XVI. FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA

Kolozsvár, 2011. március 24–25.

JÁRMŰ- ÉS CSOMAGOLÁSIPARI MŰANYAG HULLADÉK KEVERÉKEK TERMIKUS ANALÍZISE

SZŰCS András, ÁDÁM Balázs, KAPITÁNY Norbert

Abstract

In this research we compounded the most widely used polymeric materials (PE, PP, PET) of the automotive and packaging industry. DSC measurements were carried out on the original and the compounded blends. There were constant heating rate, and different cooling rate during the DSC measuring. We experienced that the slowest cooling rate causes the largest degree of crystallinity of the samples. Melting heats varied according to the concentrations and the melting peaks completely separated from each other showing the separated crystalline phases.

Key words:

thermo-analytics, Melting, polymer blends, recycling

Összefoglalás

Kutatómunkánk során a járműipar, és a csomagolásipar legnagyobb mennyiségben előállított hulladékait, a poli-etilént (PE), a polipropilént (PP), és a poli(etilén-tereftalát)-ot (PET) kevertünk össze különböző százalékban. Az originál anyagokon és az elkészített keverékeken a DSC mérés során állandó fűtési sebességet használtunk és változtattuk a hűtési sebességekkel. Azt tapasztaltuk, hogy a leglassabb hűtési sebesség okozza a legnagyobb kristályossági fokot, a minták összetevőiben. A koncentrációnak megfelelően változtak az olvadáshő, valamint az olvadási csúcsok teljesen elkülönültek egymástól, ami a kristályos fázisok szeparációjával magyarázható.

Kulcsszavak:

thermo-analitika, kristályolvadás, műanyag keverék, újrahasznosítás

1 Bevezetés

A műanyag hulladékok kezelése egyre fontosabb feladat, hiszen egyre több terméket állítunk elő műanyagokból, kiváltva a korábban használt hagyományos anyagokat. Minden terméknek van egy életútja, így előbb, vagy utóbb hulladék válik belőle. Az egyik olyan terület, ahol egyre több műanyag termék kerül beépítésre, és válik később hulladékká, a járműipar. A legnagyobb mennyiségben felhasznált anyag a polipropilén (PP), és a polietilén (PE). A másik nagy műanyag hulladék előállító iparterület a csomagolástechnika, ahol az üres PET (poli(etilén-tereftalát)) palack okoz komoly környezetvédelmi problémát, ezért újrafeldolgozhatóságának vizsgálata szintén fontos feladat.

Kutatásaink célja ennek a két nagy terület alapanyagainak vizsgálata; a három alapanyag darálékainak keverésével. Ezt az indokolja, hogy a szétválogatás igen költséges művelet, ezért először meg kell vizsgálnunk, hogy válogatás nélkül milyen tulajdonságokkal rendelkeznek a keverékek. Ehhez először meghatározott összetételű keverékeket kell készíteni, feltérképezve a különböző százalékban össze-

kevert „új” alapanyag tulajdonságait. Közleményünkben az elkészített keverékek termikus tulajdonságait ismertetjük.

2 Kísérleti rész

A kísérletekhez PE, PP, és PET darálékokat használtunk fel, amit járműalkatrészekből, és palackokból állítottunk elő. A darálékokból meghatározott összetételű keverékeket készítettünk egy feldolgozó extruderhez kapcsolt független meghajtású IDMX keverővel. A keverékekből granulátumot készítettünk a későbbi próbatest fröccsöntéshez, a mechanikai tulajdonságok meghatározásához.

Az vizsgálatok során először meghatároztuk az autóiipari hulladékok, és a PET anyag olvadási jellemzőit, majd a különböző koncentrációjú keverékeket, 20%, 40%, és 60%-os, készítettünk és jellemeztük. Az extrudálási hőmérséklet PE-PP keverék esetén 220°C, a PET-et tartalmazó keverékeknél 265°C volt. Az extruder fordulatszáma 100 f/perc volt.

Az ötféle keverékmintán termikus analízist végeztünk TA Q200 DSC mérő berendezéssel. DSC mérés során az entalpiaváltozásból következtetünk az anyagban lejátszódó változásokra, mint például kristályolvadás, kristályosodás, üvegesedési átmenet, vagy újrakristályosodás. A PE-PP keveréket 220°C-ig, a PE-PP és PET keverékeket 280°C-ig vizsgáltuk nitrogén gáz atmoszférában.

3 Mérési eredmények

DSC mérés során a mintákat több ciklusban hevítettük és hűtöttük. A szabályozott sebességű hűtés alkalmazásával kialakított szerkezetet tudjuk vizsgálni a következő fűtési ciklusban.

1. ábra A 40% PET tartalmú keverék DSC mérés görbéje

Az 1. ábra a 40% PET tartalmú keverék DSC mérés görbáját mutatja, ezen mutatjuk be a görbe jellegzetes pontjait.

Az átalakulások a görbe csúcsaihoz köthetőek. A lefele mutató csúcsok endoterm a felfele mutató csúcsok exoterm átalakulást jelölnek.

Jól látható, hogy először a PET üvegesedési hőmérséklete jelenik meg 80°C körül, ezt a PE olvadása követi 124°C-os csúccsal, ezt rögtön követi a PP olvadása, 160°C-os csúccsal. A PET kristályolvadása csak magasabb hőmérsékleten, 244°C-os hőmérsékleten következik be. A csúcsok alatti terület a kristályolvadáshoz szükséges entalpiát mutatja J/g-ban, ebből következtethetünk a keveréket alkotó komponensek kristályainak mennyiségére, mivel a felhasznált anyagok részben kristályos szerkezetűek.

A különböző összetételű keverékek vizsgálatánál több fűtési-hűtési ciklust alkalmaztunk, mert a hűtést követő fűtésből az anyag termikus előéletére kapunk információt. Minden esetben 10 °C/perces fűtési sebességet alkalmaztunk és 1, 5, 10, és 20 °C/perces sebességgel hűtöttük a mintákat. Ezáltal megvizsgálhatóvá válik, hogy a kristályos fázisra a keverék összetételén kívül a hűtési sebesség is hatással van-e.

A különböző összetételű keverékekben az alkotó alapanyagok olvadáshője az 1. táblázatban láthatóak.

1. táblázat Az olvadási hő változása az összetétel és a hűlési sebesség függvényében

Keverék összetétel és alapanyag		Olvadáshő [J/g] ...°C/perc hűtési sebesség után			
		1 °C/perc	5 °C/perc	10 °C/perc	20 °C/perc
100 %	PE	-	-	4,36	-
100 %	PP	-	-	49,81	-
20 % PET keverék	PE	4,284	4,307	4,428	4,844
	PP	42,62	39,53	38,52	39,36
	PET	5,279	4,188	3,819	3,65
40 % PET keverék	PE	2,918	3,183	3,771	3,342
	PP	31,95	29,10	29,05	29,70
	PET	13,52	10,26	10,61	9,826
60 % PET keverék	PE	1,967	2,299	2,231	1,737
	PP	19,65	19,22	19,22	19,44
	PET	22,08	16,29	16,09	15,42
100 % PET		45,29	31,99	33,26	31,57

Az olvadási hő változásaiból látható, hogy a PET mennyiségének növelésével a PE, és a PP olvadáshője értelemszerűen folyamatosan csökkentek, mivel a keverékben található anyagmennyiség is kevesebb lett. Ennek megfelelően a PET olvadáshője növekedtek. A mérési eredmények alapján azt mondhatjuk, hogy műanyag keverékek összetételének mennyiségi meghatározására alkalmas a DSC módszer.

A hűtési sebesség változása legkevésbé a PE kristályosodási folyamatát befolyásolta, mind a négy értéken hasonló maradt, az eltérések szóráson belül vannak. Ez a polietilén molekulák nagy mozgékonyosságának, flexibilitásának a következménye.

A PP, és a PET esetén a mért értékek változásait a 2. ábra szemlélteti.

2. ábra Olvadási hő változása az összetétel és a hűtési sebesség hatására
a) - PP esetén; b) - PET esetén

A PP és a PET anyagok kristályossági foka a legkisebb hűtést követően volt a legnagyobb. A hűtési sebesség növelésével az olvadáshő csökkent, és jó közelítéssel állandó értéken maradt. A hűtési sebességre kevésbé érzékeny PP kristályossági foka is változott a hűtési sebességgel, hasonlóan a PET-hez, azonban a változás lényegesen kisebb volt.

4 Összefoglalás

Kutatómunkánk során a járműipar, és a csomagolóipar legnagyobb mennyiségben keletkező hulladékaikat, a polietilént (PE), a polipropilént (PP), és a poli(etilén-tereftalát)-ot (PET) kevertünk össze különböző mennyiségben. A keverékeken DSC mérést végeztünk. A fűtési sebesség minden esetben 10°C/min volt a hűtési sebességet azonban változtattuk. Azt tapasztaltuk, hogy a leglassabb hűtési sebesség okozza a legnagyobb kristályossági fokot. A hűtésre kevésbé érzékeny PP-nél is észleltünk változást, ami valószínűleg a PET kristályosságának változásából eredhet. A DSC görbéken látható, hogy a PE, PP és a PET alapanyagok olvadása teljesen elválik egymástól, így a keverékek összetevői nem elegyednek egymással.

Szűcs András, főiskolai adjunktus; **Ádám Balázs**, tanszéki mérnök; **Kapitány Norbert**, hallgató

Munkahely: Kecskeméti Főiskola GAMF Kar. FMTI Műanyag-, és Gumitechnológiai Szakcsoport

Cím: Magyarország 6000 Kecskemét Izsáki út 10.

Telefon: +36 70 551 62 82, +36 76 516 395

E-mail: adam.balazs@gamf.kefo.hu