

Kupakgyártás és reciklálás – új trendek a piacon

HDPE kupakok gyártása/felhasználása folyamatosan növekszik és egyre inkább PCR-t (lakossági/kommunális hulladékból) vagy PIR-t (ipari műanyag hulladékból) visszadolgozott anyagokat fognak tartalmazni. A jövő kupakjainak alkalmazkodniuk kell a palackokhoz is a jobb újrahasznosítási célok érdekében.

A műanyag-feldolgozók évek óta sikeresen használják a PIR típusú műanyag hulladékokat. Ha azonban ugyanazt a hulladékmennyiséget szeretnék beépíteni a PCR forrásból származó hulladékból az további kihívások megoldását és lépéseket igényel. Nagyon sok tényezőt kell figyelembe venni, amikor PCR-t akarunk beépíteni, legyen az élelmiszeripari vagy nem élelmiszeripari alkalmazás. Ezek a tényezők fogják meghatározni, hogy milyen arányú PCR lesz beépíthető a „friss” polimerek mellé, miközben a cél az, hogy minél nagyobb arányban legyen beépítve a PCR. Vitathatatlanul a legnehezebb része a PCR beépítésének az, hogy megfelelő minőségű PCR hulladék nagyon limitáltan áll rendelkezésre, különösen akkor, ha a PCR-t tartalmazó terméket élelmiszeripari alkalmazásokra akarjuk használni. Jelenleg csak a szelektíven gyűjtött és visszadolgozott tejes flakonok és a vizes palackok kupakjai használhatók PCR rHDPE élelmiszeripari alkalmazásra. Nem élelmiszeri folyadékok csomagolásainál valamivel kevésbé szigorúak a követelmények. Bár a kupak szegmensben jelenleg a PP (polipropilén) és a HDPE felhasználása 2:1 arányú, azonban a trend egyértelműen az, hogy a HDPE egyre nagyobb teret fog nyerni. Mivel a HDPE-nek magasabb a visszadolgozási aránya, mint a PP-nek, ezért előnyösebb a HDPE kupakokat használni, mivel a magasabb újrahasznosítási arány miatt kevesebb nyersolajalapú „friss” alapanyagot kell gyártani. A polipropilén kupakok általában LDPE béléssel (liner) készülnek, míg a HDPE kupakok egykomponensűek, emellett magasabb az újrahasznosított arányuk, ezért műszaki szempontból sokkal jobb partnerei a PET-palackoknak, mint a PP/LDPE kétkomponensű béléses kupakok.

2024-től az Európai Unió (EU) elő fogja írni, hogy az összes 3 liter űrtartalom alatti palackok műanyag kupakjainak együtt kell maradjanak a palackokkal. Ez az új szabályozás jelentősen megváltoztathatja a jelenlegi termékeket az üdítőiparban és új, innovatív megoldásokat fog kikényszeríteni. Hasonló előírások bevezetése várható Észak-Amerikában és egyéb országokban is, követve az EU-s előírásokat. A szabályozások átvétele várhatóan azt fogja eredményezni, hogy globálisan egységesedik a kupakok és záróelemek dizájnja. A kupakok tervezői és az alapanyag-beszállítók együttműködése megkönnyíti a tervezési folyamatokat és új lehetőségeket nyit meg a nagyobb szakítószilárdságú és jobb folyási tulajdonságokkal rendelkező alapanyagok számára például olyan záróelemek esetében, ahol azok rögzítve vannak a palackokhoz.

Mely tényezők határozzák meg az új előírásokat?

Az élelmiszer- és üdítőital csomagolás értékláncában megjelenő innovációk már eddig is javították a csomagolás hatékonyságát, biztonságát és fenntarthatóságát, ugyanakkor a kupakok és záróelemek szerepe is egyre inkább fontos lesz. Az innovációban nagyobb hangsúlyt kap a fenntarthatóság, a jogszabályi igényeknek való megfelelés, a márkatulajdonosok és a fogyasztók,

az új piaci igényei, melyek a fejlődést irányítják és teljesen új megoldásokat kényszerítenek ki. Az ellátási láncon belüli fokozott együttműködés kulcsfontosságúvá vált annak érdekében, hogy képesek legyünk az új fenntarthatósági célokat teljesíteni anélkül, hogy veszélyeztetnénk az eddig elért előnyöket.

A kupakok és záróelemek, valamint azok alapanyagainak fejlesztéseit irányító tényezők: a tömegcsökkentés, a PCR és PIR hulladékok beépíthetősége és az újrahasznosíthatóság.

Tömegcsökkentés

A tömegcsökkenés javítja egy termék környezeti lábnyomát, mivel kevesebb nyersanyagot kell előállítani, feldolgozni és szállítani. Két lehetőség van a tömegcsökkentésre a kupakok esetében. Az egyik a kupakok menetes részének lerövidítése, ezzel kb. 20–30%-os tömegcsökkentés érhető el. A másik lehetőség a kupak/záróelem súlyának, falvastagságának a csökkentése kb. 20%-kal, ami további lehetőségeket kínál. Még nagyobb mértékű tömegcsökkentés érhető el a modern HDPE-k használatával különösen az szénsavas üdítőitalok kupakjainál. A továbbfejlesztett, modern HDPE polimer alapanyagok, amelyek jobb mechanikai tulajdonságokat mutatnak, hozzájárulhatnak a következő generációs kupakok és záróelemek további súlycsökkentéséhez. Az alappolimer tulajdonságaiból fakadó előnyök, mint például a bimodális molekulatömeg-eloszlás vagy az oktén-1 komonomer alkalmazása, egyedülálló előnyöket biztosít a hagyományos HDPE alapanyagokkal szemben, amelyre unimodális molekulatömeg eloszlás, butén-1, vagy hexén-1 komonomer használat jellemző. Ezek a továbbfejlesztett, új típusú HDPE polimerek életképesebbek a korábban alkalmazott kétkomponensű megoldásokhoz képest.

PCR/PIR beépíthetősége

A feldolgozók sok éve sikeresen használják már a PIR-t, viszont a PCR használata egy további lépést jelent. Több tényezőt kell figyelembe venni ahhoz, hogy a PCR hatékonyan beépíthető legyen az élelmiszerrel érintkező és a nem élelmiszeripari alkalmazásokra egyaránt. A jövőben ezek a kivánalmak egyre nagyobb szerepet fognak játszani a felhasználás határvonalainak meghatározásában. Minden szereplő az újrahasznosított mennyiség maximalizálására törekszik. A „friss” HDPE polimer alapanyagok gyártását már eleve úgy kell megtervezni, hogy a PCR anyagok alkalmazhatóságát is biztosítani tudják, miközben a kulcsfontosságú fizikai és kémiai tulajdonságaikat akár a többszörös visszadolgozás során elszenvedett mechanikai és termikus hatások után is megőrizték. Ismert, hogy a mechanikai újrahasznosítás hajlamos lerontani egyes alapanyag-tulajdonságokat és növeli a szerves illékony anyagok jelenlétét. A legmodernebb adalékcsomagokkal rendelkező „ready to recycle” (könnyen újrafelhasználható) HDPE granulátumok már biztosítani tudják azt a kivételes szag- és színteljesítményt PIR és PCR visszadolgozás mellett is, melyet eddig csak a „friss” HDPE granulátumok tudtak teljesíteni.

A **Nova Chemicals** most egy olyan Surpass „újrahasznosításra kész” HDPE granulátumot mutatott be, amely lehetővé teszi nagyobb újrahasznosított arány elérését, ezzel inspirálva az újrahasznosítás iránti piaci keresletet és segítve az ipart a fenntarthatósági célok elérésében. A magas újrahasznosított arány elérése minden csomagolóanyagra vonatkozik, de kupakok és záróelemek gyártásához kiemelkedő minőségű polimer használata szükséges, amelyek ellensúlyozni tudják az általánosabb célú és gyengébb minőségű PCR HDPE polimerek gyenge pontjait. Az ideális „friss” HDPE polimer kivételes feldolgozhatóságú, környezeti feszültség-korrózióval (ESCR) és deformációval szemben kiválóan ellenáll, mivel csak így tudja teljesíteni azokat a szigorú előírásokat, amit például a szénsavas üdítőitalok vagy a forró töltésű italok kupakjainak

teljesíteni kell. A PIR használatának a leggyakoribb példája, hogy a műanyag termék gyártása során keletkezett hulladékot/selejtet közvetlenül (on-line) visszavezetik a gyártási folyamatba. Ha azonban a termék végső tulajdonságai nem lesznek megfelelőek a visszadolgozás miatt, akkor a gyártás melléktermékeit vagy hulladékait nem lehet visszadolgozni a termékbe, ilyenkor ezeket a hulladékokat el kell küldeni az újrafeldolgozók számára, vagy értékesíteni kell más alkalmazásokra.

Újrahasznosíthatóság

Hagyományos zárókupakok gyakran kettő vagy esetleg több különböző anyagból állnak, hogy megfeleljenek a tömítés/zárás követelményeinek. Ma már folyamatban van az ipar átállása a teljes mértékben újrahasznosítható „egykomponensű-alapanyagú” típusú HDPE kupakokra. Az újrahasznosíthatóság egyre fontosabb, ez a szempont egyre inkább prioritásként jelenik meg a termékek tervezése során. A „caps-on” = „hagyd a kupakot a palackon” megközelítés a legjobb módja a kupakok visszadolgozásának biztosítására. Az italos palackok jellemzően PET-ből készülnek, míg a kupakok egykomponensű HDPE-ből. A „caps-on” technika továbbá segít biztosítani a műanyag termékek tisztaságát is.

A teljesen újrahasznosítható, egykomponensű HDPE kupakokra való átállás már folyamatban van

Bár a termelési költségek és a termelés hatékonysága továbbra is fontos tényezők maradnak, az új újrahasznosítással kapcsolatos irányutatók és jogszabályok is alakítják a modern kupakok gyártási technológiáját és növelik az érdeklődést olyan típusok iránt, mint pl. a kiváló záró- és tömítő tulajdonságokkal egyaránt rendelkező teljes mértékben újrahasznosítható polimerek. A kisméretű HDPE palackok esetén a HDPE kupakok használata további előnyökkel jár, mivel a palack és annak kupakjai is HDPE-ből készülnek, azaz egykomponensű a rendszer, így azok további szétválogatása nem szükséges. A „szétúsztatásos” szétválasztási technológiáknál a hagyományos PP kupakok használata problémás lehet, mivel a PP és a HDPE egyaránt lebeg a vízben és így a sűrűség alapján nem válnak el könnyen egymástól, így végül jelentős mennyiségű PP-vel „szennyezett” HDPE reciklátumot kapunk.

A PET palackok más kihívással is szembesülnek. Sok szénsavas üdítőitalos palack kupakja PP-ből készül LDPE tömítőanyag béléssel. A palack és a kupak szétválasztódik a szétúsztatás során mivel a PET nagyobb sűrűségének köszönhetően lesüllyed. Azonban a folyadék felszínén lebegő anyag kétkomponensű marad, amelynek összetevői nem választódnak szét, ezért egy egykomponensű, csak HDPE-ből készült kupak a legjobb újrahasznosíthatóságot és szétválasztóságot kínálja HDPE/PET csomagolóanyag rendszer esetében is.

A közeli infravörös (NIR) technológia képes szétválogatni akár kisebb mennyiségű szennyeződések is – legyen az PP vagy PE – de ezt a technikát jelenleg még nem használják elterjedten és nem működik jól, ha a PP és LDPE arány közel van az 50/50%-hoz. Az elektrosztatikus válogatás egy másik feltörekvő technológia, amely szintén képes a PP-t PE-ből kiválogatni – de még nagyon korai szakaszában van.

BorPure HDPE, a Borealis és Borouge új terméke

A Borealis és a Borouge bemutatta új BorPure™ márkanevű HDPE termékinnovációját, melyet kimondottan tömegsökkentett kupakok és záróelemek gyártására ajánlanak. Az innovációban

piacvezető és értéknövelt műanyag megoldásokban élenjáró Borealis vezette be a BorPure HDPE továbbfejlesztett típuscsaládot, amely a kupak és záróelem gyártók tömegcsökkentési törekvéseit támogatja a globális záróelem piacon.

BorPure MB5568 polimer típus tömegcsökkentett záróelemek gyártását lehetővé tevő fejlesztés elsősorban szénsavas üdítőitalok, gyümölcslevek, teák és ásványvizek csomagolásához. Európában 2014 elején mutatták be, majd ezt követően Ázsiában a Chinaplas kiállításon 2014 áprilisában. A Borealis által szabadalmaztatott *Borstar PE* technológiájával gyártott BorPure MB5568 HDPE típus kimondottan a tömegcsökkentett kupakok gyártását célozza meg, amely a sztenderd rövid nyakú (PCO 1881) kupakoknál is megtakarítást tud biztosítani. A BorPure MB5568 egy MFR = 0.80 (2,16 kg/190 °C) multimodális HDPE típus, de a feldolgozás körülményei között mutatott folyása megegyezik például egy tradicionális HDPE termékkel, amelynek MFR = 2,0 (2,16 kg/190 °C) értéke van. Az új termék egyik nagy előnye az extrém magas ESCR érték, amely kb. 50%-kal magasabb, mint például a korábban használt típus, a *BorPure MB 6561 HDPE* kupakalapanyag.

Az egyedülálló Borstar technológia lehetővé teszi célzott mechanikai és feldolgozási mékeltulajdonságok kialakítását, melyekkel kompromisszumok nélkül, speciális felhasználási igényeknek is meg tudnak felelni, mindamellert kevesebb anyagot kell felhasználni a termékek legyártásához. Ezek az előnyök növelhetők az *E*-modulus (merevség) és az ESCR (kémiai anyagokkal szembeni repedés-ellenállás) értékek növelésével, melyet a BorPure MB5568 HDPE típus kínál. A termékkel a záróelemek további méret- és tömegcsökkentési lehetőségei nyílnak meg, amellyel anyag- és költségmegtakarítás érhető el, hozzájárulva az ökológiai lábnyom javításához és a fentarthatósági célokhoz. A palackozott italok gyártásánál a csomagolóanyagok gyártási költségeinek csökkentése az egyik kulcskérdés a versenyképesség megőrzésében, amelyhez a kupakok tömegcsökkentési törekvései is hozzájárulnak. A felhasználók számára kiemelt fontosságú, hogy a palackozott áruk íze ne változzon meg a műanyag csomagolás hatására. A BorPure MB5568 típus kiváló organoleptikus tulajdonságokat kínál és egyáltalán nincsen hatása a palackozott üdítőitalok/vizek íz, illat/szag tulajdonságaira. Az organoleptikus tulajdonságok folyamatos ellenőrzésével lehet biztosítani a gyártott adagok közötti egyenletes minőséget.

A SABIC erősít a kupakok és záróelemek (C&C) piacán

A Berlinben megrendezett Plastic Closures Innovation konferencián a **SABIC** bemutatta a legújabb polimer típusait, amelyek üdítőitalos palackok kupakjaihoz használhatók élelmiszeripari vagy nem élelmiszeripari csomagolásban használatos kupakok gyártására, a körforgásos gazdaságot maximálisan szem előtt tartva. A SABIC széles PP és PE termékportfóliója erős piaci pozíciók kiépítését tette lehetővé a kupakok és záróelemek piacán. Mivel az alkalmazás folyamatosan változik, nagyon gyorsan kell reagálni a jelenlegi és jövőbeli kihívásokra. A SABIC célja növelni a piaci terület lefedettségét az élelmiszeriparban az üdítőitalok esetében, és a nem élelmiszeripari alkalmazásoknál is, különösen a mosó- és tisztítószer-csomagolásban, a kozmetikai és gyógyszeriparban.

A SABIC kupak termékportfóliója a PE és PP típusokon túl a műszaki műanyagokat is magában foglalja, mint például a polikarbonátot (PC). Nagyon sok termék már régóta a piacon van, de ebben az évben megjelent egy új HDPE típus, amely kimondottan a szénsavas üdítőital kupakok kikönnyítését teszi lehetővé (CSD). Az új SABIC multimodális HDPE típus kiváló organoleptikus (szag/íz) tulajdonságokkal, valamint kiváló ESCR értékkel és folyási képességgel rendelkezik, ami lehetővé teszi a kisebb tömegű kupakok gyártását. A SABIC multimodális

HDPE CCX027C polimerje viszonylag alacsony MFR (0,80 g/10 perc/2,16 kg terhelés) mellett is olyan folyási képességeket mutat azonos feldolgozási körülmények mellett, mint akár a háromszor magasabb folyási mutatószámú (MFR) versenytárs HDPE termékek.

Az újítások segítségével a SABIC gyorsabban tud reagálni a piaci kihívásokra, mindemellett dedikált műszaki vevőszolgálatával képes hatékonyabban reagálni a vevői vagy OEM igényekre. Az ESCR növelése, a fizikai tulajdonságok javítása, mint például a merevség és az ütőmunka értékek növelése, további záróelem tömeg könnyítést tesznek lehetővé. A kifejlesztett típusok alacsonyabb feldolgozási hőmérséklete a műanyag-feldolgozók számára energiamegtakarítást és ciklusidő csökkentést, ezáltal hatékonyságjavítást jelent. A jobb organoleptikus tulajdonságok találkoznak a kupakalapanyagok egyik fő kritériumával, ugyanis azok nem gyakorolhatnak hatást a becsomagolt folyadékok ízére, különösen igaz ez a palackozott ásványvizekre. A SABIC alkalmazkodik a csomagolóanyagok fentarthatósági követelményeihez is, gyártásában részlegesen helyettesíti az ásványolajat mint alapanyag forrást más megújuló forrásokkal, melyet beépíthet a PP és PE gyártási folyamatába. A részlegesen bio alapon gyártott termékek tulajdonságai megegyeznek az ásványolaj bázison gyártott polimerekével.

A fenttarthatóság a fókuszban

A következő 10 évben is folytatódnak a fejlesztések, de már a fenntarthatóságon lesz a nagyobb hangsúly. A termékek tömegcsökkentése, az újrahasználatossága és a PCR (kommunális) hulladékok visszadolgozása lesz a három kulcsterület, mely területeken a fejlesztések folyamatosan zajlanak annak érdekében, hogy a műanyag kupak termékek fenntarthatóságát javítsuk.

Az elmúlt 20 évben az üdítőitalok csomagolásához használt alapanyagok tömege egyre kisebb lett. Az alkotórészek megtervezése, a feldolgozás módja és az alkalmazott anyagok lehetővé tették olyan palackok és kupakok gyártását, amelyeknek kisebb az ökológiai lábnyomuk, mivel kevesebb anyag szükséges a gyártásukhoz, így kevesebb anyagot kell feldolgozni és kevesebb anyagot kell szállítani. Módosították a palackok nyakrészének kialakítását, ahová a kupakot felcsavarják, amely tovább segíti a kupakok tömegének csökkentését. A PCO 1810-es palack nyak kiképzésű típusról a PCO 1881-re való átállás például önmagában 25–35% tömegcsökkentést tett lehetővé a kupakoknál és kb. ugyanilyen tömegcsökkentés volt elérhető a palackok nyakrészének kiképzésénél is. A legújabb palack nyak előírás (26/22) adaptációja várhatóan további jelentős tömegcsökkentést tesz lehetővé a következő néhány évben.

Sokan úgy gondolják, hogy az ásványvizes palackok további tömegcsökkentése már nem lehetséges, ezért a fejlesztések a termelési sebesség növelésére összpontosítanak. A kupakok számára előírt műszaki és mérettartási követelmények és a könnyítés egyre nehezebb feladat, a 10 éve megjelent speciálisabb HDPE típusok sem tudják már kielégíteni a feldolgozási és funkcionális kívánalmakat, amelyet az új dizájn megkíván. Az eddig a tömegtermelésben használt „commodity” termékek korlátai tették szükségessé nagy teljesítményű HDPE alapanyagok kifejlesztését, amelyek biztosítani tudják a szükséges mechanikai elvárásokat és a tömegcsökkentési célkitűzéseket. A hagyományos HDPE típusokhoz képest kiemelkedő és kivételes tulajdonságokat az új polimer molekulaszervezet megtervezésével lehet elérni, mint pl. a bimodális molekulatömeg eloszlás vagy az oktén-1 komonomer használata. A nagy teljesítményű HDPE típusok kivételesen magas ESCR értékkel rendelkeznek, amely a vékony falú alkalmazások egyik fontos kritériuma. Magasabb a kúszással szembeni ellenállásuk és jobb a gázokkal szembeni áteresztő-képességük, amely a szénsavval dúsított üdítőital csomagolásoknál elengedhetetlenek. A bimodális molekulatömegeloszlás nagyobb feldolgozási sebességet biztosít, amely

fröccsöntéses technikát alkalmazva különösen a nagy sebességű, nagy teljesítményű, többfészkés szerszámokkal történő gyártásnál előnyös. Az iparág folyamatosan keresi a további lehetőséget a vékonyabb, könnyebb kupakok gyártását lehetővé tevő fejlesztésekre.

Terméktervezés a visszadolgozhatóság érdekében

A termékek anyagában történő visszaforgathatósága fontosabb szempont lett, mint korábban bármikor. Régebb a kupakok két, vagy többkomponensűek voltak, mert csak így tudták teljesíteni az elvárásokat, míg manapság már egykomponensű és teljes mértékben újrahasznosítható megoldások állnak rendelkezésre. Jóllehet a költségek és a termelés hatékonysága is fontos követelmények, a körkörös gazdaságot biztosító új szabályozások formálják a kupakok és záróelemek piacát, növelve az érdeklődést a visszadolgozható alapanyagok iránt. Régebben két részből álltak a műanyag kupakok, volt egy PP-ből készült héj, benne egy LDPE tömítő-, szigetelő réteggel, amely biztosította a záróképességet, ez volt a standard. Néhány Észak-Amerika államban és néhány üdítőitalos felhasználás esetén még ez a kétkomponensű rendszer elfogadott, de a legtöbb területen ezek is kiszorultak a jó organoleptikus tulajdonságú, tömítés nélküli, HDPE kupakok miatt. Az egykomponensű kupakmegoldás nem csak az ellátási láncot teszi egyszerűbbé, de lecsökkenti a palackok nyakának torzulását, jobb tömítő, záróképességűek de megkönnyítik az egykomponensű rendszerekhez való hozzászokást.

Összeállította: Balanyi Krisztián

Dhaliwal A.: 3 Keys That Unlock Plastic Closure Sustainability – Plastics Today, 2021. december, <https://www.plasticstoday.com/packaging/3-keys-unlock-plastic-closure-sustainability>

Sherman, L.M.: Future Caps & Closures: More HDPE, More PCR – Plastics Technology, 2021. október, <https://www.ptonline.com/articles/caps-closure-future-includes-more-hdpe-scrap-too>

Borealis and Borouge introduce a lightweight BorPure PE innovation for caps and closures (letöltve 2022. február 1), <https://www.borealisgroup.com/news/borealis-and-borouge-introduce-a-lightweight-borpure-pe-innovation-for-caps-and-closures>

SABIC introduces new caps & closures material, outlines strategies for growth and the circular economy at the berlin plastic closures innovation 2018 (letöltve 2022. február 1), <https://www.sabic.com/en/news/12748-sabic-introduces-new-caps-closures-material-outlines-strategies-for-growth-and-the-circular-economy-at-the-berlin-plastic-closures-innovation-2018>