FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA

Kolozsvár, 2004. március 26-27.

PET HULLADÉK HASZNOSÍTÁSA ÚJRAFELDOLGOZÁSSAL

Csukat Gabriella, Rác Ilona

Abstract

Results of our study regarding PET (polyethylene terephthalate) recycling by reprocessing are given in this report.

Due to the Hungarian selective waste collection program about 8-10 kt PET collection is predicted for 2005. From the side of small and medium enterprises there is a need of technological solutions for production of marketable, good quality products using the collected plastic wastes. Such an R&D work is carried out in the Bay Zoltán Institute for Materials Science and Technology with the support of the Hungarian Ministry of Education („Recycling of PET packaging wastes by reprocessing”, OMFB-00411/2002). The results of this project are reported below.

Összefoglaló

A cikkünkben a PET (polietilén-tereftalát) hulladék újrafeldolgozással történő hasznosítási lehetőségével foglalkozunk.

Magyarországon a szelektív hulladékgyűjtés eredményeként 2005-re várhatóan 8-10 kt PET hulladék kerül begyűjtésre. Szükség van olyan technológiai megoldások kidolgozására a kis és középvállalatok számára, amelyek segítségével a hulladék alapanyagból mind minőségben, mind árban versenyképes termék gyártható. A témában a Bay Zoltán Anyagtudományi és Technológiai Intézet az Oktatási Minisztérium által támogatott projekt keretében végez K+F munkát („Csomagolási PET hulladék hasznosítása újrafeldolgozással”, OMFB-00411/2002). A cikkben ezen fejlesztési eredményeinkről számolunk be.

A műanyagok mindennapi életünk számos területén töltenek be fontos szerepet. Alkalmazásuk széleskörű és egyre bővül, ami annak köszönhető, hogy sok esetben a műszaki és esztétikai igények összességét a hagyományos szerkezeti anyagoknál kedvezőbb költségszinten tudják kielégíteni. A környezeti erőforrásokkal való hatékony gazdálkodás és a környezeti kultúra növelése azonban megköveteli, hogy a műanyag hulladékokkal is ésszerűen gazdálkodjunk, minél nagyobb részét hasznosítsuk. A műanyag hulladékok anyagának illetve energiatartalmának hasznosítására több lehetőség van, de egyedüli üdvözítő módszer nincs.

A tanulmányban a PET (polietilén-tereftalát) hulladék újrafeldolgozással történő hasznosítási lehetőségével foglalkozunk, kitérve a technológiai, műszaki és piaci szempontokra.

1. A PET hulladék

Magyarországon 2002-ben 580 kt műanyagot gyártottak, amelynek 41%-a csomagolóeszköz. Figyelembe véve, hogy a műanyag csomagolóeszközök egy része tartós felhasználású, a Magyar Műanyagipari Szövetség becslése szerint 2002 évben 185 kt használat utáni csomagolási hulladék jelent meg, amelynek 10-12 % PET palack, azaz 18-22 kt hulladék (nyugat-európai átlag értékek alapján becsült arány). A több városban már bevezetett gyűjtőszigetes rendszer - bár működéséről hiteles gazdasági adatok még nincsenek -elsősorban a PET ásványvizes és üdítő italos palackok begyűjtésére alkalmas, így 2005-re 8-10 kt PET kerülhet ésszerű költség szinten begyűjtésre.

2. Az újrafeldolgozás mint hasznosítási technika

- A műanyag hulladékok újrahasonosítási módjai a következők:
- a legmagasabb szintű újrahasonosítás a másodnyersanyagként, az újhoz hasonló alapanyagként való újrafeldolgozás.
 - a kémiai újrahasonosítás (bontás) útján kismolekulájú szerves vegyületeket állítanak elő, amelyek új műanyagok szintéziséhez alkalmazhatók.
 - hasznosítás energiahordozóként. A műanyag hulladékok fő alkotói PE (polietilén), PP (polipropilén), PS (polisztirol), PET energiatartalma megegyezik a legjobb fűtőolaj 44MJ/kg fűtőenergiájával, és teljes mértékben hasznosul.
 - a hőre nem lágyuló, térhálós műanyag hulladékok aprított, őrlött formában töltőanyagként használhatók fel többnyire építőipari termékekbe (pl. Syntumen).
 - deponálás. A környezet kímélése érdekében ez esetben is gondoskodni kell a megfelelő aprításról.

Az újrafeldolgozás esetében meg kell különböztetni a gyártási hulladékok újrafeldolgozásának folyamatát a másodlagos, egy életciklust már végigjárt hulladék-műanyag termék újrafeldolgozásától.

A gyártási hulladék, mivel nem szennyezett és nem degradálódott, csak mechanikai aprítást igényel, amely után azonnal feldolgozható az eredeti anyaghoz keverve a gyártási hulladék keletkezésének arányában, ami ritkán több mint 5%. Ez az eljárás általában nem befolyásolja a termék minőségét.

A másodlagos, felhasználás utáni hulladék jellegű, hőre lágyuló műanyag termékek esetében számolni kell a használat során fellépő degradációval, illetve a használat és a begyűjtés során történő szennyeződéssel.

2. Az újrafeldolgozási receptúrák és technológiák

Az újrafeldolgozási receptúrák és technológiák kidolgozásához ismernünk kell az újrafeldolgozandó anyag jellemzőit. Vizsgálataink során a következő anyagszoptok jellemzőit vizsgáltuk:

A vizsgált anyagszopt származása	Jelölés
Primer PET VORIDIAN 9921W típusú,	PET-PR
Gyártásközi hulladék	PET-GyH
Egyutas PET palack darálék	PET-1U
Több utas PET palack darálék	PET-nU
Vegyes PET palackok daráléka (válogatott, mosott, tisztított, az újrahasonosítási piacon beszerezhető alapanyag)	PET-REC

1. táblázat: A vizsgált PET csoportok származása és jelölése

A következő vizsgálatokat végeztük: MFI (folyási mutatószám), FTIR (infravörös spektroszkópia), DSC (differenciál scanning kalorimetria), mechanikai jellemzők (szakító, hajlító és ütő-hajlító vizsgálat) meghatározása. A kísérletek és mérések részletes leírása jelen cikk kereteit meghaladja. A vizsgálatok alapján az alábbi következtésekre jutottunk:

- az első feldolgozás illetve a használat során fellépő degradáció hatással van az anyag viszkozitására. Ezt az anyagok extrudálása során is tapasztaltuk, illetve az anyagok folyási mutatószáma is ezt mutatja.
- az általunk végzett mérések nem mutatnak mérhető változást az anyag makromolekuláris szerkezetében.
- az anyagban nem jelennek meg mérhető mennyiségben (DSC, FTIR) idegen, szennyező molekulák,
- a különböző típusú daráiékok mechanikai anyagjellemzőit összehasonlítva azt tapasztaltuk, hogy a PET-REC anyag merevsége a legnagyobb, a hajlító rugalmassági modulus 40%-kal nagyobb, mint a PET-PR esetében, az ütőszilárdsága 60%-kal kisebb, mint az adott primer anyagé. Ez azzal magyarázható, hogy a vegyes daráiékot több típusú PET alkotja, ennél fogva a mechanikai jellemzői különböznek az adott primer anyagjellemzőitől.

Receptúra	σ [MPa]	ϵ [%]	E [MPa]	σ_H [MPa]	E_H [MPa]	a [kJ/m ²]
PET-PR	55,7	5,3	1300	36,5	2354	54
PET-REC	54,4	5,2	1300	81,6	3495	20

2. táblázat: PET anyagjellemzők

A szakirodalom elemzése és előzetes tapasztalataink, továbbá gazdaságossági megfontolások alapján 15 különböző adalékolási receptúrát dolgoztunk ki annak érdekében, hogy jó minőségű, a megcélzott termékcsaládok alapanyagául szolgáló re-granulátumot állítsunk elő.

A re-granulátumok gyártása során mindig a vegyes (egy utas és több utas palackot is tartalmazó), válogatott, tisztított darálékból indultunk ki (jelölése PET-REC), mivel ez a reciklált anyagok piacán nagy mennyiségben, bárki számára beszerezhető alapanyag. A jelen cikk keretei csak néhány receptúra és felhasználási terület tárgyalását teszik lehetővé.

A felhasználók a műanyag fröccstermékek esetében az alkalmazott anyagokat tekintve a következő igényeket támasztják: az alapanyagoknak jó folyóképeséssel, jó mechanikai tulajdonságokkal (megfelelő merevség, jó ütőszilárdság), megfelelő hőstabilitással, jó vegyszerállósággal és UV stabilitással kell rendelkezniük. A 3. táblázatban ismertetjük azokat a re-granulátumokat, amelyek a kísérleteink során jól fröccsönthetőek voltak, és jó mechanikai tulajdonságúak, alkalmasak közepes méretű csomagolóedények, zárókupakok, vödörök, tálcák, ládák, virágcserepek, játékok, autóalkatrészek (kárpit tartóelemek, szellőző berendezés elemei) gyártására:

Összetétel	σ [MPa]	ϵ [%]	E [MPa]	σ_H [MPa]	E_H [MPa]	a [kJ/m ²]
PET-REC + 10% talkum	43,2	4,2	1330	50,6	2812,5	28,3
PET-REC + 0,025% szerves gócképző	40,6	4,1	1217	56,3	2220,4	42,2
PET-REC + 1,5% UV elnyelő adalékanyag	25,4	2,7	1156	55,7	2320,3	24,3
PET-REC + 1,5% HALS UV stabilizátor	25,4	2,6	1182	72,0	2634,1	21,6
PET-REC + 10% PET-PR	47,7	4,9	1161	75,4	2757	26,6

3. A fröccsalapanyagok jellemzői

Lemez termékek gyártására, például autóbusz pavilonok oldal és tetőlemezeinek előállítására extrudálással, az alábbi re-granulátumokat tartjuk alkalmasnak:

Receptúra	σ [MPa]	ε [%]	E [MPa]	σ_H [MPa]	E_H [MPa]	a [kJ/m ²]
PET-REC + 10% üvegszál + 2% szilán + 10 % PET-PR	56,6	3,8	1814	67,5	3616,1	12
PET-REC + 10% üvegszál + 0,5% szilán + 10% PET-PR	50,9	3,3	1857	80,4	4021,9	11,56
PET-REC + 10% PC	39,8	3,9	1192	72,6	2941,7	24,14
PET-REC + 20% PC	41,5	5,6	1156	75,9	2712,1	N.B.
PET-REC + 30% PC	52,4	5,8	1186	56,3	2109	N.B.

4. táblázat: Az extrúziós re-granulátumok anyagjellemzői

A re-granulátumok árkalkulációját az 5. táblázat tartalmazza (összehasonlítási alapként: általános fröccsalapanyag ár PP 250-300 Ft/kg, a primer PET 350 Ft/kg, PC műszaki műanyag 1000 Ft/kg).

	PET REC Ft/kg	Adalékanyagok	Kompaundálás Ft/kg	ÁR Ft/kg
PET-REC + 10% PET-PR	80	35	80	195
PET-REC + 10% talkum	80	30	80	190
PET-REC + 10% üvegszál + 0,5% szilán + 10% PET-PR	80	40 35	80	235
PET-REC + 10% PC	80	100	80	260

5. táblázat: Árkalkuláció

A kifejlesztett re-granulátumokból jellemzően fröccsöntéssel és extrudálással gyártható végtermék. A fejlesztési munka során meghatároztuk a gyártástechnológia kiindulási paramétereit, ezeket természetesen a gyártott termék mérete, vastagsága, a gyártóberendezés és szerszám adottságai ismeretében optimalni kell.

Faurné Csukat Gabriella
Bay Zoltán Anyagtudományi és Technológiai Intézet
H-1116 Budapest, Fehérvári út 130.
Tel: (+36 1) 463 0500, Fax: (+36 1) 463 0529
csukat@bzaka.hu