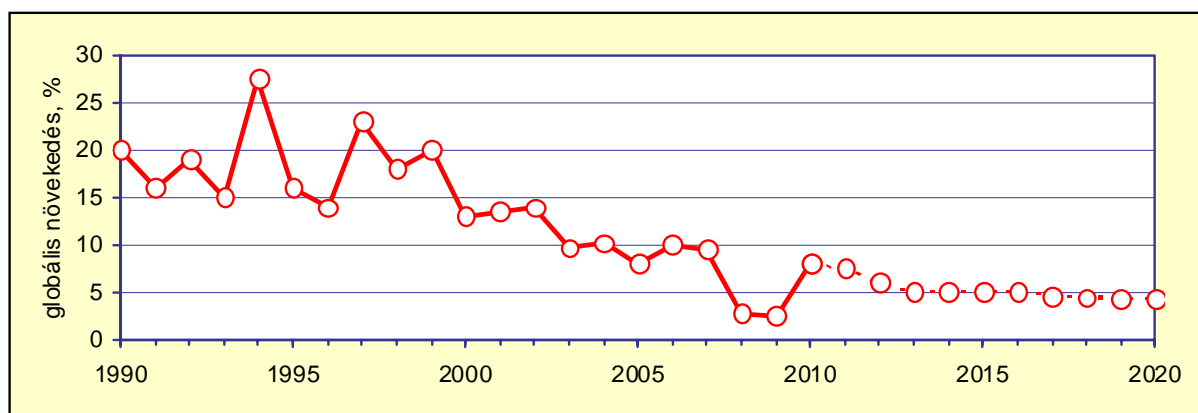


PET előformák gyártása olcsóbban, kevesebb energiával

A PET palackok előformáinak gyártásakor – mint más műanyagtermékekénél is – a fejlesztés fő célja az energiatakarékosság és a költségcsökkentés. A gépgyártók számos ötlettel igyekeznek ezt a törekvést kiszolgálni.

Tárgyszavak: csomagolástechnika; PET palack; előformagyártás; energiatakarékosság; gépgyártók; regranulátum; gázzárás.

A PET palackok piaci részesedése az üveghez és a többi italcsomagoláshoz képest változatlanul növekszik, bár a növekedés mértéke az elmúlt 15 évben lassult. A 2008–2009-es válságot kivéve mértéke 5–8% között volt, de még 2008-ban is elérte a 3%-ot, és várhatóan 2020-ig megmarad az évi 5% körüli bővülés (1. ábra). Európában és Észak-Amerikában a következő években 2,5%-os csökkenésre számítanak, ezt azonban kompenzálja a Dél-Amerikában, Afrikában, a Közel-Keleten és Ázsiában várható 8–10%-os növekedés.



1. ábra A palackgyártáshoz felhasznált PET mennyiségének előző évhez viszonyított százalékos növekedése a világon 1990–2020 között (a 2010 utáni időszakra előrejelzett adatokkal)

A PET palackokat két lépésben állítják elő. Az első lépésben előformát fröccsöntenek. A fröccsszerszám általában 48–96 fészket tartalmaz, a jelenlegi csúcs 212, azaz egy „lövettel” egyszerre ennyi előforma készíthető. A töltőüzemek az előformát gyakran beszállítóktól vásárolják, de terjed az a szokás, hogy ezeket maguk

állítsák elő, amivel megtakaríthatják a szállítási költségeket és a gyártás rugalmasabban alkalmazkodhat a mindenkori igényekhez.

A második lépésben palackot készítenek az előformából. A fűvőberendezésbe helyezett előformát felmelegítik, majd a megfelelő szerszámban a kívánt formára fújják fel. Ezt a műveletet a legtöbb töltőüzem maga végzi, hogy megtakarítsa a nagy térfogatú üres palackok szállítási költségeit.

A palackgyártás „titkai”

Szállítás, tárolás, szárítás

A palackgyártás a megfelelő alapanyagok beszerzésével, tárolásával, szárításával kezdődik. Németországban a PET alapanyagot silóvagonokban, konténerekben vagy kisebb tételben ún. „big bag”-ben szállítják. A gyártósor első elemei a szabadban álló alumíniumsilók, amelyek tárolókapacitása elérheti a 100 t PET granulátumot. *A nagy tárolókapacitás lehetővé teszi, hogy a hullámzó PET-árak mellett a gyártó a „hullámvölgy” idején szerezze be az alapanyagot.*

A nagy silókat a legkorszerűbb szintmérési technikával szerelik fel. A feltöltés mértékét ellenőrizhetik ultrahangos vagy radaros mérőeszközzel, de vannak olyan silók is, amelyeket mérlegre állítottak, és a tömeg változásával pontosan követni tudják a tartályban lévő anyag mennyiségét. Az utóbbi módszerrel kiküszöbölhető a granulátum kúpos kiürülése által okozott pontatlanság. A silókban vannak olyan speciális eszközök, amelyek csökkentik a granulátum és a siló fala közötti súrlódás okozta kellemetlen zajt is.

A silókból vákuummal működő pneumatikus szállítórendszeren keresztül teljesen automatikusan jut a granulátum a szárítóba. A szárítóberendezést szerencsés esetben a fröccsöntő gép felett helyezik el. *A PET granulátumot nem lehet feldolgozni anélkül, hogy szárított levegővel közvetlenül a fröccsöntés előtt ki ne szárították volna.* Erre a célra szárítótölcséreket alkalmaznak, amelyekben a granulátumon addig áramoltatnak át meleg és száraz levegőt, ameddig az el nem veszítette nedvességtartalmát. 170 °C-os levegővel végzett kb. 5–6 órás szárítás után a granulátum víztartalma 30 ppm körüli értékre áll be, ilyen állapotban már betáplálható a fröccsöntő gépbe. 96 fészkes szer számmal, 0,5 s-os ciklusidővel naponta 1 millió előformát lehet előállítani.

Az éles verseny miatt az előformagyártás költségeit folyamatosan igyekeznek mérsékelni. Egyik lehetőség erre az *anyag-előkészítés energiaigényének csökkentése.* Ha a granulátum kiszárításához 180 °C-os levegővel 6 óra szükséges, az ehhez szükséges energia mennyisége kiszámítható. 1 t granulátum feldolgozásához óránként kb. 2000-2500 m³ levegőt kell felmelegíteni. Érdekes az üzemben körülnézni, hogy milyen energiaforrások használhatók fel erre. A szokásos szárítóberendezések primer energiaigénye akár 30%-kal csökkenthető, ha a gyártási folyamatban felmelegedő levegőt átáramoltatják a granulátumon, maradék energiatartalmát pedig hőcserélőkben nyerik vissza.

Előnyös lehet a terheléstől függően ki/bekapcsoló levegőfűvókák alkalmazása. A szárítót a fröccsöntő gép legnagyobb teljesítményéhez kell méretezni, de ha a gép nincs csúcsra járatva, kevesebb levegő is elegendő a szárításhoz. A levegőmennyiség bypass-fűvókával automatikusan optimalizálható. Hasznos lehet a forró levegővel és granulátummal érintkező gépelemek hőszigetelése is.

A PET előkészítésében még ma is a villamos áram a fő energiaforrás, emellett a földgázt és a vízgőzt is egyre gyakrabban alkalmazzák fűtéshez. Mivel a berendezés számára közömbös, milyen formában látják el energiaszükségletét, a választást az energia ára határozza meg.

Használt palackokból visszanyert PET pehely alkalmazása az előformagyártásban

Az előformagyártásban nem közömbös, hogy mennyibe kerül az alapanyag. Elmult az az idő, amikor az előformákat teljes egészében friss granulátumból állították elő. *Bizonyos arányban minden gyártó hozzákever a friss anyaghoz hulladékból visszanyert polimert.*

A feldolgozó számára a legelőnyösebb, ha a hulladékból visszanyert anyag ún. regranulátum, azaz granulátum formájú, amelynek szemcsemérete, típusa azonos a friss anyaggal, mert ilyenkor a visszanyert anyag semmiféle különleges eljárást nem igényel.

Bonyolultabb a helyzet, ha a visszanyert PET a palackok anyagának felaprításával kapott ún. pehely formájában áll rendelkezésre. Az ilyen pehely kezelése eltér a friss granulátumétól. Felmerül a kérdés, hogy milyen a pehely szórhatósága, boltozódási hajlama, szerkezete amorf-e vagy kristályos, kellően tiszta-e, azonos típusú-e a friss anyaggal. A PET pehelyt a friss PET granulátumtól elkülönítetten kell tárolni, és külön csővezetéken kell a keverőberendezéshez szállítani, ahol a granulátumból és a pehelyből homogén elegyet készítenek. A szárítóba a kétféle anyag keverékét vezetik be. A lazább pehely miatt az ilyen keverékek szárításához nagyobb térfogatú szárító-tölcsért kell alkalmazni. Ha a visszadolgozott pehely aránya 20–30%-nál nagyobb, szükség lehet a pehely elkülönített előszárítására is. A hulladékhasznosító ipar különböző megoldásokat kínál a pehely megfelelő kezelésére. Legfontosabb azonban annak minősége. Nem árt, ha a feldolgozó ismeri a pehely származási helyét és „előéletét”.

Aktív záróréteg kialakítása az előformán

Sokféle ital – sör, gyümölcslé, szén-dioxiddal dúsított üdítőitalok – csak akkor forgalmazhatók PET palackban, ha annak *falát olyan záróréteggel látják el, amely megakadályozza a szén-dioxid kivándorlását és az oxigén bediffundálását.*

Ez elérhető többrétegű előformákból fűvott palackokkal, amelyek falának külső és belső rétege PET, középső rétege poliamid (PA). Ilyen előformák gyártásakor a PET-hez képest alacsonyabb, 80–100 °C-on a PA-t is elő kell szárítani.

Aktív záróréteget lehet kialakítani *oxigénelnyelő adalék* segítségével. Az ilyen adalék reakcióba lép a palack falába kerülő oxigénnel, sőt a folyadékszint és a kupak közötti légtér oxigénjével is, amely ennek következtében nem károsítja a palack tartalmát. Ilyen adalék – többnyire 2–5%-os mennyiségben – adagolócsigával vihető rá a granulátumra. Hogy az oxigénelnyelő csak a kész palackban lévő oxigénnel reagálhasson, tárolásakor és bevitele alatt nitrogénatmoszférával kell körülvenni.

Előformagyártó berendezések

A Montan cég gyártósorai a Hansa-Heemann cégnél

A német **Montan GmbH** (Isny) arra specializálódott, hogy a PET előformák fröccsöntéséhez teljes kiszolgálórendszert (perifériarendszert) tudjon kínálni a feldolgozóknak. 2008 elején egy németországi töltőüzem, a **Hansa-Heemann** (Hamburg) úgy döntött, hogy egy Berlin közelében lévő üzemében maga fogja gyártani a PET előformákat. A fröccsöntő gépeket a kanadai **Husky** cégtől rendelte meg, a teljes perifériát – a silóktól a mérőcelláig, a szállítórendszertől az adagolórendszerig, a friss granulátum és a pehely előkeverésétől a szárítótölcsérekig – a **Montan** cég szállította. A Montan cég berendezéseinek tervezésekor az energiatakarékosság volt az egyik fő szempont.

A **Hansa-Heemann** cég 1995-ben nyitotta meg Brandenburgban csomagolóeszközök gyártó üzemét. Ebben az időszakban Németországban a PET palackok nem voltak népszerűek. A vásárlási szokások azonban gyorsan változtak, és az üzemben 1998-ban állították üzembe az első palackfúvó gépet, 2002-ben pedig négy újabb gépen gyártották a főként 0,5 literes PET palackokat. A termelékenység az óránként 28 ezer palackról 40 ezerre nőtt. Miután a palackokba töltött italoknál már nem találtak további megtakarítási lehetőséget, úgy gondolták, hogy vásárolt előformák helyett átérnek ezek gyártására. 2005/2006-ban kezdték a tárgyalásokat a **Husky** és a **Montan** céggel. Igényeik között kiemelték az energiatakarékosságot; az optimális számú személyzet alkalmazását; a minőségbiztosítást, ill. az in-line mérések lehetőségét; valamint a gyártási adatok dokumentálását és utólagos visszakereshetőségét.

A leszállított négy, egyenként 166 m³-es siló mérőcellákon áll. A *SiloNet* szoftver segítségével ugyanabban a silóban egyszerre több anyagtétel is kezelhető. A betöltéseket és kivételeket ugyancsak a *SiloNet* szoftver tartja számon olyan adatok feljegyzése mellett, mint a tételszám, az anyag beszállítója, a szállítást végző megnevezése, a szállítólevél száma, a betárolás kezdetének és befejezésének időpontja. Emiatt kizárt a tételek összekeveredése.

A silókból a granulátum útja három kódolt irányítóasztalon keresztül (helytelen irányításra vészjel figyelmeztet), automatikus tisztítással felszerelt kilenc 30 literes szállítótölcséren, három *Gravicolor* típusú örleményadagoló berendezésen keresztül a három szárítótölcsér felé vezet, amelyben egyúttal összekeveredik a friss anyag a hulladékból visszanyert örleménnyel, ezért elkülönített szárításuk nem szükséges.

Az üzemben két nagy, 1200 kg/h teljesítményű fröccsöntő gép dolgozik, ezek mindegyikéhez tartozik egy *Luxor A PET* típusú szárító, amelyek levegőigénye 3000 m³/h, továbbá egy 13 000 liter térfogatú, a feltöltés mértékét ellenőrző berendezéssel

ellátott szárítótölcsér. Egy 2400 m³/l levegőárammal dolgozó *Luxor A PET* típusú szárító és egy 9000 literes szárítótölcsér egy kisebb, 840 kg/h teljesítményű fröccsgépet szolgál ki. A cég szerint ezzel a felállással tökéletesen ki tudják használni a vezérlés által nyújtott lehetőségeket. A szoftver az anyagáramlás valamennyi fontos jellemzőjét dokumentálja. Egy elemző szoftverrel (a neve *Trace view*, nyomon követés) a dátum, a pontos idő, a gép- és tételszám Excel táblázat formájában jeleníthető meg és dolgozható fel.

A legkiemelkedőbb eredményeket a Montan cég az energiatakarékosságban érte el. Mindhárom szárítóberendezésben alkalmazták a szabadalommal védett *ETA-technológiát*, azaz minden egyes berendezésben hőcserélővel látták el a tölcserét és a regenerálási folyamatot. És mivel az üzemben a hűtést zárt láncban végzik, regenerálás közben nem kerül nedvesség a levegőbe. A nagyfokú energiamegtakarításnak ez a fő „titka”. Jelentős szerepe van ebben a *Luxor-net-vezérlésnek* is, amely a kihozatalhoz igazodva szabályozza a levegőfúvókák frekvenciáját, ezáltal a szárításhoz felhasznált levegő mennyiségét, továbbá a tölcserét feltöltöttségét.

A Netstal cég kalibráló- és zárótechnikája

A svájci **Netstal-Maschinen AG** (Näfels) az utóbbi években ugyancsak több újdonságot fejlesztett ki a PET előformák gyártásában. Sikerei közé tartozik a gyártósorok energiaigényének csökkentése, a minőség és a ciklusidő csökkentése az új *Calitec* kalibrálórendszer révén és a *PRElactia* záróréteg, amely az UV-fény káros hatásától védi meg a PET palackokba csomagolt tejet.

A cég folyamatosan fejlesztette PET gyártósorait. Javította a csigahajtást, a csigageometriát, a szerszámzárást, a robotikát. Ezekkel kb. 30%-os energiamegtakarítást ért el. A feldolgozók közreműködésével a perifériára – elsősorban a szárításra és az alapanyagra – is nagy gondot fordított. Az eközben szerzett tapasztalatok birtokában sikerült a korábbiaknál jobban összehangolni a szárító és a fröccsöntő gép munkáját. A szárító mellett a hűtőberendezés módosítása is jelentős energiamegtakarítást eredményezett. Két szerszámgyártóval együtt a szerszámokat is optimalizálták, megvalósították a kontúrközeli hűtést. Mivel ettől gyorsabban hűltek le a darabok, rövidebbé vált a ciklusidő.

Igazi újdonság azonban a *Calitec kalibrálórendszer*, amellyel tovább csökkentették a ciklusidőt. Ennek lényege, hogy az utánhűtés szakaszában egy kalibrálóhüvelly fogja körül a még képlékeny előformát, miközben a belsejébe enyhén túlnyomásos levegőt fújnak. Ezáltal a darab formája tökéletes, hűtése egyenletes lesz, és az utóhűtés ideje megrövidül.

A másik újdonság az előformára a ráfröccsentés technikájával felvitt *fényvédő bevonat*, amelyet a **Netstal** a spanyol **Molmasa** szerszámgyártóval és az ugyancsak spanyol **Novapet** alapanyaggyártóval közösen fejlesztett ki. A *PRElactia* nevű eljárás keretében az előforma külső felületére felvitt fehér színű bevonat nem engedi át az UV fényt. Jelenleg 1-literes PET tejespalackok védelmére szánják. Az eredetileg 28 g-os előformák tömegét a bevonat révén 22 g-ra csökkentették a kész palackok mechanikai

tulajdonságainak romlása nélkül. A fényvédő bevonattal ellátott palackokat a párizsi Emballage szakkiállításon „Az Emballage Oszkárja” címmel tüntették ki.

Összeállította: Pál Károlyné

Schmidt, D.: PET-Handling: Vom Granulatkorn zum Preform = K-Berater, 55. k. 6. sz. 2010. p. 36–40.

Preform-Produktion mit hohem Wirkungsgrad = K-Berater, 53. k. 7–8. sz. 2009. p. 27–28.

Innovation für die Preform-Produktion = K-Berater, 54. k. 2009. 7–8. sz. p. 24–25.