

PET és öntött poliamid hulladékok újrafeldolgozása

A PET palackok és tálcák hulladékának újrafeldolgozhatóságát jelentősen befolyásolja a címkék anyaga, mérete és ragasztója, továbbá az alkalmazott grafikák mérete és nyomdafestéke. A címkézési technológia környezettudatos megválasztása nagymértékben megkönnyíti az újrahasznosítást. Az öntött poliamid hulladékok megfelelő adalékolással újrafeldolgozásra alkalmassá tehetők: extrudálhatók és fröccsönthetők.

*Tárgyszavak: műanyag-feldolgozás; újrafeldolgozás (reciklálás);
PET; PA6.*

Felhasználásuk után a hulladékáramba kerülő PET palackok, és kisebb mértékben a PET hőformázott csomagolóanyagok nyersanyagként történő újrahasznosítása az egész világon elterjedten alkalmazott eljárás. E téren a legnagyobb kihívásnak a csomagolások összegyűjtését tekintik, és gyakran megfélekednek arról, hogy a különböző anyagú, méretű és feliratozású címkék és a felerősítésükhöz használt anyagok (ragasztók) és technológiák nagymértékben befolyásolják az újrahasznosítás műszaki lehetőségeit és gazdaságosságát.

A címkézés anyagai és módszerei folyamatosan változnak a cégek csomagolóanyagokkal szembeni elvárásainak függvényében. A Felhasználás utáni műanyag-reciklálók szövetsége (angol nevének rövidítése APR) irányelveket és követelményrendszert dolgozott ki a minél környezetkímélőbb és gazdaságosabb újrafeldolgozást lehetővé tevő csomagolási módszerekre, beleértve a címkézési eljárásokat is.

A jelenleg elterjedten alkalmazott reciklálási technológia során az összegyűjtött palackokat (és más PET csomagolásokat) infravörös érzékelőkkel ellátott automatikus rendszerekkel válogatják, hogy a víztiszta PET csomagolóeszközöket elkülönítsék a más anyagúaktól. Ezután a PET frakciót forró, lúgos vízzel tisztítják. Ennek során a címkének és ragasztójának (ha van) le kell oldódnia a palackról. A PET sűrűsége nagyobb, mint a vízé, a poliolefineké kisebb, ezért a PP vagy PE anyagú címkék és kupakok a víz felszínén úsznak és a PET-től könnyen elkülöníthetők. A PVC sűrűsége azonban szintén nagyobb, mint a vízé és így a két anyag nehezen különíthető el. A papír alapú címkék a forró lúgos vízben elfoszlanak és nehezen kezelhető, a vízben lebegő, majd kiülepedő pépet alkotnak. A címkéken szereplő feliratok és grafikák előállításához használatos nyomdafestékek egy része szintén kioldódik a forró vízben és így szennyeződést okoz. A forró vizes tisztítás után a PET csomagolóeszközök frakcióját ledarálják, szárítják és adalékanyagokkal bekeverve extrúzióval dolgozzák fel.

PET címkék fajtái és viselkedésük az újrafeldolgozás során

A PET termékeken alkalmazott címkék jelenleg három fő csoportba sorolhatók:

1. A részlegesen körbefutó címke a legelterjedtebben alkalmazott megoldás. Ennek anyaga legtöbbször két poliolefin fólia, amelyek közül az egyikre nyomtatják a grafikát, a másikat pedig a nyomtatott felületre laminálják, hogy védje a grafikát. Ezáltal azonban egyúttal az is elkerülhető, hogy a nyomdafesték a forró vizes mosás során kioldódjon. A címkéket egy automata gépsor vékony rétegben alkalmazott hot-melt ragasztóval viszi fel a palackokra. A hot-melt ragasztó a forró vizes mosás során leolvad a palackokról és diszpergálódik, így a címkék felúszva a víz tetejére, könnyen elkülöníthetők a fenéken maradó palackoktól.
2. A teljesen körbefutó címkék általában a palack teljes palástját beborítják és ez számos nehézséget okoz a reciklálás során:
 - az ilyen címkét hordozó víztiszta palackokat az automata szelektáló berendezés gyakran színezett anyagúnak minősíti és kidobja a rendszerből,
 - a címkék anyaga legtöbbször PETG vagy éppen PVC, amelyek sűrűsége szintén nagyobb a víznél és ezért a palackokkal együtt lesüllyedve nehezen elkülöníthető,
 - az itt alkalmazott nyomdafestékek általában kioldódnak a forró, lúgos vizes mosásnál és így szennyezik a vizet.

Az APR arra ösztönzi a csomagoló cégeket, hogy megoldásaiknál vegyék figyelembe a címkék és felhordási technológiájuk környezetvédelmi hatásait. Ehhez laboratóriumi eljárásokat és kiértékelési módszereket bocsát rendelkezésükre. Ha például a címke nyomtatott felülete csak max. 75%-os, az automata szortírozók már felismerik, hogy víztiszta palackról van szó.

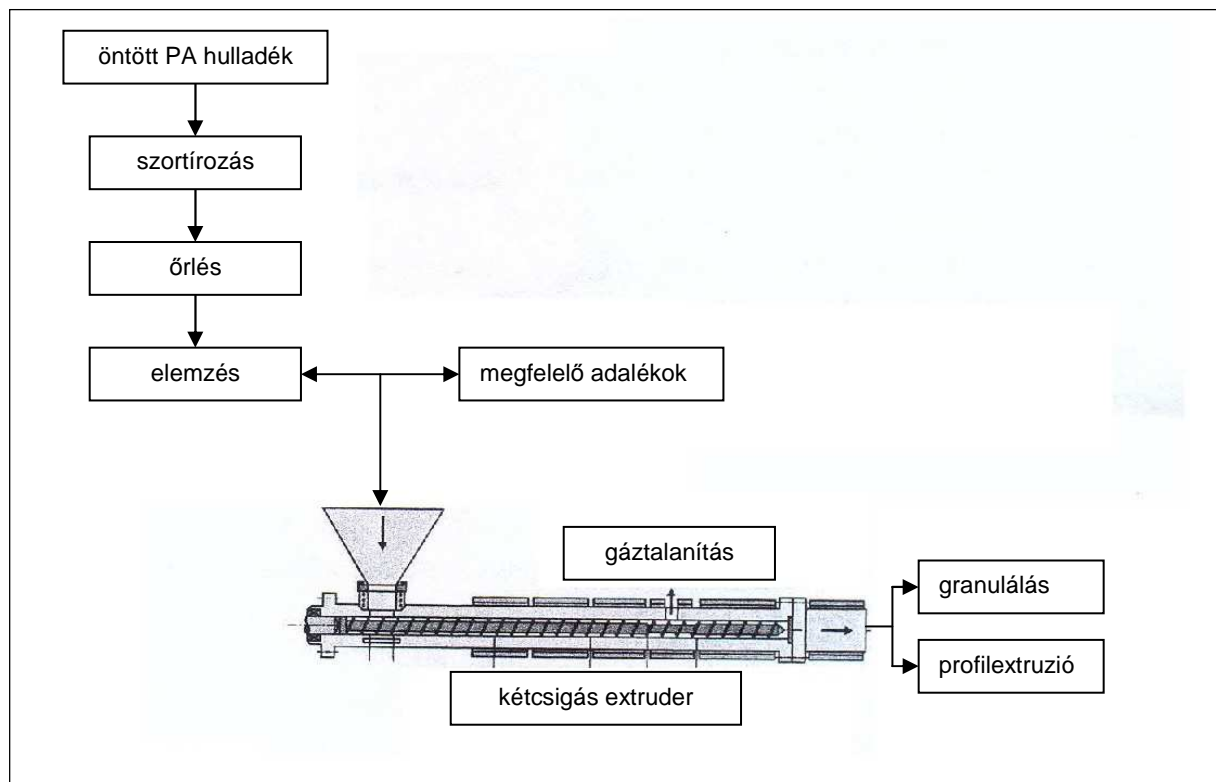
3. A nyomásérzékeny ragasztóval ellátott címkék anyaga vagy papír, vagy műanyag fólia, amely egyik oldalán a nyomtatott grafikát, a másikon a ragasztóréteget hordozza. A palackok mellett gyakran alkalmazzák őket a hőformázott PET csomagolóalécákon is. A ragasztónak az alkalmazási területtől függően kell működnie hideg, meleg vagy nedves környezetben. Egyes gyártók (pl. a Spear Label vagy a Kennedy Group) messzemenően figyelembe veszik a reciklálást megkönnyítő szempontokat. Címkéik tisztán leválnak a forró, lúgos mosás során, nem hagynak ragasztó nyomokat a PET felületén, poliolefin alapanyagúak, ezért felúsznak a mosóvíz felületére, a nyomdafestékek pedig nem oldódnak ki. Más gyártók azonban papír címkéket is használnak, amelyek legtöbbször a forró vízben péppé alakulva lebeg, majd nehezen szétválasztható módon lesüllyed a PET frakcióhoz, miközben a nyomdafestékük is szennyezi a vizet.

A címkegyártók is egyre nagyobb mértékben veszik figyelembe a környezetvédelmi és ezen belül a reciklálás szempontjait. Például a Sun Chemical és az Eastman

olyan címkéket gyárt, amelyek olyan csíkot tartalmaznak, amelyek felnyílnak a vizes mosásnál és így engedik leválni a címkét. Más cégek az automata szelektáló berendezések érzékelőit és számítógépes programjait fejlesztik a PET jobb felismerését elősegítve. A nyomdafestékek gyártói is igyekeznek megoldani a kioldódási problémákat. Az APR támogatja ezeket az innovációkat és arra ösztönzi a csomagoló cégeket, hogy beszállítóiktól követeljék meg a reciklási szempontokat figyelembe vevő minősítő folyamat eredményeinek dokumentálását.

2011-ben Németországban 5,45 millió tonna műanyag hulladék keletkezett, amelynek 99%-át újrahasznosították. Ebből 2,35 millió tonnát, azaz 43%-ot nyersanyagként, a többit energetikailag hasznosították.

E nagy volumenű hulladékáramon belül külön helyet foglal el a mind nagyobb mértékben alkalmazott öntött poliamid termékek hulladéka. Az ϵ -kaprolaktám polikondenzációs reakciójával (110–130 °C-on, katalizátor és aktivátor jelenlétében) készített nagyméretű termékek (pl. siklócsapágyak, görgők, burkolatok) és félkész termékek (lemezek, rudak) értékes, a granulátum formátumú PA6-hoz képest nagyobb móltömegű és ezért jobb fizikai tulajdonságokkal rendelkező anyagot alkotnak. Az öntési eljárás során mintegy 10% hulladék keletkezik, amit a félkész termékek forgácsolása közben keletkező hulladék 30%-ra növel. *Évente összesen mintegy 5 ezer tonna öntött poliamid hulladék keletkezik az Európai Unióban, amelyet eddig csak energetikailag tudtak hasznosítani.*

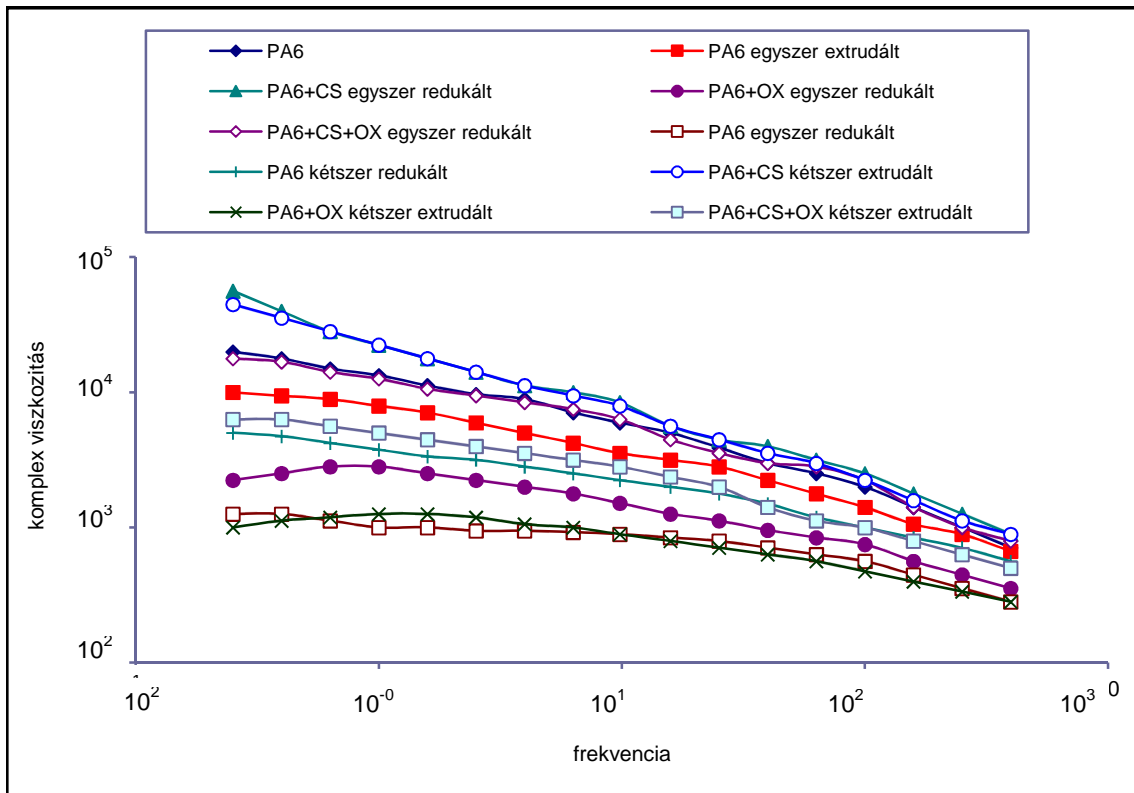


1. ábra Az öntött poliamid hulladék újrahasznosításának sémája

Új technológia öntött poliamid hulladék újrafeldolgozására

Német kutatók most eljárást dolgoztak ki az öntött poliamid hulladék anyagában történő újrahasznosítására (1. ábra). A ledarált PA6 hulladékot bevizsgálják, és ennek eredményétől függően különböző adalékokat bekeverve egy azonos irányba forgó két-csigás extruderrel homogenizálják az anyagot. Az extruderre vagy végtermék gyártására alkalmas profilszerszámot vagy a granuláláshoz szükséges zsinórszerszámot helyeznek.

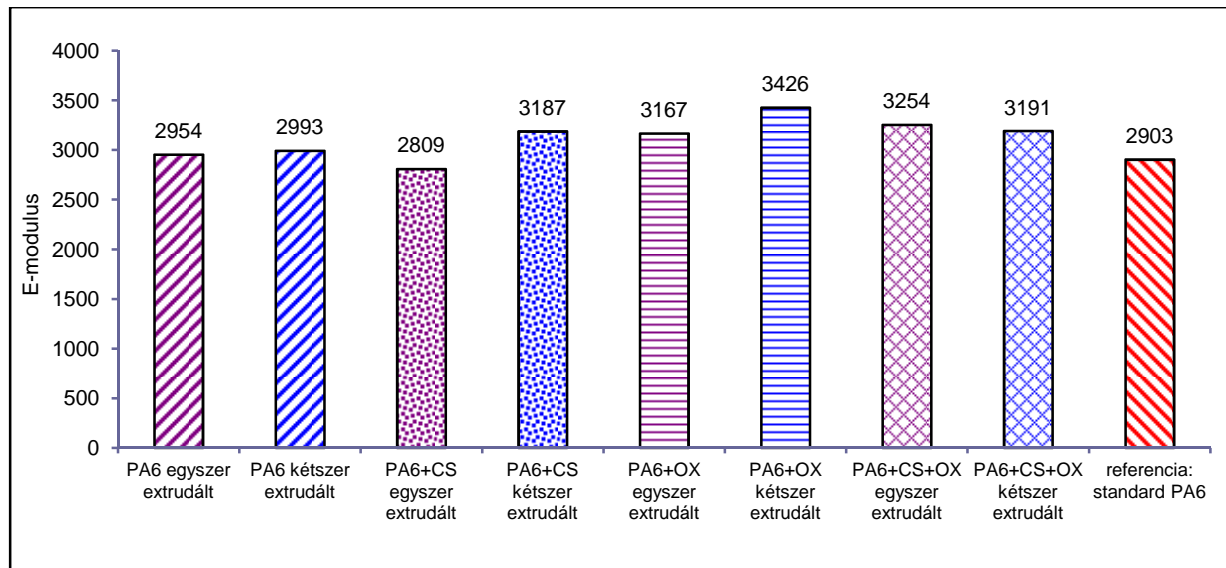
Az öntött PA6 nagy molekulatömegű polimer láncokat tartalmaz, amelyek ömledéke magas viszkozitású, nehezen feldolgozható. A csúsztatók (belső és külső) adagolása csökkenti a molekulák egymással, illetve a feldolgozó berendezés fémfalával történő súrlódását. Az oxidáló szerek adagolásával a molekulatömeg csökkenthető (lánctördelődés), amivel az anyag alkalmassá tehető jobb folyóképességet igénylő feldolgozási technológiák (pl. fröccsöntés) számára (2. ábra). Maga az extrúziós folyamat termomechanikai terhelése (lánctördelődéssel) is csökkenti a molekulatömeget. Az extrúziós folyamat során azonban nem csak lánctördelődés, hanem térhálósodási folyamatok is végbemennek, melyek jelenlétét az jelzi, hogy a csúsztatót és oxidáló szert is tartalmazó minták viszkozitása nagyobb, mint az adalékolás nélküli mintáé.



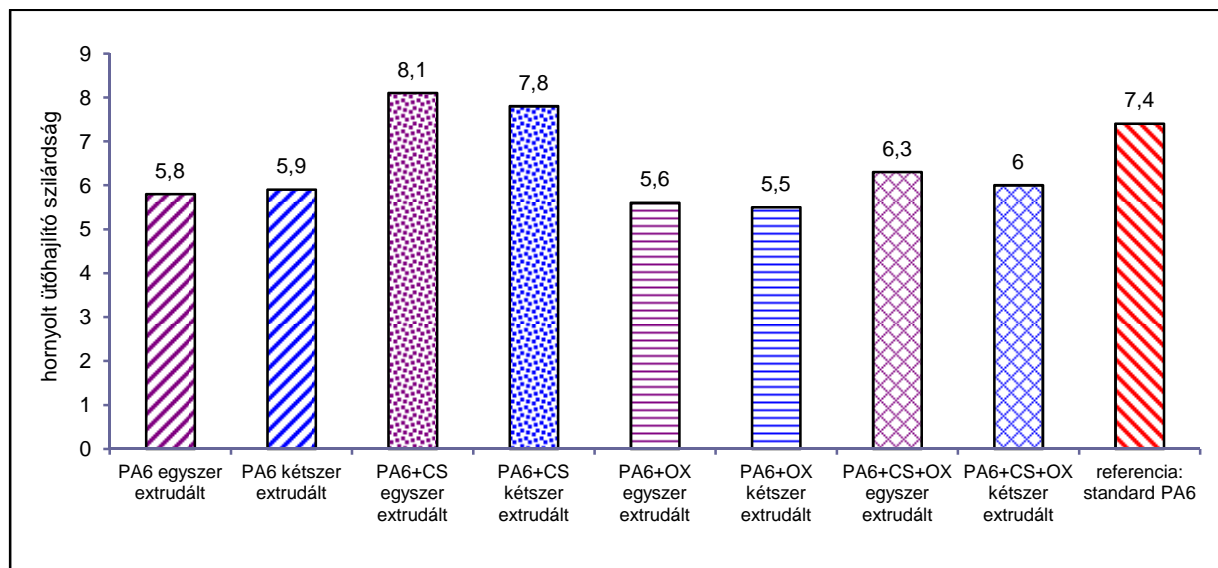
2. ábra A különböző adalékok (CS: csúsztató, OX: oxidáló adalék) és az újraextrudálás hatása a PA6 reciklátum ömledékviszkozitására 270 °C-on

Közelebbről meg nem nevezett csúsztató és oxidálószer, ill. ezek keverékével adalékolt PA6 reciklátumot egyszer és kétszer extrudáltak. Próbatesten mértek a

húzószilárdságot, a rugalmassági moduluszt (3. ábra) és az ütőhajlító szilárdságot (4. ábra). Az eredmények a standard PA6-tal összehasonlítva azt mutatják, hogy az öntött poliamid hulladékok megfelelő adalékolással alkalmassá tehetők extrúzióval és fröccsöntéssel történő feldolgozásra, ezáltal értékes nyersanyagforrást hozva létre.



3. ábra A különböző adalékok (CS: csúsztató, OX: oxidáló adalék) és az újraextrudálás hatása a PA6 reciklátum rugalmassági moduluszra



4. ábra A különböző adalékok (CS: csúsztató, OX: oxidáló adalék) és az újraextrudálás hatása a PA6 reciklátum ütőhajlító szilárdságára (hornyolt próbatesteken)

Összeállította: Dr. Füzes László

Standish J.: The impact of labels and adhesives on PET container recycling is significant = Plastics Engineering, 71. k. 1. sz. 2015. p. 22–26.

Formisano B.R.; Göttermann S.; et.al.: Rezyklat für hohe Anforderungen = Kunststoffe, 105. k. 2. sz. 2015. p. 75–80.