

A PET és PETG palackok után jönnek az EPET palackok

A világon irdatlan mennyiségben gyártott italos palackok legtöbbször még ma is PET-ből fújják, egy részüket PETG-ből készítik, mert ennek jobb a záróképessége és az ütésállósága. Az utóbbi hátránya, hogy használat után nem keverhető hozzá a PET hulladékáramához. A néhány éve a piacon megjelent nagyobb viszkozitású, ezért extrudálható PET előnye, hogy a hagyományos PET-tel együtt dolgozható fel újra, és az extrúziós palackfűvés megkönnyíti a sok alkalmazásban előnyös fogantyús palackok gyártását. Számos fűvőformázó érdeklődik az EPET iránt, egy amerikai cég, az MSA pedig, amely soha nem szerette az „unalmas” feladatokat, az EPET-ből is igyekszik soha nem volt formájú termékeket gyártani.

Tárgyszavak: fűvőformázás; palackgyártás; PET; PETG; EPET; hulladékfeldolgozás; különleges formák.

A polietilén-tereftalát (PET) az egyik legnagyobb mennyiségben feldolgozott tömegműanyag. Kiváló optikai tulajdonságai, ütésállósága, kis sűrűsége, jó gázzáró képessége miatt nagy mennyiségben alkalmazzák a csomagolóiparban palackok formájában. A nagyszámú palackból kiürülés után nagy mennyiségű hulladék keletkezik, amelynek szelektív begyűjtésével és újrahasznosításával újból értékes nyersanyaghoz lehet jutni.

A PETG a PET glikollal módosított kopolimerje. Ennek ütésállósága sokkal jobb, mint a PET-é, és míg a PET palack túl magas hőmérsékleten opálössé válik, a PETG megőrzi átlátszóságát. A PET-ből palackgyártáskor első lépésként kisméretű előformát fröccsöntenek és egy második lépésben az előformát újra felmelegítve a fűvőszámban nyújtva-fűvással alakítják ki a végső formát. A PETG-nek vannak fröccsönthető és extrudálható változatai is. A kiürült PETG palackok anyaga a polimer alacsonyabb szárítási és olvadási hőmérséklete miatt nem keverhető hozzá a PET palackok hulladékáramához, a PETG ebben „szennyezőanyag”-ként szerepel.

Az EPET (extrudálható PET) a PET család legújabb tagja, sajátos tulajdonsága, hogy extrudálással is feldolgozható, ami lehetővé teszi a fűvőkor a palacktesthez tartozó fogantyú kialakítását. Ez különösen a nagyobb ürtartalmú termékek mozgatószakor jelent előnyt, de kényelmes lehet kisebb termékeken is. (Itthon is vásárolható pl. már tej fogantyús „kancsóban”). Legalább ekkora előnye az EPET-nek az, hogy a használt palackok a hagyományos PET hulladékkal együtt dolgozhatók fel újra. A PET-feldolgozók érdeklődése az EPET iránt ezért egyre növekszik.

Amit az EPET-ről tudni kell

Az EPET előnyei

Az USA-ban a műanyagokat fajta szerint azonosító kóddal (RIC, resin identification code) látják el, amely egyúttal újrafeldolgozhatóságukról is tájékoztat. Kaliforniában 2017-ben felülvizsgálták az országos szabványrendszerben szereplő kódot (PETE 1), amelyben nem különböztették meg a PET-et és a PETG-t, és 2018-ban a PETG-t a RIC 7 („egyéb műanyagok”) osztályba sorolták. Ebbe az osztályba a többféle műanyagot tartalmazó, nehezen visszaforgatható anyagok tartoznak. Őva intették a hulladékfeldolgozókat, hogy ezt a polimert a hagyományos PET hulladékáramba irányítsák. Az EPET ezzel szemben a továbbiakban is a PETE 1 kóddal jellemezhető.

Az EPET további előnye, hogy extrudálható, és ezért könnyen készíthetők belőle átlátszó fogantyút hordozó palackok, amelyekben narancs- és más gyümölcslevet forgalmaznak az USA-ban, és amelyek nagyon népszerűek. A Coca Cola és a Simply Orange cég máris átállt az EPET alkalmazására. Első alkalmazója azonban a Pepsi volt, amely a PE-HD-t cserélt EPET-re 2,5 literes narancsleveinek csomagolására. Több palackgyártó azt tervezi, hogy a nem élelmiszerek forgalmazására használt PVC palackjait is EPET-ből fogja gyártani az utóbbi könnyebb újrafeldolgozása miatt.

Az alapanyag két legfontosabb gyártója az USA-ban a DAK Americas és az Indorama Ventures. Ezek nagy ömledékviszkozitású EPET típusokat fejlesztettek ki, amelyeknek jó az ömledékszilárdsága, kellően merevek és viszonylag lassan kristályosodnak.

Az extrudálásra is alkalmas PETG-t kb. 30 éve fejlesztették ki, és az elmúlt időkben viszonylag kis mennyiségben, de bekerült a PET hulladékába. A kisebb olvadáspontú amorf PETG azonban ragacsossá vált, granulátumagglomerátumokat képezett és gyakran eltömte az egész rendszert, ami rontotta a regranulátum minőségét.

Az elmúlt hat év alatt kifejlesztett EPET-ek igazi piaci sikert arattak. Ilyen pl. a DAK megnövelt ömledékszilárdságú *Array* és az Indoráma *Polyclear* márkanévű terméke. Ezekből tökéletesen átlátszó, fényes felületű palackokat lehet fújni extrúziós technológiával, és anyaguk visszaforgatása semmiféle gondot nem okoz.

A PETG legnagyobb gyártója, az Eastman Chemical 2016-ban kezdte forgalmazni *Aspira One* márkanévű extrudálható PET-jét, amely ugyancsak kopolimer, de kompatibilis a hagyományos PET-tel és azzal együtt újra feldolgozható. A hírek szerint a cég növeli extrudálható PET termékeit, és új PETG gyártmányai minden igényt ki fognak elégíteni. A PETG-től azonban egyre inkább idegenkednek a feldolgozók és a vásárlók is, mert félnek a minőségromlástól.

Az EPET gyártói együttesen biztosítják a feldolgozókat, hogy el tudják látni a piacot megfelelő termékekkel, beszerzési nehézségektől nem kell tartaniuk.

Az EPET lehetséges alkalmazási területei

A DAK becslései szerint az EPET jelenlegi piaci igénye kb. 45 000 t/év. Egyik fő alkalmazási területe lehet a mosogató és mosószeres legalább kétliteres fogantyús pa-

lackjainak gyártása. Jól beválhatnak a mezőgazdaságban és az autózásban használt folyadékok forgalmazására. A fogantyú nélküli széles szájú edények és a szűk nyakú palackok is szóba jöhetnek, az előbbiek pl. dzsemek, lekvárok számára; az utóbbiak 100, 200, 375 ml-es likőrös, vagy karcsú, magas palackok formájában. Kozmetikumokat, gyógyszereket, üdítőitalokat is lehet EPET-be csomagolni.

Az EPET alkalmazása PETG helyett a vásárló számára is előnyös; egyrészt mert viszonylag olcsóbb, másrészt mert kevésbé terheli a környezetet. A PETG ugyanis nem képes elérni a kívánatos 25% vagy pláne az 50%-os visszaforgatást, az EPET ezzel szemben 50% vagy annál magasabb aránya könnyen teljesíthető.

Az EPET feldolgozása

A gépgyártók az elmúlt években megtanulták, hogy hogyan lehet feldolgozni a szokásostól eltérő, nagyobb viszkozitású EPET-et a meglévő tárcsás vagy transzfer extrudereken. A Bekumnak már több mint egy tucat teljesen automatizált gépe gyárt napi 24 órában fogantyús EPET palackokat a különböző műanyag-feldolgozó üzemekben.

Ez idő alatt a feldolgozók is megtanulták becsülni az EPET-et, és rájöttek arra, hogy a fogantyús palackok sokkal stabilabbak. Észlelték azt is, hogy az EPET olvadási tulajdonságai nagyon hasonlóak a nyújva-fúváshoz használt PET-éhez. Mivel az EPET kristályosodik, a feldolgozásban használhatók a standard PET kristályosodására és szárítására szolgáló berendezések. Az extrudálható PET feldolgozásához szükséges szerszámok olcsóbbak, mint az előformázáshoz és az ezt követő fúváshoz alkalmazott szerszámok.

Az EPET feldolgozásához gépeket gyártó vállalatok, a Bekum, a Kautex Machines és az USA-ban a németországi Hesta Blasformtechniket képviselő Jackson Machinery szakemberei jól ismerik az EPET és a PETG feldolgozásának hasonló és eltérő feltételeit, amelyeket a gépeken meg kell valósítani. Az EPET feldolgozási hőmérséklete pl. jóval magasabb (260 °C) a PETG-énél (200 °C). Emellett az ömledék hőmérsékletét a lehető legalacsonyabban kell tartani, hogy a polimer megtartsa a megfelelő ömledékszilárdságot.

A gépgyártók egyetértenek abban, hogy a csiga fordulatszámát is korlátozni kell, hogy csökkentsék a nyírás okozta hőmérséklet-emelkedést. Ez által kisebb lesz a termelékenység is, ezért célszerű az EPET-hez egy nagyobb méretű vagy egy nagyobb L/D arányú gépet választani, mint a PETG-hez. A Hesta pl. 24/1, ill. 32/1 arányú csigákat épít gépeibe. Az extruderfej megfelelő kialakítása is fontos, itt is kerülni kell az erős nyíró hatást. A csiga felépítése különösen fontos, ha magas részarányban adnak regranulátumot az EPET-hez. Magasabb ömledék-hőmérséklete ellenére az EPET feldolgozásakor kb. ugyanolyan ciklusidővel lehet dolgozni, mint a PETG-vel, mivel az előbbi gyorsabban szilárdul meg.

Valamennyi gépgyártó tudja, hogy az EPET kb. 20%-kal nagyobb szerszámzáró erőt igényel az extrudált profil hibátlan lecsípéséhez. A Hesta legújabb teljesen villamos hajtású *Hesta 900-as* gépén a szerszámzáró erő 32–44 tonna között van. Fontos a

szerszámzóró erő egyenletes eloszlása; a Bekum gépein alkalmazott C-keretes befogás nagyon hatékonyak bizonyult az EPET feldolgozásában.

A PETG szerszámjai módosítás nélkül nem használhatók EPET-hez. A tömlő lecsípéséhez élesebb és kiállóbb él, meredekebb szög szükséges. A szárításhoz a PET szárítói megfelelnek, mert ezek intenzívebbek, mint a PETG-hez használt szárítók. A készülégyártók azonban hangsúlyozzák, hogy a követelmények pontos teljesítése a nem poliészter típusú anyagok (PE-HD, PVC) feldolgozásakor még kritikusabb, mint az EPET extrúziós fúvóformázásakor.

Aki mer, az nyer – akkor is, ha fúvóformázással foglalkozik

Egy cég, amely nem(csak) a profitra hajt

A 65 éves Mel O’Leary a Meredith-Springfield Associates (MSA) elnöke még ma is 45–55 órát dolgozik hetente a társával 1983-ban alapított üzemében. Cége arra vállalkozik, hogy olyan termékeket gyártson, amelynek elkészítését a legtöbb fúvóformázással foglalkozó cég lehetetlennek véli. Kifejezetten szeretik a kihívást, elvállalják kis sorozatok elkészítését is, sőt egyszeri megrendelést sem utasítanak vissza, ha a feladatot izgalmasnak és érdekesnek találják. Örömmel tölti el őket, ha kitalálnak



1. ábra Az MSA légpárnás PUR-ból készített cipőtálp-betétje a Reebok számára

egy olyan módszert vagy elkészítenek egy olyan szerszámot, amilyenre korábban senki sem gondolt.

A kezdetben mindössze háromtagú cég eleinte tréninget és konzultációt vállalt. 1988-ban házukra jelzálogkölcstönt vettek fel, kibéreltek egy 150 m²-es helyiséget, amelyet egy fúvóformázó géppel mintakészítő és fejlesztő laboratóriumnak rendeztek be. Munkásságuk iránt volt érdeklődés, de az áttörés 1990-ben következett be, amikor közreműködtek a sporteszközöket gyártó Reebokkal egy atlétikai cipő légpárnás talpbetétjének (1. ábra) kifejlesztésében. Speciális csigával és szerszámmal, továbbá a polimer szárításával sikerült a betétet elké-

szíteni. Egy kínai megrendelés nyomán a hét 7 napján 24 órán át ment a termelés, végül négy Boeing teherszállító repülőgép vitte ki az árut a megrendelőnek. Ebből azt a következtetést vonták le, hogy érdemes különleges technikával és a fúvóformázásban szokatlan anyagokkal és formákkal foglalkozni.

A 2009–2012 között bekövetkezett gazdasági válság alatt eladásai és a vállalat méretei megduplázódtak. Míg más feldolgozók leálltak, elbocsátották a munkásaikat, az MSA felvette a gyakorlott dolgozókat és megkapta a bezárt üzemeknek szánt meg-

rendeléseket. Ezekben az években vásároltak két darab Aoki fúvóformázó gyártóegységet, amelyen PET-ből előforma fröccsöntésével, de egyetlen lépésben lehetett palackot gyártani a DAK és az Indoráma szakmai segítségével.

A cég szokásait nem feladva, itt is a különleges megoldásokat kereste. Szokatlan formájú termékeket gyártottak szokatlan polimerekből (PE-HD, PP, PVC, ABS, PA, TPE, TPU, fluorpolimerek). Joggal büszkék a makaói Wynn szálloda kaszinójában felépített három emelet magas fa alakú „csillárra”, amelynek „buráit” PVC-ből készítették (2. ábra). Ez egy tipikus „egyszeri megrendelés” volt, és rengeteg fejlesztőmunkát kellett végezni, amíg megoldották, hogy egy ciklusban egyszerre négy nagyon eltérő módon görbülő, csavarodó, hasasodó formát tudjanak fújni. A „fához” kb. 1000 ciklusban gyártott 4000 burát építettek be.



2. ábra Bal oldalon a makaói Wynn kaszinó világító „fájának” burái láthatók, jobb oldalon pedig a három emeletes „fa” a kaszinó termében

A közelmúltban tágitották a fröccsöntött PET előformákból fújt üreges testek gyártástechnológiáját, és természetesen csatlakoztak a még rügyattanás előtt álló EPET extrúziós technológia alkalmazóinak és fejlesztőinek csapatához.

A cél: élen járni az EPET feldolgozásában is

Az MSA számára az EPET nem vadonatúj anyag. 20–25 évvel ezelőtt néhány cég – az Eastman, a DuPont és mások már kísérleteztek vele, de a termék nagyon kényes és főleg nagyon drága volt, ezért további kutatásával felhagytak.

Mintegy 10 éve az érdeklődés az extrudálható PET iránt újra feléledt. Az MSA kapott is kezdeti mintákat az Eastmantól és a DAK-tól. Fejlesztői részt vettek a speciális csiga fejlesztésében, és egy olyan extruderfej kialakításában, amelyből egyszerre több tömlőelőforma áramlik ki. Foglalkoztak az extruder hőmérséklet-szabályozásával, a henger fűtésével. Ismerkedtek az EPET tulajdonságaival, kezelésével (szárítással, keveréssel, a hulladékörlemény rekristályosításával). Az EPET-nek

csontszáraznak kell lennie (harmatpontja $-43\text{ }^{\circ}\text{C}$), különben elveszti ömledékszilárdságát. Ha a megőrölt hulladék nedvesség okozta bomlást szenved, belső viszkozitása (IV, intrinsic viscosity) erőteljesen csökken és a polimer használhatatlanná válik. Az MSA kutatói a kísérletek során gyártottak olyan EPET terméket, amelyben 60% volt a regranulátum. A folyamatot rendkívül szigorúan kézben kell tartani. Valaha a PVC-vel sem lehetett könnyen megbirkózni. Ma viszont jobbak az alapanyagok és a gépek is többet tudnak. O’Leary ennek ellenére csodálkozik azon, hogy a kisebb és közepes vállalatok nem foglalkoznak az EPET-tel, mert jóval olcsóbban lehetne ebből különleges formájú, tetszetős palackokat készíteni, mint a hagyományos PET-ből.



3. ábra. Az MSA EPET-ből készített néhány szokatlan formájú edénye: a bal oldali képen az ostyatároló és a nyírfaszirup forgalmazására szánt palack; a jobb oldalon a különleges kiöntővel kialakított edények

Az MSA jelenlegi bevételének 12%-át teszik ki az EPET-ből készített termékek, és ez a polimer a cégnél 15-16 embernek ad munkát. Az MSA – ragaszkodva hagyományaihoz – most sem törekedett arra, hogy részt vegyen a narancs- és gyümölcslevek forgalmazásában használt palackok gyártásában, ehelyett innovatív termékeket fejlesztett ki az élelmiszeripar, a testápolás, orvosi eszközök számára. Ilyenek:

- egy 58 cm hosszú tartály speciális orvosi alkalmazásra. A tartály nyakán a nyílás átmérője 28 mm. A tartály keresztmetszete kör alakú, kivéve egyik oldalát, amely lapos, hogy vízszintesen megálljon egy sík felületen;
- egy 1,5 literes széles szájú edény templomi ostyák tárolására. Az edény 10 cm átmérőjű nyílásának peremét úgy alakították ki, hogy a felső részen kupolát fűjtak, amelyet később jórészt levágtak (3. ábra);
- juharszirup tárolására szolgáló vastag falú palack, amely üvegnek tűnik, és tölteskor elviseli a $82\text{ }^{\circ}\text{C}$ -os folyadék hőmérsékletét (3. ábra);
- EPET tartályok szokatlan formájú (háromszögű és ovális) kiöntővel (3. ábra).

Az MSA tevékenysége, felszereltsége a 2010-es évtized vége felé

Az MSE jelenleg 100 munkatárssal – kb. harmaduk 10–15 éves „veteránként” – dolgozik a cég 8360 m² alapterületű massachusettsi (Ludlow) üzemében. Az üzemben hat mindkét oldalán folyamatosan extrudáló, alternáló mozgást végző Bekum (*H-155* típusú), ill részben átépített Battenfeld Fischer (*FHB 15-2* típusú) gép dolgozik. Ezek egyikén dolgozzák fel az EPET-et, és számuk hamarosan nőni fog. Fröccsöntött előformából nyújva-fúváshoz három (*350*, ill. *500* típusú) Aoki gépet használnak; ezek száma hamarosan további hárommal fog növekedni. Legnagyobb Aoki gépükön kétsoros szerszámban 16 fészekben fűszerek csomagolására gyártanak flakonokat. Ezen a gépen fele annyi ideig tart egy ciklus, mint korábbi gépükön, ami azt jelenti, hogy ugyanannyi flakonhoz fele annyi szerszámra van szükség, ami a majdnem 10 milliányi flakonnál már nem elhanyagolható szempont. Testápolókhöz gyártott flakonjaikat egy háromfészkes szerszámban ugyancsak 10 s ciklusidővel készítik.

Az MSA gyártmányainak többségét az élelmiszerek és a testápoló szerek, háztartási vegyszerek csomagolóeszközei teszik ki, ezek adják a bevétel kb. 20%-át. Mintegy 10%-ban orvosi reagenseket forgalmaznak, további 30%-ot részben a fogyasztók, részben az ipar használ fel (kertészeti eszközök és edények, fagyaltok csomagolása, vizespalackok formájában). Templomi és temetési igények kielégítésére évente milliányi mécseshez és gyertyához készítenek PVC-ből edényeket, tartókat. Kínálatukban szerepelnek extrudált lépcsőkoriátok, kerítések tetejét lefedő profilok is.

Mindössze két iparág ellátásától ódzkodnak: a kozmetikai iparétól és az autógyártástól. Úgy vélik, ezek kiszolgálásához az MSA-tól eltérő, más menedzsmentre lenne szükség.

Összeállította: Pál Károlyné

Sherman, L.M.; Naitove, M.H.: Why blow molders are switching to EPET = Plastics Technology, 2019. jan, <https://www.ptonline.com/articles/why-blow-molders-are-switching-to-epet>

Naitove, M.H.: We don't shy away from a challenge = Plastics Technology, 2019. márc. www.ptonline.com