni a felsorolt igényeket és a PP kupakot helyettesíteni lehet egy tisztán PE-ből egyetlen darabként gyártott záróelemmel.

A *Sclair 2807CC* márkanevű polimer sokféle termékhez alkalmazható, pl. szénsavmentes üdítőitalok, testápolók, melegen töltött italok záróelemeihez is. Jellemző rá a könnyű feldolgozhatóság, a kellő merevség, a feszültsékkorrózióval szembeni ellenállás, a szín- és szagtalanság kiegyenlítetttsége.



Rotációs öntés

A Nova *Surpass RMs245-U/UG* márkanevű PE-HD-jét kifejezetten rotációs öntéshez, nagy térfogatú tartályok gyártására fejlesztette ki (2. ábra). Ez a polimer az ipari igényeknek megfelelően merev, szívós és feszültsékkorrózióknak ellenálló anyag. HDR értéke (hydrostatic design basis, a termék tervezéskor figyelembe veendő, nyomástól függő élettartam, gyakran az 50 éves élettartamot valószínűsíthető nyomás)

110 bar, ami igen jó érték, és a tartály falának merevségének köszönhető. Merevebb anyagból 10–20%-kal vékonyabb falú tartályt lehet készíteni, ugyanilyen anyagból az azonos falvastagságú tartály nagyobb biztonságot ad. A tartályanyag jól folyik és könnyen feldolgozható.

Mezőgazdasági fóliák

A talajtakaráshoz és fóliasátrakhoz használt fóliák alkalmazása erősen növekszik Ázsiában, Ausztráliában és a világ más térségeiben is. Ezen a piacon az ExxonMobil is jelen van polietilénjeivel. Egy talajtakaró fóliákat gyártó ausztráliai céggel kötött megállapodás alapján itt a közeljövőben olyan háromrétegű fekete fóliákat fognak gyártani, amelyek két fedőrétegét és középső rétegét is *Exceed XP*-ből készítik, aminek kö-

vetkeztében a fólia összvastagságát 25%-kal tudják csökkenteni. Ugyanezt a polietilént fóliasátrak anyagaként is alkalmazzák, mert ezek a fóliák jó mechanikai tulajdonságaik és időjárás-állóságuk következtében hosszabb ideig használhatók.

A Braskem a kávétermelő farmok számára kínál egy új háromrétegű talajtakaró fóliát. Ez mindössze 40 µm vastag, 1,6 m széles és 24-30 hónapig használható. A fóliát két változatban kínálják, mindkettő középső rétege fekete, de az egyik változat külső rétegei ezüst színűek, a másiké fehérek. A fóliák alapanyaga 55%-ban metallocén katalizátorral szintetizált PE-LLD (*Flexus 9211*), továbbá szokásos PE-LLD, amelybe mesterkeverék formájában viszik be a pigmenteket és a szükséges adalékokat. A fólia használói 30%-kal kevesebbet költenek gyomirtókra, kevesebb öntözővízre van szükségük és nagyobb termésre számíthatnak.

A PP-gyártóknak is vannak újdonságaik

A Braskem *Prisma 6810* márkanévű új polipropilénjének tulajdonságai (átlátszóság, merevség, a hőformázott termékek ütéssel szembeni jó ellenállása) nagyon kiemelték. Ez nem jellemző egy hozzáadott adalék nélküli tiszta PP-re, amelynek szívóssága hasonlít egy ütésálló kopolimerére, merevsége és homályossága viszont közel áll a jól átlátszó homopolimerekéhez. Ezek a tulajdonságok új alkalmazási területeket nyitnak meg az új PP számára, pl. a fagyasztott csemegeárut tartalmazó dobozokét, a hűtött italok kupakjait, a húsok és a tenger gyümölcsei tálcáit. A cég arra számít, hogy a feldolgozók szívesen gyártják majd hidegálló csomagolóeszközeiket olyan granulátumból, amelyhez nem kell feldolgozás előtt elasztomert keverni. A *Prisma 6810* PP –10 °C-ig megőrzi rugalmasságát.

Az ománi Oman Oil Refineries és Petroleum Industries Company (Orpic) ugyancsak kifejlesztett egy új hőformázható PP-t, amely termelékenyebben dolgozható fel, és amelyből átlátszó poharakat, tálcákat és más csomagolóeszközöket lehet gyártani. A cég *Luban HP1151K* márkanévű PP-jéhez a Milliken cég *Hyperform HPN-600ei* gócképző technológiáját alkalmazták, amely szavatolja a szín- és szagtalanságot, továbbá a szennyeződésmentességet. A polimer feldolgozási ablaka széles, gyártása termelékeny, a belőle készített hőformázott termékek egyszerre tökéletesen átlátszóak és esztétikusak, könnyűek, emellett rendkívül méretállóak. Néhány ilyen pillekönnyű, természetbarát pohár a 3. ábrán látható.

Philip Jacoby, a Jacoby Polymer Consulting alapítója a 2018-as Antec konferencián tartott előadásában arról beszélt, hogy a *PP három kristályformája közül a beta kristályokat tartalmazó polimerből lehet előállítani a legolcsóbb és legkönnyebb termékeket*. Ilyen PP-eket a Mayzo cég beta gócképző adalékával lehet gyártani, amelyet a cég mesterkeverék formájában forgalmaz. Az adalékkal kis sűrűségű, egy irányban nyújtott fóliákat lehet előállítani, amelyeknek egyetlen a színe, könnyen nyomtathatók, de készíthetők vele kis töltőanyag-koncentrációjú lélegző fóliák vagy a gócképző nélküli PP-kénél 15%-kal könnyebb átlátszatlan poharak is.

Az Innovia Film két irányban nyújtott PP (BOPP) fóliákat állít elő a vásárló igényei szerinti optimális záróképeséggel. Közöttük van nagyon erős záróképeségű

fémbevonatú, AlOx réteggel bevont és átlátszó, ill. nagy záróképeségű koextrudált oxigénzáró fólia. A cég egynemű rétegekből álló fóliák fejlesztésével is foglalkozik, ki akarják küszöbölni a laminálásal beépített idegen anyagokat, amelyek akadályozzák a fóliák újrafeldolgozását.



3. ábra Az Orpic cég *Luban 1151K* PP-jéből hőformázással előállított pillekönnyű poharak

Etilénalapú polimerek a lakossági hulladékból származó polyolefinreciklátumok minőségének javítására

Az ExxonMobil *Vistamaxx* polimerjeinek segítségével a hulladékfeldolgozók nagyon jó minőségű visszaforgatott alapanyagokat tudnak gyártani. *Ezzel a termoplasztikus poliolefinnel összeférhetővé tehető a PE és a PP*, megtakarítható a két hulladékáram költséges és időigényes szétválasztása, a termékekben pedig növelhető a visszanyert polimerek aránya úgy, hogy a végtermék tulajdonságai még javulhatnak is.

Hasonló célra fejlesztette ki a Nova Chemicals a *Novapol PF-0118-FI* márkánévvvel forgalmazott butántartalmú PE-LLD-t is (folyási száma 1,0 g/10 min, sűrűsége 0,919 g/cm³), amellyel növelhető az ismételt újrafeldolgozások száma, vagy javíthatók a gyengébb minőségű hulladékból előállított reciklátum tulajdonságai. Az új polimeres család első tagját hulladékból visszanyert alapanyagokból gyártott szemeteszsákokhoz, bélelőfóliákhoz, csomagolóeszközökhöz, nehézsákokhoz, feszítőfóliákhoz, ruhaneműk csomagolására szánt fóliákhoz ajánlja. A Nova szorosan együttműködik vásárlóival, és segítséget nyújt nekik abban, hogy többféle polimerből készített és nehezen újrafeldolgozható termékeiket a környezetet jobban kímélő változatokra tudják cserélni. Céljuk, hogy a hulladékból visszanyert alapanyagokat a gyártók fel tudják használni olyan termékekhez is, amelyek jelenleg 100% primer anyagból készülnek.

A Braskem hulladékhasznosító *Wecycle* programja keretében különböző technológiákat próbál ki valamennyi PE és PP típusra. A PE-LLD, PE-LD és PP kísérletei még laboratóriumi szinten vannak, a PE-HD-vel már üzemi próbákat végeznek, ahol

visszaforogatott alapanyag hozzáadásával készített fóliákból hőformázással gyártott csomagolóeszközöket készítenek. Az alkalmazott technika jó minőségű reciklátumot eredményez, a viszonylag magas reciklátumtartalmú termékek tulajdonságai ígéretesek. Feszültségkorrózióval szembeni ellenállásuk és szilárdságuk hasonló a friss anyagból készítettekéhez, mechanikai tulajdonságaik 70%-kal nagyobbak, mint a szokásos módon visszanyert PE-HD-é.

Összeállította: Pál Károlyné

Sherman M.L.: Hot half-dozen applications driving developments in PE = Plastics Technology, 2019. febr. www.ptonline.com www. ptonline.com

Reade, L.: Multiple uses for polyolefins = Film & Sheet Extrusion, p. 35, 36, 38. www.filmandsheet.com